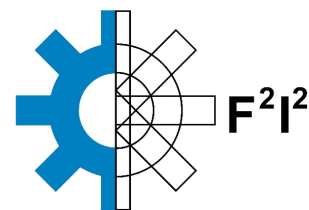

La Seguridad Industrial Fundamentos y Aplicaciones

Iniciativa ATYCA
Programa de Calidad y Seguridad Industrial

Ministerio de Industria
y Energía


Miner



FUNDACIÓN PARA EL FOMENTO
DE LA INNOVACIÓN INDUSTRIAL

INDICE

1. La Seguridad Industrial. Su estructuración y contenido
2. La metodología de la Seguridad Industrial
3. Las herramientas al servicio de la Calidad Industrial
4. Seguridad Laboral
5. La Seguridad de los productos industriales. Su aplicación en el Mercado Interior Europeo.
6. La seguridad industrial ante los accidentes graves
7. Prevención de Riesgos Medioambientales
8. Prevención de Riesgos por Agentes Químicos
9. La seguridad en las máquinas
10. Salud y Seguridad laboral en ambientes térmicos
11. Los Riesgos eléctricos y su ingeniería de seguridad
12. Riesgos por exposición a radiaciones ionizantes
13. La Seguridad Industrial en una empresa de electrónica de defensa
14. Aplicación de la legislación sobre accidentes graves de origen químico en un proyecto industrial
15. La seguridad en la distribución y manipulación del G.L.P.
16. Seguridad en instalaciones con riesgo de incendio y explosión
17. Integración de la Seguridad y Salud en el Proceso Productivo de la Construcción
18. Sistemas integrales de seguridad y gestión técnica en edificios y complejos industriales. Un ejemplo de la aplicación de las tecnologías de la información a la seguridad industrial.

La seguridad industrial Su estructuración y contenido

Antonio Muñoz
Subdirector General de Calidad y Seguridad Industrial
MINCYT

José Rodríguez Herrerías
Jefe del Area de Seguridad Industrial
MINCYT

José M. Martínez-Val
Dr.Ingeniero Industrial
Catedrático E.T.S.I.I., U.P.M.

INDICE

1. Introducción y planteamiento	1
2. Percepción social de la Seguridad Industrial	4
3. Las raíces de la Seguridad Industrial	6
4. La estructura de la Seguridad Industrial	9
4.1. La seguridad laboral	12
4.2. La seguridad de productos	14
4.3. Accidentes Graves	18
5. La articulación legal de la Seguridad Industrial	21
6. Metodología técnica	26
6.1. La Seguridad Industrial integral	28
7. Consideraciones finales	32
Bibliografía	37

1. Introducción y planteamiento

La Seguridad Industrial es una realidad compleja, que abarca desde problemática estrictamente técnica hasta diversos tipos de efectos humanos y sociales. A la vez, debe ser una disciplina de estudio en la que se han de formar los especialistas apropiados, aunque su naturaleza no corresponde a las asignaturas académicas clásicas, sino a un tipo de disciplina de corte profesional, aplicado y con interrelaciones legales muy significativas.

La propia complejidad de la Seguridad Industrial aconseja su clasificación o estructuración sistemática. En éso, no se hace sino seguir la pauta común del conocimiento humano, que tiende a subdividir las áreas del saber con objeto de hacerlas más asequibles, no sólo a su estudio, sino también a su aplicación profesional.

Al abordar este libro hemos partido de que también la Seguridad Industrial es divisible como disciplina, y que ello mejora tanto el nivel de impartición lectiva, como la comprensión de la fenomenología asociada a los riesgos industriales, e igualmente la articulación legal de las disposiciones preventivas que se han ido promulgando. Al considerar y estudiar la evolución de los conceptos anejos a la Seguridad Industrial se aprecia que, bien los técnicos, bien los legisladores, han optado por abordar los temas de manera acotada en cuanto a casuística. Un intento omnicomprendivo de la Seguridad hubiera sido fallido por la imposibilidad de abarcar todo el campo afectado. Los técnicos y legisladores han ido reaccionando a medida que era posible abordar una problemática acotable y de solución asequible. Ello ha influido en que la Seguridad Industrial presenta, de hecho, una estructuración relativamente fácil de identificar, que precisamente se comenta en este capítulo. Ciertamente es que las ideas expuestas aquí no sólo proceden de esa consideración histórica y del estudio práctico de cómo se articulan los organismos y entidades que velan por la seguridad, sino que también proceden de una aproximación analítica al tema de la Seguridad Industrial en su conjunto, como una unidad real, con cierta estructuración interna, que quizá sea más compleja que el retrato aportado por la estructuración presentada aquí, pero que en sus lineamientos fundamentales se rige por los principios y estructuras que aquí se exponen.

La aproximación lectiva que hemos aportado para el estudio de la Seguridad Industrial se estructura, según tres niveles relativos al ámbito cubierto, y según varios pilares de vertebración de su estudio. Los tres niveles hacen referencia a

- Seguridad laboral u ocupacional
- Seguridad de los productos industriales
- Seguridad de los procesos y las instalaciones industriales concretas (empresas, servicios, instalaciones,...)

En cuanto a los pilares de estudio podemos señalar las líneas siguientes

- Análisis según el origen físico del riesgo
- Metodologías generales de Seguridad y principios de aplicación genéricos (como los conceptos de Coste-Beneficio, uso de Normativa, etc)
- Metodologías específicas de diversas áreas (Alta Tensión, Baja Tensión, Máquinas, etc)
- Aplicaciones a realidades industriales o paraindustriales

Aún cuando se recomienda el estudio por áreas o divisiones, no cabe olvidar el carácter unitario de la Seguridad Industrial. Cuando una ciencia se parcela en exceso, puede

perderse una gran parte de la perspectiva. Suele decirse que los árboles no dejan ver el bosque. En este sentido, hay que subrayar que en los estudios de la Seguridad hay que conservar este carácter unitario de sus principios, tendente a impedir que las explotaciones industriales produzcan efectos inaceptables en las personas, los bienes o el medio ambiente.

La *seguridad*, como tantos otros conceptos genéricos, tiene una acepción amplia y no exenta de subjetividad. *Seguro* e *inseguro* son adjetivos que aplicamos con relativa ligereza a situaciones de la vida, sin que necesariamente nuestra apreciación responda a un análisis riguroso de aquello que juzgamos. De hecho, tal análisis es a menudo imposible de efectuar porque en él concurren circunstancias no gobernadas por leyes físicas, sino por la decisión de personas. Esa es en general una importante causa de subjetividad e incertidumbre. La otra lo es la propia naturaleza, a través de sus agentes meteorológicos, sismotectónicos y demás. Es obvio que el factor humano y el elemento natural van a estar siempre presentes en todas las actividades, incluidas las industriales, pero en éstas cabe reducir la incertidumbre propiamente industrial hasta límites muy bajos, acordes con los principios de protección que deben inspirar la Seguridad Industrial como técnica.

En la evolución histórica del desarrollo industrial suelen distinguirse tres fases que pueden caracterizarse por los conceptos primordiales o más significativos de cada una de ellas.

La primera fase, propia de los albores de la revolución industrial, estuvo fuertemente marcada por el concepto de *productividad*, al cual se relegaban otros objetivos, pues resultaba primordial asegurar que los nuevos procesos de producción tuvieran capacidad suficiente para rentabilizar las inversiones requeridas. Es una fase que se dió sobre todo en los países de más temprana industrialización, pero que también se aprecia en los países de incorporación más tardía a la revolución industrial, en los cuales se hubo de hacer un primer esfuerzo para asimilar tecnología y hacerla productiva, por encima de otras consideraciones.

En una segunda etapa, el concepto de *seguridad* adquiere la mayor relevancia, en su doble vertiente de seguridad interna en la fabricación o en los procesos industriales, y seguridad externa en el uso de los productos o los servicios industriales. Tan pronto se dominaron las técnicas fundamentales de la industrialización en los diversos países, y según su historia particular de desarrollo, se produjo cierto realineamiento de objetivos, en los cuales la seguridad aparece como característica a cumplir necesariamente, aunque no de manera maximalista. Bien es cierto que en esta segunda fase el concepto de productividad siguió siendo imprescindible, y de hecho las fases de la industrialización se suceden precisamente porque se van asumiendo y madurando los objetivos de las etapas previas. El concepto de seguridad aparece ligado a lo que podríamos denominar requisitos imprescindibles, que dependen del estado del arte. Aunque la industria haya de seguir satisfaciendo los criterios de rentabilidad económica para los cuales es necesaria la productividad, su optimización no puede en ningún caso contrariar los requisitos esenciales de seguridad.

En la tercera fase, que podríamos considerar se inicia en el mundo industrializado después de la Segunda Guerra Mundial, cobra importancia decisiva el concepto de *calidad*, puesto que no basta con asegurar unos mínimos requisitos de seguridad, ni tampoco es suficiente maximizar la productividad a corto plazo o tácticamente, sino que hay que considerar la calidad como valor intrínseco y de carácter estratégico, tanto en relación con los procesos como por la calidad de los productos. Técnicas tales como la

Garantía de Calidad, el Total Quality Management o el Aseguramiento de la Calidad, no son sino subfases evolutivas en el tratamiento de la calidad en el entorno industrial. La calidad va también asociada a la complejidad de ciertas industrias emergentes, que a partir de la Segunda Guerra Mundial cobran aún mayor importancia, como es el caso de la Aeronáutica, o bien aparecen a partir de ese momento, como es el caso de la Industria Nuclear.

Aun cuando estas tres fases sean clásicas en los estudios sobre historia industrial, hay que reconocer que la preocupación por la seguridad, e incluso por lo que podríamos denominar seguridad industrial, es prácticamente tan antigua como la historia de la humanidad. Suele recurrirse al ejemplo del Código de Hamurabi para señalar esta preocupación, en ese caso concreto acerca de las edificaciones, pues este código exige que las edificaciones sean hechas con seguridad, e incluso prevé sanciones muy fuertes, típicas de la ley del Tali3n, contra los constructores cuyas edificaciones no se mantuvieran en pie y provocaran accidentes o muertes. No obstante esta referencia protohist3rica, debemos decir que el concepto de seguridad industrial, tal como se entiende hoy d3a, aparece en la segunda fase de la revoluci3n industrial, si bien cabe encontrar precedentes singulares de preocupaciones en el tema de la seguridad, como es el caso de algunas disposiciones de seguridad laboral en la miner3a en los tiempos de Felipe II. Ahora bien, ni los conocimientos cient3ficos de ese momento, ni mucho menos su proyecci3n tecnol3gica, permiten considerar este interesante precedente y otros similares de manera que podamos estudiarlos como ejemplos de seguridad industrial propiamente dicha.

2. Percepción social de la Seguridad Industrial

Los productos y servicios industriales son tan comunes en nuestra sociedad actual que se puede caer en la falsa percepción de que esos productos y servicios están garantizados de una manera natural, y no es necesaria mayor preocupación para que sigan aportando un beneficio fiable y cotidiano a la sociedad. Ciertamente es que la madurez tecnológica de nuestro desarrollo es una garantía magnífica de que dominamos los medios y métodos para aportar esos productos y servicios, pero cierto es también de que, para hacerlo posible, es necesario mantener y acrecentar nuestra capacidad tecnológica y sus características más sobresalientes: seguridad, rentabilidad y calidad.

Opuesta a la percepción que minusvalora la importancia de la tecnología por creer que es un arte dominado y superado, está la percepción, así mismo exagerada, de que la sociedad depende tan críticamente de la tecnología que podría hablarse de un chantaje tecnológico. Ciertamente es que si en un país desarrollado fallara drásticamente -por poner un ejemplo- el suministro eléctrico o de gasolina, el país se sumiría en un caos socioeconómico de no pequeñas consecuencias. Pero más cierto es aún que con las capacidades tecnológicas disponibles, ese fallo podría restituirse en breve plazo, y la sociedad recobraría su pulso habitual.

Entre ambas percepciones extremas, encontramos una realidad habitual en la que se usan continuamente y extensamente todo tipo de productos y servicios industriales, con resultados muy satisfactorios en cuanto a seguridad y fiabilidad. Es obvio que la seguridad absoluta no existe, y que los riesgos naturales y biológicos confieren a nuestra vida un marco de desarrollo no exento de sobresaltos. Tampoco en la Seguridad Industrial puede existir la seguridad absoluta, pero el nivel al que se ha llegado es muy elevado, y se debe seguir trabajando para que la aparición de nuevas tecnologías y nuevos medios de producción y comercialización no comporten niveles de inseguridad inaceptables para la población ni para las personas profesionalmente expuestas a los riesgos industriales.

Una de las cuestiones más singulares y llamativas de la seguridad industrial es la aparente desproporción entre causas y efectos, sobre todo en lo referente a lo que suele llamarse *accidentes mayores*, a menudo iniciados por un incidente menor. Por ejemplo, son numerosos los casos en que accidentes industriales o paraindustriales de importancia han comenzado simplemente con la utilización de un soplete de soldadura, herramienta ampliamente empleada en la industria y en las construcciones industriales, y cuyos efectos deberían limitarse a la zona tratada, es decir la soldadura. Sin embargo, en muchos accidentes se aprecia esta desproporción entre causas y efectos, y ello tiene su explicación en la concentración de energía y de sustancias inflamables o explosivas que pueda haber en las instalaciones industriales. Precisamente se reserva el nombre de accidentes graves (anteriormente conocidos como accidentes mayores) para aquellas circunstancias en las que hay emisión de energía o de sustancias tóxicas fuera de su recinto nominal de confinamiento, y particularmente fuera de las propias instalaciones, y por tanto en cercanía al medio ambiente humano.

En la práctica totalidad de las aplicaciones industriales, el hombre se encuentra rodeado de fenómenos físicos que no están en su estado habitual o más estable: cargas eléctricas separadas, aparatos a alta presión, vehículos impulsados a alta velocidad, hornos a muy elevada temperatura, etcétera. Gracias a esas alteraciones de la fenomenología natural, el hombre puede disponer de luz y motores eléctricos, puede trasladarse a grandes distancias en breves plazos de tiempo o puede fabricar mejores y más baratos materiales para su vivienda y confort. El objetivo de la Seguridad Industrial es velar porque esas actividades se realicen sin secuelas de daño inaceptables para los

profesionales que las ejecutan, las personas en general, los bienes y el medio ambiente (que en definitiva es un bien público imprescindible para la vida).

Como consecuencia de la preocupación por el riesgo, la Seguridad Industrial ha ido cristalizando en una serie de leyes, decretos y reglamentos que articulan de manera eficaz las exigencias planteadas en dicho terreno. Puede decirse que la práctica totalidad de los países disponen de legislación de seguridad industrial, aunque ésta es realmente completa sólo en los países más avanzados y con mayor tradición tecnológica.

3. Las raíces de la Seguridad Industrial

La Seguridad industrial no debe considerarse como un conjunto de preceptos totalmente consolidados, porque éstos han de evolucionar tal como lo hacen las aplicaciones tecnológicas. En el cuadro 1 se presenta una interpretación acerca de la génesis de la Seguridad Industrial como materia de estudio y trabajo. Parte este cuadro de que el avance científico produce invenciones tecnológicas que pueden materializarse en nuevos productos y servicios industriales. Ello implica nuevos procesos de fabricación, nuevos tipos de instalaciones industriales, y así mismo nuevos productos o servicios que se ponen a disposición del consumidor, entendido éste en un sentido amplio, de población que no tiene por qué tener conocimientos sobre la materia relacionada con dicho producto. En algunos casos los productos o servicios están limitados en su utilización a personas profesionalmente preparadas, por lo que la seguridad adquiere un matiz distinto. Obviamente, de cualquier innovación comercializable ha de derivarse un beneficio social o personal, pues todos estos productos o servicios han de aportar algo útil para la satisfacción de necesidades humanas. Tal es el caso del transporte, la energía, los tejidos, materiales de construcción, etc.

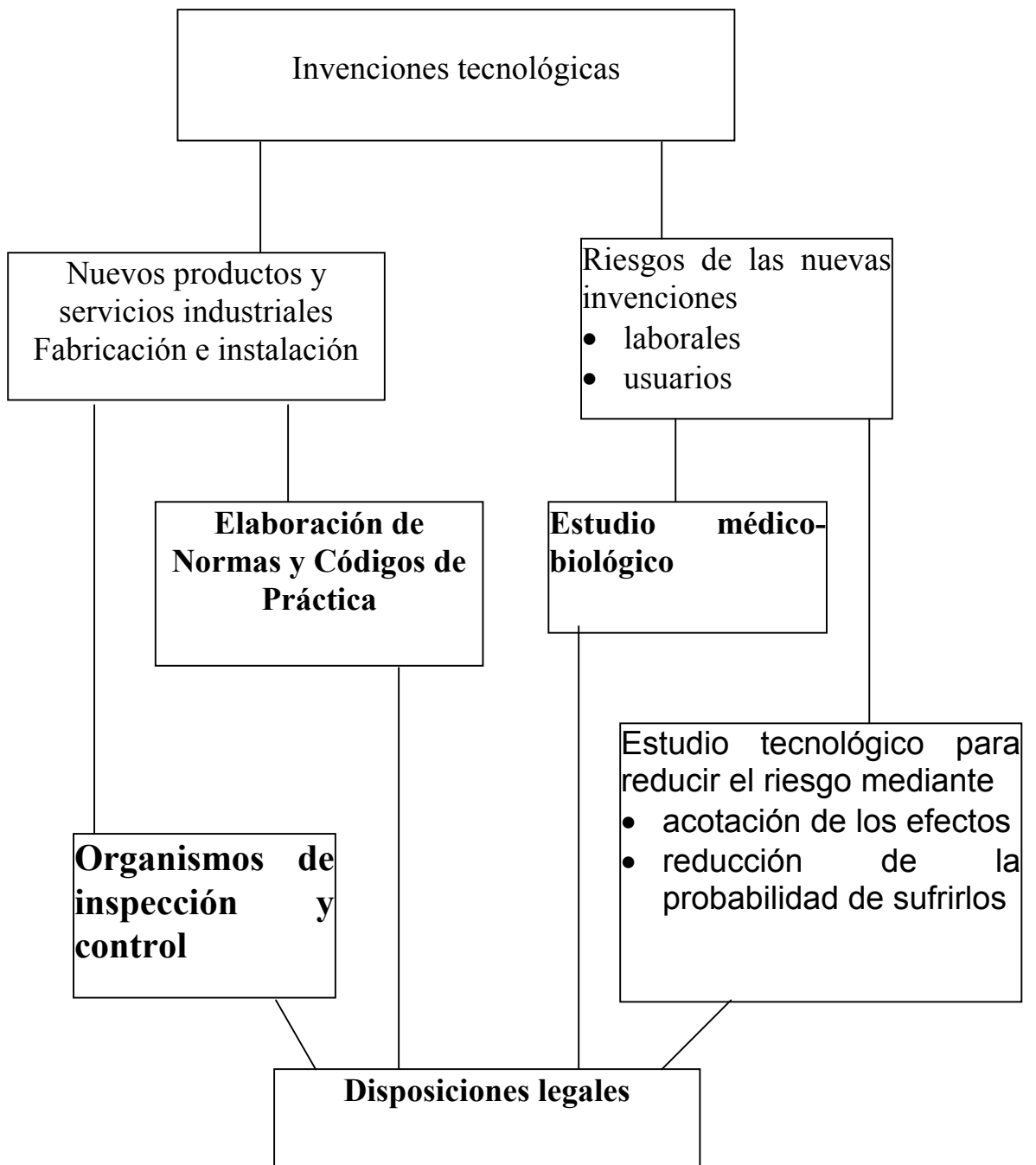
Las *nuevas invenciones* necesariamente implican *nuevos riesgos*, o bien riesgos ya conocidos, pero con raíces distintas o mecanismos de propagación diferentes, relacionados con la novedad de la invención. Esos riesgos tienen por lo general una doble faceta, aunque en algunos casos sea dominante una de ellas. Por un lado comportan riesgos laborales, asociados con la actividad de los profesionales que trabajan en las nuevas instalaciones. Por otro lado implican riesgos a los usuarios, y por lo general la tipología de riesgos de un caso y otro será totalmente diferente.

Para valorar los riesgos hace falta conocer los efectos médico-biológicos causados por esas nuevas invenciones. Por ejemplo el advenimiento y comercialización de la electricidad supuso enfrentarse a los riesgos de electrocución, que pueden originar fibrilaciones cardíacas, y eventualmente el fallecimiento, así como producir quemaduras por contacto eléctrico. Los estudios médicos no tienen por qué ser específicos de una aplicación industrial, habida cuenta de que muchos riesgos son genéricos desde el punto de vista biológico, como todos aquéllos en los que existen sobrepresiones, colisiones, efectos de energía cinética, etc.

El advenimiento de nuevas invenciones obliga al menos a un estudio tecnológico para reducir sus riesgos, atendiendo fundamentalmente a dos cuestiones: acotar y minimizar en lo posible los efectos producibles por estas nuevas invenciones; y reducir la probabilidad de sufrir esos efectos. El daño o efecto causado, multiplicado por la probabilidad con que acaezca ese determinado efecto, es lo que comúnmente se define como riesgo en términos probabilísticos. También hay aproximaciones deterministas al concepto de la seguridad, útiles para ciertos estudios técnicos de alcance acotado (p.e., al régimen nominal de funcionamiento de una instalación) y en particular para el campo de la seguridad ocupacional.

Cuadro 1

Cuadro sinóptico de la génesis de la Seguridad Industrial



Debido a la naturaleza técnica de los riesgos industriales, las exigencias sobre la materia no pueden conformarse con declaraciones de principio, bajo el lema obvio de que todo ha de hacerse con seguridad. Hace falta descender a un detalle que esté en coherencia con el estado del arte de la técnica en cuestión y ello se suele escapar del marco abordable desde el poder legislativo e, incluso, de la Administración; por lo que es indispensable la participación de los propios técnicos en la elaboración de normas y códigos de práctica. Ello permite aprovechar todo el conocimiento científico-tecnológico sobre la materia y sistematizar los requisitos de diseño, construcción, operación y eventual desmantelamiento, de tal manera que sean guías para la buena práctica industrial relativa a esa materia. Es importante señalar que, por lo general, las normas técnicas no tienen obligatoriedad desde el punto de vista legal, salvo aquéllas que estén explicitadas como parte de un reglamento que se haya promulgado como de obligado cumplimiento. Sin embargo las normas técnicas son un elemento imprescindible no solo para mejorar la seguridad industrial, sino para otras cuestiones relacionadas con la productividad y la calidad. En nuestro contexto, lo que importa es que muchas de estas normas permiten asegurar que una instalación o un servicio se está explotando de acuerdo con el mejor conocimiento disponible en el momento.

Ahora bien, las cuestiones de seguridad industrial tienen tal repercusión social que no pueden quedar exclusivamente al arbitrio de los tecnólogos o de las personas entendidas en la materia, puesto que nadie debe ser juez y parte en ningún asunto. Qué duda cabe que los especialistas técnicos en su rama son, sin duda, los más cualificados para entender de ésta, pero resulta lógico que la sociedad tenga que instrumentar mecanismos de control independientes para evitar esta situación de juez y parte que podría darse en el caso de vacío legal.

La Administración debe preocuparse de disponer de los mecanismos de inspección y control independientes que sean capaces de conocer el estado del arte y entender de cómo éste se concreta en disposiciones de seguridad. Las formas en que los diferentes estados se organizan acerca de estas actividades de control e inspección es realmente muy variada, habiendo sociedades que descansan más en entidades no propiamente administrativas, sino procedentes de la sociedad civil, mientras que en otros casos se produce exclusivamente una intervención estatalista. Obviamente, en cualquiera de las circunstancias, ha de observarse y hacerse cumplir el conjunto de disposiciones legales vigentes en la materia. Cabe añadir que sobre esa estructura se encuentra el poder judicial, aunque raramente se ha de recurrir a éste en materias de Seguridad Industrial.

Esta glosa sobre la génesis de la seguridad industrial es procedente cuando se quiere subrayar la significación tecnológica que subyace en esta materia, a pesar de que, como se ha reconocido, se materializa en disposiciones legales que parecen tener justificación por sí mismas. Esto no es así, ni tampoco se debe entender así cuando a través de la judicatura hay que resolver pleitos de esta naturaleza. De hecho, los tribunales de justicia han de recurrir cotidianamente a informes periciales técnicos para poder entender de esta materia, pues indudablemente la naturaleza técnica del tema exige que ello se trate con el rigor científico necesario. Y este rigor debe aplicarse a cada caso, lo cual no puede contemplarse en una disposición legal, que por muy sistemática y amplia que sea, no pueda abordar toda la casuística de los fenómenos físicos y la aplicación industrial de esos fenómenos.

4. La estructura de la Seguridad Industrial

Aunque la Seguridad Industrial haya dado lugar a una bibliografía internacional suficientemente amplia, sin embargo son muy escasos los libros que tratan de este tema con rigor o presentación académica. Son bastante comunes los manuales de seguridad e higiene, y los estudios realizados sobre especificaciones técnicas de instalaciones y códigos de práctica. Sin embargo, es bastante escasa la bibliografía que se preocupa de la seguridad industrial como materia de estudio en sí, a pesar de la trascendencia que tiene la seguridad industrial, no solo por la siniestralidad que comporta, y que se traduce en miles de accidentes mortales al año en el mundo, sino también por importantes efectos económicos y sociales. En España, por ejemplo, en 1996 se produjeron más de 1.300 fallecimientos por accidentes de trabajo, en muy gran medida relacionados con la seguridad industrial, y el coste de la siniestralidad laboral fue del orden del billón de pesetas. En 1997 la cifra fue de 1.465, y ascendió ligeramente a 1.478 en 1.998.

En el cuadro 2 se presenta una estructura matricial de la seguridad industrial que nos permitirá desarrollar este tema con cierta sistemática académica.

En el eje horizontal encontramos los orígenes del riesgo, que en dicho cuadro no presenta una clasificación exhaustiva de materias, aunque sí se señalan las más significativas.

Térmico	Reactividad química (causticidad)
De presión	Toxicidad química
De energía cinética	Eléctrico
De energía potencial	Radiológico
De explosión	Óptico
Incendio (combustión)	Acústico

A menudo las causas están ligadas entre sí, como ocurre por ejemplo en los incendios iniciados por soldaduras de soplete, lo cual origina un alto número de accidentes laborales con fuertes repercusiones económicas y sociales. En este caso, un punto térmico de alta intensidad generado a partir del soplete en una zona inadecuada, provoca la ignición de un material combustible no debidamente protegido de la acción del soplete. No en pocos casos dicho material puede corresponder a suciedad o residuos de materiales inflamables, o a productos que teóricamente no deberían haber estado emplazados o almacenados en aquel lugar.

En el eje vertical izquierdo, se disponen tres niveles diferentes que señalan distintos grupos humanos sobre los que actúan los efectos de la inseguridad. En el nivel inferior, más próximo al origen del riesgo, encontramos a los profesionales del ramo. Sobre estos, encontramos usuarios no profesionales, entendiéndose por éstos personas que han adquirido productos o son usuarios de servicios industriales a cuyos riesgos están expuestos.

Por último podemos contabilizar el público en general, que puede sufrir los efectos de la inseguridad como consecuencia de emanaciones de sustancias tóxicas o de energía fuera de los ámbitos donde nominalmente han de estar confinados.

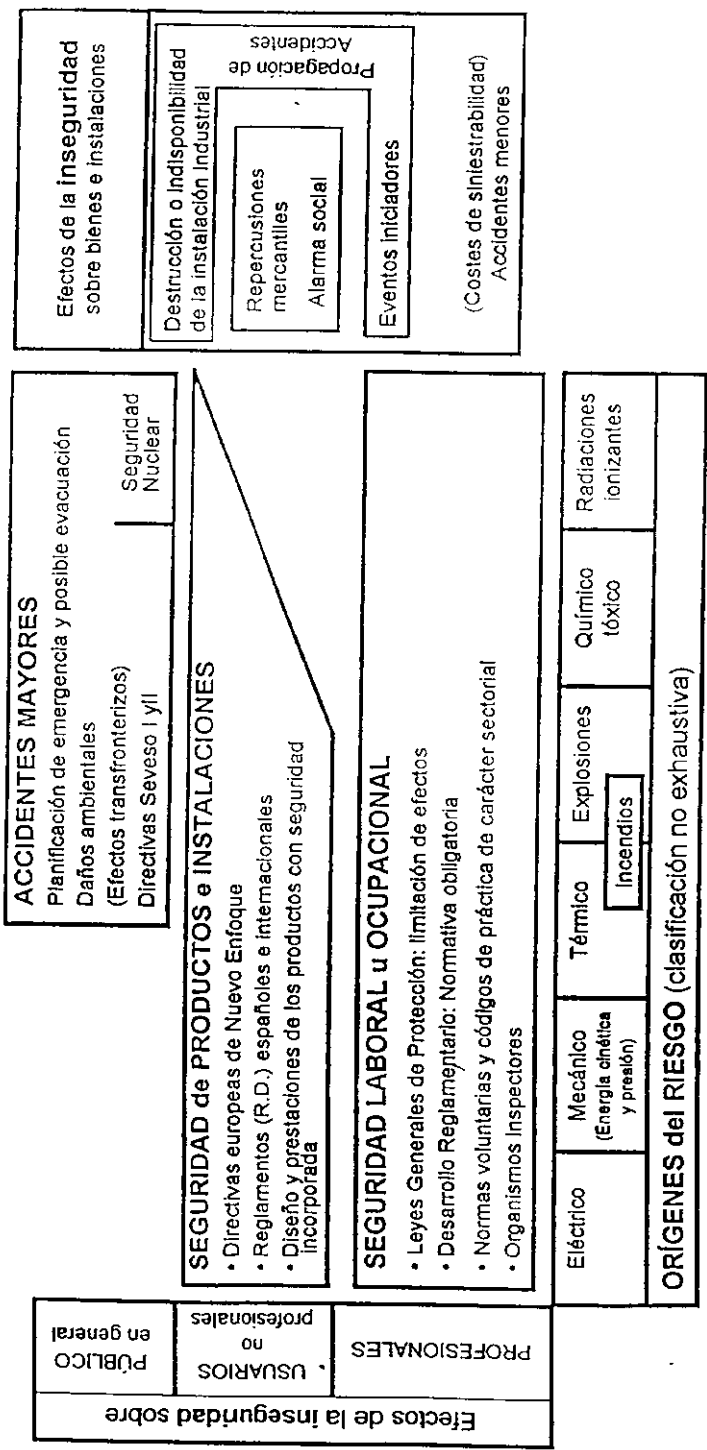
Adicionalmente hay que considerar los efectos socio-económicos de la inseguridad industrial, reflejados en el eje derecho del cuadro 2. Los efectos económicos no siempre guardan relación con los daños biológicos causados, pues pueden quedar limitados a la propia instalación, que sufra un gran deterioro o quede indisponible. Por ejemplo, en el accidente de la central nuclear de Harrisburg (TMI-2, en 1979) no se produjo ninguna

baja directamente atribuible al accidente, y sin embargo las pérdidas se valoraron en más de 2.000 millones de dolares del citado año. En dicho accidente, una concatenación de averías y una mala respuesta de los operadores de la central, hizo que el núcleo del reactor resultara fuertemente dañado, y dicha unidad de la central quedara inhábil absolutamente. Como solo llevaba un año de funcionamiento, prácticamente se perdió toda la inversión.

Como consecuencia fundamentalmente de los efectos de la inseguridad sobre la población, es convencional distinguir estos tres tipos de Seguridad Industrial, que no obstante están conectados entre sí y tienen una raíz común, si bien muchas veces se consideran, erróneamente, como disjuntos.

Para ilustrar más la doble vertiente de la Seguridad Industrial, técnica por un lado, social por otro, se añade el cuadro 3, que sistematiza las áreas y relaciones internas que cabe distinguir en este ámbito.

En el lado superior se reseñan los efectos de la inseguridad sobre distintos grupos de población, y en lado inferior el origen de los riesgos, éste es, la proximidad técnica a un peligro. En la escala media se mencionan algunas herramientas operativas (Planes de Prevención, Planes de Emergencia) y algunas disposiciones legales como exponentes de la cuantiosa documentación reglamentaria que existe en este ámbito.



Cuadro 2

ESTRUCTURA MATRICIAL DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL

EFFECTOS de la INSEGURIDAD sobre		
Profesionales	Público comprador	Público en general
Seguridad Laboral u Ocupacional	Seguridad de Productos Industriales	Seguridad de Instalaciones y Transportes Industriales
Ley de Prevención de Riesgos Laborales (mas Reglamento)	Directivas de la U.E. Mercado CE y Reglamentos Nacionales	Directivas “Seveso” de la UE y Reglamentos Nacionales
Planes de Prevención y Manuales de funcionamiento	Exigencias en el diseño, la producción e información básica al usuario	Planes de emergencia. Especificaciones Técnicas de Funcionamiento
Identificación de peligros específicos del puesto de trabajo. Análisis funcional	Identificación de peligros por uso de productos. Análisis de daños por usos inadecuados	Identificación de peligros por accidentes (sobre todo Accidentes Mayores) así como por funcionamiento rutinario
ORIGEN de los PELIGROS (Temperatura, Presión, Energía, Radiaciones, Productos Tóxicos, Corrosivos...)		

Efectos sociales

Ambito esencialmente Técnico

Cuadro 3

4.1. La seguridad laboral

El ámbito correspondiente a los profesionales suele denominarse seguridad laboral u ocupacional, y está afecta en varios casos a las organizaciones que entienden del Trabajo. Lógicamente en este campo se trata de proteger al profesional, y de ahí la importancia que adquieren las organizaciones, entidades o institutos dedicados a velar por la seguridad de los trabajadores.

Ello sin embargo no debe hacer olvidar que es el origen del riesgo, en definitiva la escala horizontal del cuadro, lo que provoca la necesidad de articular una seguridad ocupacional; pues de lo contrario las disposiciones legales al efecto se limitarían a declaraciones de objetivos y de buena voluntad, pero no podrían descender a cuestiones

prácticas que realmente sirvieran para proteger a los profesionales. En este caso, en el pináculo de la pirámide normativa aparecen una o varias leyes generales de protección, que ante todo piden la limitación de efectos sobre los profesionales, obligan a mantener unas determinadas estructuras de seguridad, y contemplan un régimen sancionador para actuar contra los individuos o las empresas que transgredan estos principios legales. En España ese papel lo cumple la ley de Prevención de Riesgos Laborales [Ley 31/1995].

Bajo estas leyes aparecen los Reglamentos (en España a nivel de Real Decreto) que implican una normativa obligatoria, por lo general estrictamente limitada a los aspectos de seguridad y protección. En muchos casos esta normativa impone valores mínimos o máximos a magnitudes fácilmente mensurables, con objeto de limitar los efectos de una manera práctica y efectiva. Tal es el concepto, por ejemplo, de las concentraciones máximas permisibles de productos tóxicos, bien químicos, bien radiactivos. Adicionalmente existen unas normas voluntarias y unos códigos de práctica aplicables a los diversos sectores industriales y generados tanto por asociaciones profesionales como por la propia empresa que los impone. Las normas voluntarias contienen un conjunto mucho más detallado de prescripciones y disposiciones que sirven para concretar la normativa obligatoria a un puesto específico de trabajo. En algunos casos ello constituye la esencia de los *planes de prevención* [internos y de puestos específicos] y de los *planes de emergencia* que por lo común son requeridos por las leyes generales de protección.

En España, es el Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo quien tiene las competencias más claras sobre este tema, si bien las comunidades autónomas poseen, la mayor parte de ellas, ciertas competencias transferidas para añadir o modular algunas cuestiones a los requisitos planteados por el INHST.

No puede dejar de señalarse que a menudo la seguridad laboral se entiende básicamente desde el lado de los efectos (por así decirlo, la escala vertical de la estructura matricial que comentamos) y tiene menos peso específico lo correspondiente a la parte técnica (escala horizontal). A nuestro entender, una seguridad laboral u ocupacional equilibrada debería contar también con mayor indagación sobre los orígenes del riesgo, y no solamente sobre como limitar los efectos de éstos mediante limitaciones en valores tales como la tensión eléctrica, la temperatura, la presión, los decibelios, la exposición radiológica, o las concentraciones de diversos productos. El análisis de cómo asegurar para una instalación que esas limitaciones no van a ser transgredidas, por disponer de márgenes muy amplios entre los valores nominales y los valores límite, debería ocupar una parte importante de la seguridad laboral.

Este punto no es competencia explícita o exclusiva de los organismos inspectores, que básicamente tienen que velar por el cumplimiento de la ley, sino que recae fundamentalmente en las propias empresas y en los propios ingenieros que tienen a su cargo dichas instalaciones, y por tanto son quienes están más cualificados para realizar dichos análisis sobre los orígenes del riesgo, con los cuales se puede llevar a efecto una inmejorable política de protección. La ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales prevé la existencia de planes de prevención, y estos planes solo pueden llevarse a efecto de manera rigurosa si se cuenta con una metodología de seguridad que vaya más allá de la mera aceptación de unos valores límites y de un control periódico de éstos. El Reglamento subsiguiente (R.D. 39/1997) de los Servicios de Prevención ha sido un primer paso para la materialización de los requisitos de seguridad de forma técnicamente aceptable, y la responsabilidad de conseguir en esto los mejores resultados recae fundamentalmente en la comunidad técnica y de ingeniería.

4.2. La seguridad de productos

El tema referente a los usuarios tiene un planteamiento completamente distinto al anterior, aún cuando los orígenes del riesgo sean similares. En este caso nos encontramos ante productos e instalaciones industriales que o bien pueden ser usados directamente por el público comprador, o bien prestan un servicio del cual se beneficia dicho público. La seguridad laboral trata de personas profesionalmente expuestas, pero aquí nos encontramos con personas que no tienen por qué tener ninguna cualificación para el uso de dicho producto.

Ello significa que los productos deben llevar su seguridad incorporada mediante el adecuado diseño y atendiendo a técnicas de fabricación que aseguren las prestaciones de los productos, incluidas sobre todo sus características de seguridad.

En el régimen administrativo tradicional en la mayor parte de los países occidentales sobre seguridad de productos, se utilizaba comúnmente la práctica de la *homologación*, todavía necesaria hoy en algunos tipos de productos. Mediante la homologación, la Administración otorgaba *a priori* un permiso de comercialización de un producto, a partir del ensayo de un prototipo o de las verificaciones que se estimaran pertinentes en un reglamento.

Ello todavía es así para algunos productos que no están sometidos a lo que se denomina política de Nuevo Enfoque en el ámbito de la Unión Europea. Sin embargo, para la mayoría de los productos industriales, desde los electrodomésticos hasta las embarcaciones de recreo, pasando por ascensores y juguetes, la Unión Europea ha ido promulgando una serie de Directivas que son de obligado cumplimiento y constituyen el esqueleto de la llamada política de Nuevo Enfoque.

Esta política está asociada al establecimiento del Mercado Interior de la U.E., que comprende a los países miembro de la Unión y en el seno del cual la comercialización se realiza libremente, sin barreras arancelarias ni técnicas. Ello significa que un producto que cumpla las directivas de la U.E., puede comercializarse libremente en cualquier país de Europa. Ahora bien, el Nuevo Enfoque no exige una homologación previa a los productos, lo cual hubiera creado una cierta hipertrofia administrativo-técnica contraria a la dinamización mercantil que buscaba la idea del Mercado Interior, sino que la comercialización de los productos se hace bajo responsabilidad del fabricante o del importador, que para comercializar su producto debe estampillar en él el marcado CE, por la cual se responsabiliza de que dicho producto cumple todas las directivas de la U.E. que le sean aplicables.

En la implantación de su política, el fabricante o el importador no pueden fijar el marcado CE con irresponsabilidad, puesto que han de elaborar un expediente técnico en el que se recojan todas las pruebas y ensayos que se han llevado a cabo para asegurar el cumplimiento de las directivas. Ello incluye las prácticas de aseguramiento de calidad del proceso de producción o de los productos; lo cual también es requerido por los módulos de actuación técnica que permiten declarar que se cumplen las directivas aplicables. Mas aún, la declaración de conformidad con las directivas debe ser hecha explícitamente por el fabricante o importador, que bajo su responsabilidad declara que dispone de garantías suficientes de dicho cumplimiento.

En la implantación de su política, la U.E. tenía que compatibilizar la dinamización buscada en sentido comercial con el Mercado Unico con el mantenimiento de unos niveles suficientes de seguridad. Ello se logra básicamente con la promulgación de las directivas llamadas de Nuevo Enfoque, que constituyen la referencia legal obligada a la que se ha de someter todo producto comercializado en la U.E. No obstante, la U.E.

responsabiliza a los estados miembros de la inspección de los productos comerciales existentes en su mercado. Para ello los estados no están llamados a realizar un análisis a priori de los productos a comercializar, lo cual sería prácticamente equivalente a una homologación administrativa. Lo que se encomienda a los estados es que realicen análisis muestrales de los productos comercializados con objeto de asegurar que lo que realmente se encuentra en el mercado europeo cumple las disposiciones de seguridad.

En España, al igual que en otros países de la U.E. se llevan a cabo estas campañas de control de productos industriales, en los cuales el MINER tiene una participación técnica muy significativa, aparte de que la potestad sancionadora esté regulada según la estructuración competencial que prevé nuestra Ley de Industria. Así mismo puede un país miembro invocar la cláusula de salvaguardia, denunciando un determinado artículo inseguro ante la Comisión de la U.E., y solicitando que el artículo sea prohibido en toda la U.E.

En el cuadro 4 se recogen las disposiciones comunitarias más importantes sobre el tema del nuevo enfoque, y particularmente las Directivas que tratan de los requisitos exigibles a diversos tipos de productos industriales.

Cuadro 4

I	Directivas de Nuevo Enfoque
1.	Equipos de baja tensión (73/23/CEE, enmienda 93/68/CEE)
2.	Recipientes a presión simple (87/404/CEE, enmiendas 90/488/CEE y 93/68/CEE)
3.	Juguetes (88/378/CEE, enmienda 93/68/CEE)
4.	Compatibilidad electromagnética (89/336/CEE, enmiendas 92/31/CEE y 93/68/CEE)
5.	Maquinaria (98/37/CE, enmienda 98/79/CE)
6.	Equipos de protección individual (89/686/CEE, enmiendas 93/68/CEE, 93/95/CEE y 96/58/CE)
7.	Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático (90/384/CEE, enmienda 93/68/CEE)
8.	Productos sanitarios implantables activos (90/385/CEE, enmiendas 93/42/CEE y 93/68/CEE)
9.	Aparatos de gas (90/396/CEE, enmienda 93/68/CEE)
10.	Calderas de agua caliente (92/42/CEE, enmienda 93/68/CEE)
11.	Explosivos civiles (93/15/CEE)
12.	Productos sanitarios (93/42/CEE, enmienda 98/79/CE)
13.	Atmósferas potencialmente explosivas (94/9/CE)
14.	Embarcaciones de recreo (94/25/CE)
15.	Ascensores (95/16/CE)
16.	Aparatos de refrigeración (96/57/CE)
17.	Equipos de presión (97/23/CE)
18.	Equipos terminales de telecomunicación (98/13/CE)
19.	Productos sanitarios de diagnóstico in vitro (98/79/CE)
20.	Equipos terminales de radio y telecomunicación (99/5/CE)
II	Directivas basadas en los principios del Enfoque Global, pero que no prevén el mercado CE
21.	Equipos marinos (96/98/CE)

El nombre de **Nuevo Enfoque** procede de la diferenciación con la situación anterior, que sería así de Antiguo Enfoque, en el cual la situación de armonización internacional europea estaba aún por desarrollar, y la idea de un Mercado Interior sin barreras arancelarias entre países miembros no estaba plenamente vigente. Directivas del Antiguo Enfoque hubo pocas, y algunas de ellas (particularmente, la llamada de Baja Tensión, de 1973) fueron incorporadas al marco del Nuevo Enfoque y son absolutamente vigentes.

Por otra parte, antes de la armonización llevada a cabo en toda la Unión Europea a raíz del llamado Nuevo Enfoque y Enfoque Global, cada país disponía de su propia legislación técnica, en la cual, por lo general, todos los productos industriales tenían que pasar por una homologación previa a su comercialización. La homologación es un requisito técnico que implica una serie de ensayos para verificar el cumplimiento de un Reglamento. Aparentemente, este procedimiento ofrece mejores garantías de protección al público, pero conlleva un inconveniente comercial importante, y la mayor seguridad es sólo aparente. Que sea solo aparente se debe a que los productos realmente comercializados podrían no ser exactamente iguales a los prototipos homologados. Para que la garantía sea real, es más apropiado exigir al fabricante un Sistema de la Calidad de su producción o de sus productos, y especificarle una serie de requisitos de seguridad de cuyo cumplimiento tiene que responsabilizarse, por lo que afecta a los productos realmente comercializados. Lógicamente, para que las garantías de seguridad sean reales, las autoridades públicas han de complementar lo anterior con un control muestral de los productos industriales y ese proceso de control debe llevar aparejado una capacidad sancionadora.

Efectivamente, este control de productos en el mercado, mediante campañas de inspección, es un principio fundamental del Mercado Interior, que intenta conjugar el dinamismo comercial y la eliminación de barreras aduaneras con la seguridad de los productos.

El inconveniente anteriormente aludido respecto del Antiguo Enfoque tiene precisamente raíz mercantil: al ser los procesos de homologación distintos en cada país de la U.E., por no tener exactamente los mismos Reglamentos, la comercialización de un producto exigiría en principio la homologación del mismo producto en todos y cada uno de los países de la U.E., con enormes perjuicios comerciales, y sin que ello aumentara la seguridad del producto. La necesidad de armonizar las legislaciones técnicas era evidente, si se deseaba verdaderamente crear un espacio mercantil único en el seno de la U.E. De lo contrario, las barreras aduaneras serían sustituidas por barreras técnicas que así mismo impedirían la fluidez del comercio. De la propia dinámica de armonización de los requisitos exigibles a los productos industriales nació el Nuevo Enfoque, en el que se llegó a un principio jurídico también distinto al del Antiguo Enfoque: las antiguas homologaciones eran un paso previo, imprescindible para demostrar que el producto cumplía un reglamento.

En el Nuevo Enfoque se aplica el principio de presunción de bondad (trasunto del de presunción de inocencia) y basta que el fabricante declare, bajo su responsabilidad, que cumple todos los requisitos de seguridad exigibles para que pueda poner a la venta el producto en toda la geografía de la Unión. Esos requisitos están muy bien especificados en varias Directivas de la U.E. (denominadas de Nuevo Enfoque) y es responsabilidad de cada país la verificación (muestral, por supuesto) de que los productos puestos a la venta cumplen las especificaciones de las Directivas.

Ahora bien, el fabricante (o el importador o el mandatario en su caso) no deben expedir una declaración de conformidad CE sin más exigencia, sino que deben actuar según se prevé en el **Enfoque Global** de evaluación de la conformidad de los productos industriales respecto a los requisitos esenciales de seguridad que impongan las Directivas. Ello se hace a través de un sistema modular basado en ocho módulos fundamentales, más ocho variantes de éstos. Estos módulos están definidos en la Directiva de Módulos (Decisión CEE 90/683, modificada por la Decisión CEE 93/465) y su esquema puede verse en el cuadro adjunto (nº 5)

Cuadro 5
Módulos para la evaluación de la conformidad de los productos

<p align="center">DISEÑO</p>		<p align="center">B. (examen de tipo)</p> <p align="center">El fabricante presenta al organismo acreditado</p> <ul style="list-style-type: none"> - la documentación técnica - el tipo <p align="center">El organismo acreditado</p> <ul style="list-style-type: none"> - evalúa la conformidad con los requisitos imprescindibles - efectúa las pruebas si procede - expide el certificado 	<p align="center">G. (Verificación de la unidad)</p> <p align="center">El fabricante</p> <ul style="list-style-type: none"> - presenta la documentación técnica 	<p align="center">H. (GC completa EN 29001)</p> <p align="center">El fabricante</p> <ul style="list-style-type: none"> - adopta un sistema aprobado de calidad para el diseño (SC) - El organismo acreditado - controla el (SC) - comprueba la conformidad del diseño⁽¹⁾ - expide el certificado de examen «CE de diseño» 	
					<p align="center">A. (Control interno de la fabricación)</p> <p align="center">Fabricante</p> <p align="center">Documentación técnica a disposición de las autoridades nacionales</p>
<p align="center">PRODUCCIÓN</p>		<p align="center">C. (Conformidad con el tipo)</p> <p align="center">El fabricante</p> <ul style="list-style-type: none"> - declara la conformidad con el tipo aprobado - pone el marcado «CE» <p align="center">El organismo acreditado</p> <ul style="list-style-type: none"> - efectúa los ensayos sobre los aspectos específicos del producto⁽¹⁾ - efectúa controles por sondeo del producto⁽¹⁾ 	<p align="center">D. (GC de producción) EN 29002</p> <p align="center">El fabricante</p> <ul style="list-style-type: none"> - adopta un sistema de calidad homologado para la inspección y los ensayos - declara la conformidad con el tipo aprobado - pone el marcado «CE» <p align="center">El organismo acreditado</p> <ul style="list-style-type: none"> - efectúa el SC - efectúa el control de SC 	<p align="center">E. (GC del producto) EN 29002</p> <p align="center">El fabricante</p> <ul style="list-style-type: none"> - adopta un sistema de calidad (SC) homologado para la inspección y las pruebas - declara la conformidad con el tipo homologado o imprescindibles - pone el marcado «CE» <p align="center">El organismo acreditado</p> <ul style="list-style-type: none"> - efectúa el SC - comprueba el SC 	<p align="center">F. (Verificación sobre producto)</p> <p align="center">El fabricante</p> <ul style="list-style-type: none"> - declara la conformidad con el tipo aprobado o con exigencias básicas - pone el marcado «CE» <p align="center">El organismo acreditado</p> <ul style="list-style-type: none"> - comprueba la conformidad - expide el certificado de conformidad
			<p align="center">A.</p> <p align="center">El fabricante</p> <ul style="list-style-type: none"> - declara la conformidad con las exigencias básicas - pone el marcado «CE» <p align="center">A. bis</p> <p align="center">El organismo acreditado</p> <ul style="list-style-type: none"> - efectúa los ensayos sobre los aspectos específicos del producto⁽¹⁾ - efectúa controles por el sondeo del producto⁽¹⁾ 	<p align="center">El fabricante</p> <ul style="list-style-type: none"> - presenta el producto - declara la conformidad - pone el marcado «CE» <p align="center">El organismo acreditado</p> <ul style="list-style-type: none"> - comprueba la conformidad con los requisitos indispensables - expide el certificado de conformidad 	<p align="center">El fabricante</p> <ul style="list-style-type: none"> - adopta un SC aprobado para la producción y los ensayos - declara la conformidad - pone el marcado «CE» <p align="center">El organismo acreditado</p> <ul style="list-style-type: none"> - controla el (SC) - comprueba la conformidad del diseño⁽¹⁾ - expide el certificado de examen «CE de diseño»

⁽¹⁾ Disposiciones adicionales que pueden utilizar en las directivas específicas NB, GC, «Garantía de calidad» SC= Sistema de calidad

4.3 Accidentes Graves

Un tercer ámbito de la Seguridad Industrial lo conforma todo lo relativo a los accidentes mayores o graves, entendiendo por éstos los que repercuten en el público en general o al medio ambiente humano, con emisión de sustancias tóxicas fuera de las instalaciones industriales, o con emisión de energía en cantidades anormales. La emisión de energía suele ir acompañada en estos casos de fenómenos peligrosos tales como detonaciones, deflagraciones e incendios. En numerosas ocasiones, la existencia de estas emisiones energéticas estimula la dispersión de los agentes tóxicos y por tanto contribuye a dar una mayor proporción catastrófica a un determinado accidente.

En grandes líneas cabe diferenciar dos ámbitos industriales en los que esta accidentología tiene especial relevancia, y que se tratan separadamente. Por un lado los agentes químicos tóxicos, y por otro los productos radiactivos. Estos últimos, por sus

propias peculiaridades y por la especificidad de las instalaciones donde se produce una ampliación considerable de la radiactividad natural, son objeto de legislación y normativa así mismo específica. En ello también se aprecia una cierta evolución histórica, pasando por una primera fase de promoción, o productividad, de la energía nuclear y una segunda fase en la que quedaron separadas las competencias propias a la seguridad industrial, en este caso seguridad nuclear.

Por ejemplo, en EEUU tras la II Guerra Mundial, se creó la Atomic Energy Commission, que tenía por misión el desarrollo de las aplicaciones nucleares, y dentro de la cual existían los organismos pertinentes de seguridad, pero embebidos en la propia organización de la AEC, como era el caso del Advisory Committee on Reactor Safety.

A raíz del amplio despegue de la industria nuclear en EEUU durante los años 60 y principios de los 70, se sintió la necesidad de deslindar las tareas de promoción de la energía nuclear respecto de las tareas de seguridad, incluyendo en éstas la evaluación, el licenciamiento, la inspección y el control. Ello llevó a la creación de la Nuclear Regulatory Commission en 1974, organismo específicamente encargado de la Seguridad Nuclear en dicho país. De manera análoga, otros países optaron por diferenciar cometidos en el tema nuclear. Por mor de independencia en materia de seguridad, se constituyeron organismos e instituciones con solvencia técnica y capacidad resolutoria independiente, cuyos dictámenes fueran vinculantes en el tema de la seguridad nuclear, particularmente cuando dichos dictámenes tuvieran connotaciones restrictivas de uso de una instalación. Tal es el caso en España de la creación del Consejo de Seguridad Nuclear por Ley 15/1980, que supuso una importante actualización en dicho campo, habida cuenta de que las materias de seguridad nuclear habían estado anteriormente en cierto modo diluidas en el articulado general de la Ley 25/1964 de Energía Nuclear.

Por un lado es pertinente tener capacidad de reaccionar ante catástrofes de cualquier naturaleza, incluso con planes de evacuación, pero por otro hay que prevenir los accidentes industriales en sus raíces, evitando su propagación y magnificación.

En el caso de los accidentes mayores aparecen problemas relacionados con el público en general, y por tanto con el orden público. Ello explica que muchas de las cuestiones referentes a la seguridad ante accidentes mayores se contemplen básicamente desde la óptica de la protección civil, olvidando en algunos casos que la protección más eficaz se debe producir en la raíz de la instalación y de los procesos.

En el campo de la industria química, en el contexto europeo es imprescindible señalar la existencia de las directivas comúnmente llamadas Seveso I y Seveso II, que constituyen un marco de referencia obligado, y que a su vez se han de trasponer a las legislaciones y normativa obligatoria de los países miembro.

Hay que anotar, no obstante, que estas directivas están inspiradas en la necesidad de protección a la población en general, particularmente la cercana a las industrias químicas, y como tales directivas poseen un carácter muy genérico, pues afectan a todo tipo de industrias, salvo algunos casos singulares como es el nuclear, el de defensa y el de la minería. Al tener un objetivo muy genérico, las directivas Seveso no pueden descender a niveles detallados sobre los estudios de seguridad y las técnicas de prevención y mitigación de accidentes de cada tipo concreto de instalación o industria. Al contrario las directivas son muy exigentes, en particular la Seveso II, en lo que corresponde a información al público de los riesgos asociados a las instalaciones, y sobre la involucración de las autoridades locales y de los responsables de protección civil, de cara a elaborar planes de emergencia o actuaciones de diverso tipo ante posibles accidentes mayores. También involucran muy señaladamente a las autoridades

de Ordenación del Territorio y desarrollo urbanístico, para que no minusvaloren los riesgos asociados a industrias preexistentes.

No obstante esta inspiración generalista de las Directivas Seveso, en ellas se incluye la necesidad de que las industrias, particularmente en su etapa de implantación, pero también como consecuencia de variaciones en la producción, formalicen un Informe de Seguridad en el que se aborden todas las cuestiones que puedan afectar a los accidentes mayores, y particularmente las relativas a algunas sustancias especialmente tóxicas en el campo químico, que están relacionadas en el apéndice de las Directivas.

Aún así, se hecha a faltar en el conjunto de disposiciones relativas a las directivas Seveso, la existencia de un plan de revisión estandar para cada tipo de instalación, de manera similar a como existe en la industria nuclear. En este último campo, partiendo de unas decenas de criterios científico-técnicos relativos a las instalaciones nucleares, se llega a Guías de seguridad y especificaciones de funcionamiento que constituyen con un análisis sistemático de la seguridad nuclear. Bien es cierto que la industria nuclear permite, por su carácter intensivo en capital y en intelecto humano, ese gran esfuerzo de sistematización que se ha realizado en la industria nuclear, y que establece planes de revisión estándar muy detallados, y con criterios que se concretan en especificaciones para las diversas variables físicas del sistema. Pero, al igual que las nociones de calidad nacidas en la industria nuclear han impregnado la industria nuclear, su metodología de seguridad también debería inspirar lo realizado en otros campos.

5. La articulación legal de la Seguridad Industrial

La importancia social de la Seguridad Industrial ha obligado a incluir ésta entre los temas cubiertos por la legislación de los diversos países, e incluso por tratados internacionales.

De hecho, la Seguridad se vertebra, jurídicamente hablando, en una pirámide, o conjunto de pirámides en función de la diversidad de sectores, en cuyos vértices existe una ley que da valor jurídico completo a todo lo amparado por la ley o leyes en cuestión.

Las leyes contienen los principios generales que inspiran las medidas de seguridad que luego se han de materializar, e incluyen también varias referencias al régimen sancionador, en general de carácter civil, pero que puede llegar hasta la índole penal.

Las leyes suelen delimitar muy bien el campo de aplicación y proporcionan indicaciones para la depuración de responsabilidades, pero no descienden al detalle de como llevar a la práctica las medidas de seguridad.

Este cometido recae en disposiciones de rango inmediato inferior, generalmente Reales Decretos (gubernativos o legislativos) que constituyen nuestra base reglamentaria de la Seguridad Industrial.

España es un país donde existe una amplia legislación industrial, cuyas bases iniciales estaban sentadas sobre la Ley de Ordenación y Defensa de la Industria, de 24 de noviembre de 1939, en la que se regulaban los aspectos básicos del tratamiento de los problemas industriales y los aspectos competenciales entre los distintos Departamentos de la Administración

La Ley tuvo, a lo largo de los años, un desarrollo desigual en distintas áreas. Como consecuencia de la misma, se dictaron multitud de disposiciones sobre cada uno de los temas que en cada momento se consideraron de interés, hasta formar un entramado de cientos de disposiciones.

Estas disposiciones afectan a un gran número de productos e instalaciones industriales, sobre los que existen riesgos de seguridad, y cuyo desglose en grandes campos es como sigue:

6. Refinerías de petróleo y similares
7. Instalaciones y almacenamiento de productos químicos
8. Instalaciones y almacenamiento de gases licuados de petróleo
9. Redes y acometidas de combustibles gaseosos
10. Plantas e instalaciones frigoríficas
11. Instalaciones térmicas
12. Instalaciones eléctricas, haciendo distinción de

Alta tensión (> 1000 V)

Baja tensión

La legislación sobre productos o instalaciones se planteó en el pasado de forma individualizada, en base a las necesidades de cada momento y en cada sector, sin que la misma respondiera a un hilo conductor común, razón por la que no era infrecuente el hecho de que un mismo problema recibiera tratamientos muy diferentes, en función de las circunstancias concretas de cada caso.

El primer paso en la racionalización del sistema se dio con la publicación del Real Decreto 2584/81, en el que se establecía el Reglamento General sobre actuaciones del Ministerio de Industria y Energía en el campo de la normalización y homologación. El Reglamento sigue actualmente en vigor, aunque con modificaciones importantes respecto a los planteamientos primitivos, por los efectos de la Ley de Industria de 1992 y por nuestra incorporación a la Unión Europea en 1986, con notoria influencia por la instauración del Mercado Interior en 1996.

En él se abordaban distintos temas, tales como la homologación, los laboratorios de Ensayos, las Entidades de inspección, los Reglamentos Técnicos, la Certificación, las Entidades de certificación, las Marcas de calidad, así como un sistema sancionador, contra los incumplimientos del mismo.

Esta disposición sirvió como punto de partida para las que se publicaron con posterioridad, pero dejó a un lado aquellos campos donde la reglamentación estaba ya muy implantada, como el área del material de transporte, vehículos, recipientes a presión, ascensores, etc., así como otros productos con grandes implicaciones de seguridad y para los que existía ya una amplia legislación.

Toda esta normativa estaba orientada hacia una intervención directa de la Administración en el control, tanto de las instalaciones como de los productos industriales, y apoyada, bien en la inspección directa de la propia Administración, bien en los dictámenes técnicos de instituciones privadas de Inspección y control o ensayos de laboratorio.

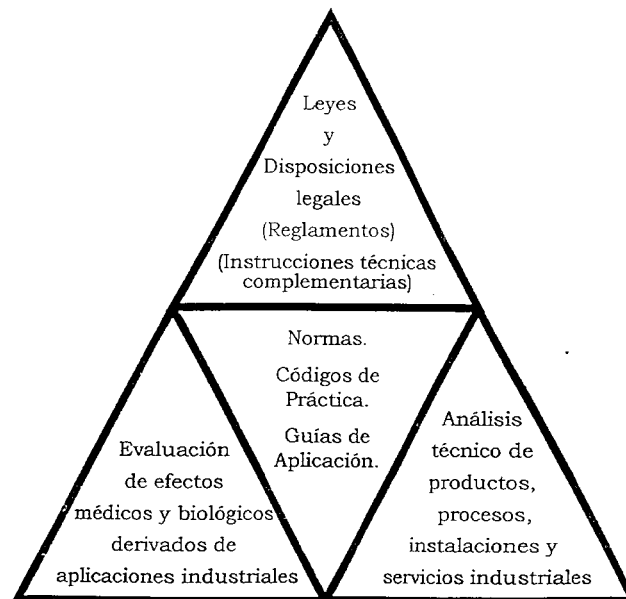
La entrada de España en la CEE en el año 86, trajo como consecuencia la necesidad de modificar una buena parte de nuestra legislación sobre productos industriales, transponiendo las Directivas europeas cuando éstas existían, o introduciendo en la legislación nacional los principios derivados de la doctrina del Tribunal de Luxemburgo en relación con las obligaciones derivadas de los artículos 30 al 36 del Tratado de Roma.

Todas las nuevas reglamentaciones españolas que se han ido publicando desde el año 86, incorporan esos principios y han sido sometidas al procedimiento establecido en la Directiva 83/189/CEE, sobre información mutua, con el que la Comisión y los Estados miembros pueden hacer objeciones con carácter previo a los proyectos de disposiciones nacionales que contengan aspectos contrarios al Derecho comunitario.

La Ley 21/1992, de Industria, congruente con esa evolución de la situación, ha facilitado que los reglamentos de seguridad y su control se adapten mejor a la situación que se deriva de nuestra incorporación a Europa y nuestra distribución interna de competencias en el marco del Estado de las autonomías.

Simultáneamente se ha procedido a la transposición de las Directivas Europeas al Derecho interno español, lo que ha permitido la anulación de bastantes disposiciones nacionales, ya superadas por la nueva normativa europea.

Cuadro 6



Estructura esquemática de la metodología técnica de la Seguridad Industrial

Dentro de las disposiciones legales, los Reglamentos son las disposiciones esenciales en nuestra articulación de la Seguridad Industrial, y proporcionan tanto a las empresas como a los profesionales, como al público en general, los elementos necesarios para explotar con seguridad una determinada actividad industrial. Los Reglamentos suelen jugar un papel esencial en las demandas o litigios civiles y penales relacionados con los daños producidos por actividades industriales. Por ejemplo si una peritación judicial determina que una distancia determinada entre un foco de peligro (un cable, un horno, etc) y otro elemento (que puede ser una persona) es menor que la especificada en el Reglamento aplicable, la culpa recaerá sobre el titular de la instalación. Por lo contrario, de haberse observado las prescripciones reglamentarias, la vulneración de esa distancia se debería a otras causas, pero en principio quedaría eximida la responsabilidad del titular.

El objetivo fundamental de los Reglamentos no es, sin embargo, depurar responsabilidades en caso de accidente, sino dejar sentadas las bases para que el aprovechamiento de los bienes industriales se haga con las mejores y más fiables técnicas compatibles con el estado del arte en la especialidad en cuestión.

Ilustraremos brevemente este tema con el ejemplo de la electricidad. Por la enorme importancia del suministro eléctrico en la sociedad civilizada actual, es lógico que las empresas del sector se ocupen de mantener ese servicio, pues de lo contrario se producirían lógicas reclamaciones de los abonados. Ahora bien, *el mantenimiento del servicio tiene que ser compatible con la seguridad industrial*, y ello se especifica a través de los Reales Decretos que promulgan los pertinentes Reglamentos.

En este ejemplo que estamos tratando, encontramos el "Reglamento sobre Condiciones Técnica y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de

Transformación”, R.D. 3275/1982 de 12 de noviembre (BOE del 1-12-82) y el “Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión”, D.3151/68 de 28 de noviembre, BOE del 27.12.68 y 8.3.69). Estos reglamentos especifican múltiples requisitos dimensionales, de operación y montaje que es preciso observar, pues de lo contrario se vulneraría la ley y se expondría a efectos inadmisibles de inseguridad a los ciudadanos y a los profesionales del ramo. Por ilustrar con un ejemplo, las condiciones de tendido de un cable eléctrico en un momento dado en una línea aérea de alta tensión no serán, por lo general, las que produzcan la máxima flecha ni la máxima tensión de su catenaria. El Reglamento citado prevé estas cuestiones, y en función de varios parámetros (climatológicos, de altitud, etcétera) indica qué precauciones técnicas se han de adoptar en su cálculo y montaje para que ni la flecha (distancia al suelo) ni la tensión mecánica alcance valores inadmisibles.

Conviene hacer tres puntualizaciones relativas a los Reglamentos:

En primer lugar, éstos suelen complementarse con un buen número de Ordenes Ministeriales para actualizar, interpretar o completar las especificaciones originales, constituyendo la parte básica de lo que hemos llamado pirámide normativa.

En segundo lugar, una instalación, proceso o servicio industrial raramente está afectado por tan sólo un reglamento, pues la interrelación entre magnitudes físicas va más allá de la división en especialidades que hace la ciencia para facilitar su estudio. Por ejemplo, en las instalaciones de Alta Tensión (o en la gestión de algunos de sus desechos, como los aceites aislantes) se han de aplicar otros R.D., tales como el de Instalaciones de Protección contra Incendios (R.D. 1942/1993, BOE 7.5.94) y el Reglamento para Residuos Tóxicos y Peligrosos (R.D. 833/88, BOE 30.7.98).

Por último, debido a nuestra integración en la Unión Europea, muchos de nuestros Reglamentos se han de reacondicionar, o promulgarse ex-novo, para cumplir las exigencias comunitarias. No es éste el caso de Alta Tensión, por ahora, pero sí lo son otros muchos, desde la Baja Tensión a los Accidentes Graves (Directivas Seveso) a los que luego haremos breve referencia.

Los Reglamentos no siempre tratan de procesos industriales en el amplio sentido que hemos dado, sino también de *productos industriales*; bien sean para uso profesional o, sobre todo, uso público general.

Hemos mencionado al comienzo de este artículo que la profusión de productos industriales es una de las características de nuestra sociedad. Es lógico por tanto que la sociedad, a través de sus autoridades competentes, se haya dotado de unos mecanismos técnicos y administrativos para asegurar que la seguridad de estos productos alcanza el nivel adecuado o, lo que es equivalente, que de su uso no se van a desprender riesgos inaceptables.

El concepto *producto industrial* debe entenderse también en un sentido amplio, incluyendo los *servicios* prestados en los que intervienen artefactos o equipos industriales, como ocurre en los transportes. En tal caso, los requisitos de seguridad no sólo afectan a los productos en sí, sino al modo en que se usan, limitaciones de funcionamiento, etc. Quizá uno de los ejemplos más claros sea el de la aviación comercial, actividad de muy bajo nivel de riesgo gracias a la sistematización de sus procedimientos de seguridad. Para ello existen organismos de extraordinaria solvencia técnica y de gran competencia administrativa, pues aquéllos de sus dictámenes que tengan carácter prohibitivo son vinculantes. Tal es el caso de la FAA (Federal Aviation Administration) en Estados Unidos y el de la JAA (Joint Aviation Authority) en Europa,

cuyas Normas y Guías son de obligado cumplimiento e imponen unos exhaustivos procedimientos operativos a las Compañías Aéreas y a las autoridades aeroportuarias.

La existencia de estos organismos específicos se justifica por dos motivos: en primer lugar, porque técnicamente afectan a unos productos y servicios de características muy peculiares; en segundo lugar, porque sus efectos dañinos se limitan (por lo común) a un determinado conjunto de la población (los pasajeros en este caso) que asumen voluntariamente el riesgo que conlleva ese servicio.

6. Metodología técnica

La complejidad de las ciencias de la naturaleza obliga a que el conocimiento humano las parece y divida en diversas especialidades o áreas de conocimiento, por la imposibilidad de abarcar toda la realidad física en una única materia de estudio. Con la Seguridad Industrial ocurre, aunque en menor medida, algo similar, pues la Seguridad Industrial en su conjunto es vasta y compleja, y se presta además a cierta parcelación para su estudio.

El núcleo central de la metodología de la Seguridad Industrial es el Análisis de Riesgos, pero esta actividad no debe contemplarse nunca como un fin en sí misma, sino como un medio o una herramienta. En este campo tienen también importancia esencial las Normas. La palabra *norma* puede aplicarse a campos muy diversos y con distintos grados de obligatoriedad, pero aquí interesan las Normas cuyo cumplimiento se hace obligatorio por su mención en la legislación. Hay otras que, aunque teóricamente voluntarias, son imprescindibles porque gracias a ellas puede demostrarse ante la autoridad que un determinado proceso industrial se lleva a cabo de acuerdo con una buena práctica totalmente avalada por el estado del arte.

La gran ventaja de las Normas es que sistematizan el tratamiento de temas complejos, evitan la improvisación, aprovechan la experiencia acumulada, facilitan la comunicación entre interlocutores (ingenierías, titulares de instalaciones, administración,...) y dan un gran respaldo técnico porque precisamente proceden de adecuados Análisis de Riesgos.

Naturaleza similar a las normas tienen las *Guías de Aplicación*, mediante las cuales se establecen procedimientos operativos, de ensayo, etc., a partir de los principios de seguridad que rigen una determinada actividad. Las Guías no son por lo general obligatorias, pero su buen uso puede implicar la demostración de que se cumplen dichos principios, y en tal sentido, más que recomendables, son técnicamente imprescindibles. De lo contrario, la ingeniería encargada de diseñar u operar un proceso industrial, se ve obligada a hacer un enorme esfuerzo en solitario para demostrar el cumplimiento de los principios de seguridad.

En el marco de dichos principios hay una figura técnica muy usada en los diversos campos industriales: los *límites máximos*. Estos límites pueden referirse a concentraciones en aire y agua de productos tóxicos, a temperaturas máximas, a tensiones eléctricas máximas, etc... Por lo común, estos *límites técnicos* proceden de límites biológicos establecidos para no traspasar determinados umbrales de daño, y de ahí que se llamen *límites derivados*. Son, sin embargo, los que pueden aplicarse fácilmente en los análisis técnicos. Por ejemplo, se puede conocer biológicamente que la inhalación de una determinada cantidad de una sustancia dada produce una afección cardio-respiratoria grave. Teniendo en cuenta el ritmo respiratorio (litros de aire/hora) y el tiempo de inmersión esperado en esa nube tóxica, se puede determinar cual es la concentración máxima permitida de esa sustancia en el aire. Por descontado, los tiempos de exposición también figuran entre los límites técnicos. En la legislación sobre Seguridad Industrial, son varias las listas de límites técnicos, particularmente en el campo químico y en el radiológico, pero su aplicabilidad es general.

Un ejemplo cotidiano de estas limitaciones son los 50 V de tensión continua que desde hace casi un siglo se han considerado como límite para garantizar el no fallecimiento en caso de electrocución. Ello hizo que algunas aplicaciones, como la telefonía convencional, estén alimentadas a algo menos de 50 V, si bien se trata además de señales de intensidad muy débil.

La caracterización y evaluación de los efectos médicos y biológicos de las aplicaciones industriales es por tanto un pilar básico en la metodología técnica de la Seguridad Industrial, y en el descansa en parte la pirámide legal en la que esta se articula, según se representa esquemáticamente en el cuadro 6.

El otro pilar lo constituye el análisis técnico de esas aplicaciones, materializadas en productos y servicios, para los cuales hace falta desarrollar procesos que se llevan a cabo en las instalaciones industriales. También en el cuadro 6 se indica este pilar, cuya estructura y contenido dependen significativamente del tipo de seguridad de la que se trate, si bien existen procedimientos técnicos comunes a todas ellas.

En el campo laboral, se dispone de varios procedimientos escritos (check lists) de *Seguridad Ocupacional*, con los que se identifican las fuentes de peligro y la intensidad de éstos. También podría considerarse en estos casos el análisis probabilístico, pero la mayor parte de los organismos competentes no admiten ese planteamiento. Es decir, se considera que la seguridad absoluta es inalcanzable, y que por tanto puede ocurrir un accidente, pero no se admite que éste tenga como causa un peligro bien identificado; pues si se identifica, hay que disponer los medios de protección ad hoc para que desaparezca como tal peligro. En otras palabras, en Seguridad Ocupacional no se suele aceptar el concepto de daño cierto, aunque sea improbable. Se entiende que la tecnología tiene elementos suficientes para evitar ese tipo de daños, aunque nunca pueda garantizarse del todo que las máquinas fallen, o que el elemento humano no se equivoque y dé lugar a un accidente.

En el campo de los *productos industriales comercializados*, y por lo que respecta a aquellos productos afectados por las Directivas de Nuevo Enfoque, éstas contienen los requisitos de seguridad esenciales que deben cumplir los productos que vayan a ser comercializados. Estos requisitos pueden considerarse como los resultados de un *análisis de daños potenciales* (más que de riesgos en su sentido estricto) y las Directivas imponen los mencionados requisitos para imposibilitar esos daños. Como en el caso anterior de la Seguridad Ocupacional, no se trata de una aproximación probabilística, sino de una identificación de los peligros a evitar de raíz. Ahora bien, la demostración de que un producto cumple (o viceversa, de que no cumple) los requisitos esenciales, requiere una técnica de ensayos que asegure que dichos peligros están efectivamente descartados. Para ello hacen falta laboratorios convenientemente equipados y que actúen conforme a los procedimientos de calidad que deben regir estos ensayos. Habida cuenta del sistema de Infraestructura de la Seguridad y la Calidad Industrial de nuestro país, éstos laboratorios deben de estar acreditados por el órgano competente (ENAC, Entidad Nacional de Acreditación).

La praxis comunitaria asociada al Mercado Interior de la U.E. hace imprescindible que en la Seguridad de los Productos Industriales se lleven a efecto una serie de campañas de control técnico en las que se inspeccione una muestra (por lo general muy pequeña) de productos industriales comercializados. La filosofía de seguridad propia del Mercado Interior descansa en una estructura que podemos esquematizar como sigue:

- Definición, por parte de la U.E., de los requisitos esenciales de seguridad exigibles a los distintos tipos de productos, lo cual se concreta en una serie de Directivas de la U.E., por lo general transpuestas a la legislación nacional.
- Declaración de conformidad, formulada por el fabricante o por el importador del producto, que ha de venir sustentada por un *expediente técnico* que ha de conservar en su poder y mostrar cuando le sea requerido, y en el cual, según qué Directivas, deben utilizar los servicios de los Organismos denominados Notificados. Todo lo cual faculta (al

fabricante o importador) para estampillar el **Marcado CE** en su producto, con lo cual puede comercializarlo en toda la U.E.

■ Inspección por parte de las autoridades (industriales y de consumo) de una muestra de productos comercializados; quedando facultadas las autoridades públicas a prohibir la venta de productos defectuosos o peligrosos, de lo cual se ha de dar cuenta a la Comisión de la UE por si hubiera lugar a dar la orden de prohibición de venta en todo el territorio europeo.

Hay que anotar que la Comisión de la UE exige por parte de las autoridades que quede bien probado el incumplimiento de seguridad de un producto determinado (marca, aparato, etc...) antes de ordenar la prohibición de venta, lo cual implica la actuación de laboratorios de ensayo y de técnicos competentes que puedan fundamentar técnicamente la denuncia. De fallar estos aspectos técnicos, el efecto real de estas campañas de control quedaría muy mermado.

En lo precedente se ha pasado revista a cómo se estructura la metodología de Seguridad Industrial en el ámbito de la seguridad y en el de los productos industriales, donde la protección se considera de manera determinista (si bien no puede hablarse nunca de efectos deterministas en materia de seguridad, porque la seguridad absoluta es inalcanzable). El establecimiento de *límites máximos* en las magnitudes peligrosas y de *medios de protección* contra los peligros identificados es la clave para dar luz verde de seguridad en este ámbito.

6.1. La Seguridad Industrial Integral

Para las instalaciones y procesos industriales, y en particular para los llamados *Accidentes Graves o Mayores*, el método determinista basado en la identificación de peligros y su evitación mediante medidas de protección no es en general posible, y la aproximación fiabilística se impone. En este caso aparece la palabra *riesgo* en su sentido conceptual más puro, como el resultado de multiplicar un daño identificado por la probabilidad de que dicho daño acaezca. El riesgo podría así asociarse a grandes daños con muy pequeña probabilidad de ocurrencia (Seveso, Bhopal, Chernobyl) o a pequeños daños que son relativamente frecuentes (minería, construcción, pesca marítima...)

Técnicas como las de *árboles de sucesos* y *árboles de fallos* son bien conocidas en este ámbito de análisis de riesgo, donde los efectos de un accidente pueden o bien mitigarse por las medidas y reacciones oportunas, o bien acrecentarse por concurrencia de circunstancias o procesos desafortunados (con mayor o menor probabilidad de que estén presentes en ese momento). Accidentes de este tipo, nacidos de una mera chispa de soldadura y magnificados hasta pérdidas de cientos de millones de pesetas, fueron los famosos incendios del Liceo de Barcelona y del Pabellón de los Descubrimientos de la Exposición Internacional de Sevilla de 1992. En los **Accidentes Graves** como los mencionados (Seveso, Bhopal, Chernobyl) la dimensión catastrófica y luctuosa que se alcanzó se debió a los propios procesos industriales de esas instalaciones, donde la *densidad de potencia* y el *contenido de materias tóxicas eran extraordinariamente elevados*.

Cuando la técnica se aplica en el contexto probabilista, se ha de conocer la tasa de fallo de los sucesos iniciadores, lo cual no suele ser un requisito fácil de cumplir, pues sobre los modos y probabilidades de fallo pesa mucha incertidumbre, y la significación estadística de la experiencia es por lo general muy pobre. Adicionalmente se ha de conocer o presuponer la ley binomial de fallo/no fallo de los elementos de seguridad, o salvaguardias, dispuestos para evitar que el fallo tenga consecuencias mayores. A la

postre, se determina un árbol lógico de mayor o menor ramificación, y cada una de sus puntas refleja un estado de la instalación o del producto, al que se asocia un nivel de efectos o daños.

Complementariamente, el análisis de sucesos puede establecerse con secuencia revertida: se parte de un suceso indeseable (por ejemplo, fuga de un gas tóxico) y se analiza, aguas arriba de los procesos, cuales son los sucesos que pueden dar lugar a dicha situación indeseable.

Un requisito fundamental de la ingeniería de seguridad es que ha de ser sistemática. En algunos casos el ingeniero puede encontrarse ante aplicaciones tan novedosas que la experiencia anterior sea poco útil, pero lo habitual es lo contrario: que haya un cuerpo de experiencia general tan amplio que dicho estado del arte se pueda sistematizar en Normas. En principio, estas Normas carecen de obligatoriedad si bien algunas de ellas pueden quedar respaldadas por disposiciones legales, en cuyo caso si devienen de obligado cumplimiento.

Las Normas se elaboran fundamentalmente por asociaciones profesionales independientes, que a veces pueden recibir apoyo estatal, como es el caso mayoritario en Europa, dado que la actividad de normalización es eminentemente deficitaria. Estados Unidos es el país de mayor tradición normativa, canalizada en gran medida a través del American National Standard Institute (ANSI) pero en la que el mayor peso lo llevan asociaciones tales como ASME (American Society of Mechanical Engineering), IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) etcétera. En España, la normalización se canaliza a través de AENOR, y en el ámbito de la Unión Europea hay que contar con el Comité Europeo de Normalización (CEN), más los entes específicos de electricidad (CENELEC) y telecomunicación (ETSI).

Mención aparte merecen las Normas de Calidad, pues entre otras cosas sirven para respaldar la validez de los procedimientos empleados. El mundo de la infraestructura de la calidad ha experimentado una notoria evolución en estos últimos años, y ello ha repercutido incluso en la articulación legal de la seguridad industrial en nuestro país, como es el caso del R.D. 2200/1995, que establece las directrices básicas en las funciones de acreditación, certificación, inspección, ensayo y normalización.

El análisis de riesgos de las instalaciones industriales no sólo debe usarse como elemento evaluador en la concesión o no de un permiso de funcionamiento, sino como herramienta para identificar mejoras en los procesos y en las instalaciones con objeto de minimizar los daños potenciales. En esta línea son así mismo imprescindibles las *Normas* y *Guías*, aún cuando no tengan carácter obligatorio. Más aún, este carácter debe ser conferido por los propios titulares de la propiedad de las instalaciones, que tiene el deber de velar por su Seguridad, en el sentido más amplio. De esa manera, a partir de Normas y Guías genéricas, en una instalación de gran porte se deben elaborar los *Manuales de Procedimientos* y las *Especificaciones de Funcionamiento* que deben regir con carácter obligatorio todas las actividades en la instalación.

Aún a riesgo de parecer muy simplistas, y hablando en términos internacionales, podría decirse que la legislación orientada a la protección de la población contra efectos de las aplicaciones e instalaciones industriales, queda a menudo en mera definición de responsabilidades civiles y penales de notoria entidad y, en cuanto a aspectos técnicos, en *exigencias genéricas* para que se actúe con seguridad. Pero queda un tanto etérea la concreción de cuáles deben ser las cotas de seguridad y el cómo se demuestra haber alcanzado esas cotas en el diseño y operación de las instalaciones y procesos.

Una situación singular se da en el campo concreto de las radiaciones ionizantes, donde todos los países con este tipo de instalaciones han optado por Organismos de alta competencia técnica para resolver este problema. En España se trata del Consejo de Seguridad Nuclear, que depende directamente del Congreso de los Diputados, y cuyos dictámenes de seguridad obligan a detener el funcionamiento de una instalación o a permitir éste sólo bajo ciertas especificaciones técnicas, cuya demostración de cumplimiento se hace en base a medidas muy fiables de determinadas magnitudes físicas (radiológicas y convencionales).

Volviendo al carácter genérico, en la Unión Europea están vigentes las llamadas Directivas Séveso, la segunda de las cuales es muy reciente (Directiva 96/82/EC del año 1996) que tratan de Accidentes Mayores que involucren sustancias peligrosas. En varios capítulos de este libro (véanse el de Domingo Moreno y Mario Grau y el de Tomás Briñas) se tratan con mayor extensión estos temas.

Es importante notar que los aspectos técnicos de la Directiva Séveso II se centran en el **Informe de Seguridad** exigido en su Art.9. De nada vale enfatizar la importancia de la seguridad si no se concreta de manera técnica esa exigencia. De ahí la importancia del **Informe de Seguridad**, documento tradicional en la industria nuclear, pero que de esta manera se extiende a toda actividad industrial que implique un daño potencial alto, pues el término **Sustancias Peligrosas** es muy amplio, aunque esté especialmente asociado a la industria química y a la energética.

El gran desafío de la *Seguridad Industrial Integral* es formular adecuadamente estos *Informes de Seguridad* y hacerlos útiles para la minimización de riesgos. El Anexo II de la citada Directiva impone el contenido mínimo de los Informes de Seguridad, pero se trata de disposiciones genéricas relativas a:

- Información sobre el sistema de gerencia y sobre la organización de la instalación con vista a la prevención de accidentes mayores.
- Descripción del entorno de la instalación (demográfico, meteorológico, hidrográfico, etc....)
- Descripción de la instalación (con inventario de sustancias peligrosas, descripción de procesos, métodos de operación,...)
- Análisis de riesgos y métodos de prevención (que es el núcleo técnico de las medidas a adoptar para prevenir o evitar de raíz los accidentes, y que presenta una fenomenología variadísima en función del tipo de instalación, nivel de las magnitudes físicas y demás).
- Medidas de protección e intervención para limitar las consecuencias de los accidentes (que es el otro gran pilar técnico de la Seguridad, y que comienza por requerir una red de sensores y monitores que permitan conocer la evolución de un accidente).

Es mucho lo que cabe hacer en estos dos últimos campos, en los que de verdad descansa la realidad de la Seguridad Industrial de grandes instalaciones y gracias a los cuales se pueden convertir en realidad los deseos expresados de proteger a la población.

Una pieza importante en esta metodología, pero no la única, es el estudio de accidentes precedentes, aunque sean de pequeña escala. Eso ayudaría a algo importante: la sistematización de estos precedentes para formular la accidentología general, con lo cual sí podría mejorarse sustancialmente la Seguridad Industrial. Es obvio que tal sistematización es de tipo sectorial, ésto es, dependiente de cada industria, y aún en cada rama industrial cabría distinguir subdivisiones. Lo ideal sería disponer para cada una de ellas de un "Standard Review Plan" o "Plan Normativo de Revisión de la

Seguridad”, al cual acogerse tanto para la elaboración del Informe de Seguridad como para su revisión o evaluación por la autoridad competente.

7. Consideraciones finales

La búsqueda de seguridad es una lógica aspiración humana, pero un planteamiento extralimitado que exigiera la seguridad absoluta provocaría la parálisis de la sociedad, pues ni a los transportes, ni a la electricidad, ni a los productos químicos se les puede exigir un riesgo cero.

Ahora bien, la holgura de inseguridad que cabe permitir debe ser muy pequeña, y en verdad así es, tomando como referencia los riesgos derivados de las afecciones y alteraciones biológicas y los derivados de catástrofes y accidentes naturales.

Esa preocupación por limitar los efectos dañinos de las aplicaciones industriales ha llevado a fijar una serie de criterios de protección, convertidos a leyes, decretos, etcétera según la estructuración del ordenamiento jurídico.

La protección en cuestión cabe estructurarla o considerarla a tres niveles:

- la seguridad laboral, para proteger a las personas profesionalmente expuestas a diversos riesgos, que en España tiene como vértice legislativo la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- la seguridad individual del público asociada a la comercialización de productos y servicios industriales, y que en el ámbito del Mercado Interior de la U.E. se implanta gracias a las Directivas comunitarias, al mercado CE y a las campañas de Control de Productos Industriales
- la seguridad colectiva de la población (incluyendo el medio ambiente) para prevenir los daños causados por Accidentes Mayores. En esto último también existen Directivas comunitarias, particularmente las denominadas Seveso I y II. Estas directivas no están enfocadas a la parte técnica, propiamente dicha, de los procesos e instalaciones industriales, pues éstos ofrecen una casuística variadísima, y además reciben tratamiento distinto en los diversos países (entre los cuales no hay todavía suficiente armonización en las metodologías de la seguridad industrial propiamente dicha). Las Directivas comunitarias hacen referencia a los mecanismos esenciales de protección de la población ante Accidentes Mayores (con emisión significativa de materias peligrosas, generalmente de alta volatilidad). Se pone mucho énfasis en los requisitos previos a la ubicación de instalaciones con alto riesgo potencial, a la información al público y a los Planes de Emergencia.

Podría hablarse por tanto de tres pirámides normativas en el tema de la seguridad industrial vista desde el lado de la protección de las personas (y animales, bienes y medio ambiente) según los tres apartados precedentes, que quedan bien delimitados.

La articulación legal de la Seguridad Industrial es el pináculo de la pirámide normativa, y es además la referencia inexcusable en cuanto a potestad sancionadora y, más aún, tratamiento penal de algunas transgresiones. Desde ese punto de vista parece sin duda la parcela más importante de la Seguridad Industrial, pero esta importancia hay que entenderla en sus justos términos, y no puede hacer olvidar la raíz técnica y humana de la seguridad industrial.

En esta Memoria se ha pretendido presentar una breve exposición del amplio tema de la Seguridad Industrial, poniendo énfasis en su doble vertiente (de cara a los orígenes de los riesgos, por un lado; de cara a los efectos producidos en las personas y los bienes, por otro) así como en su nivel de actuación: seguridad ocupacional; seguridad del usuario; y seguridad colectiva, todo ello en relación a actividades industriales.

Que éste es un sector en evolución lo demuestra que muchas Directivas de la UE han sido promulgadas durante esta década, y varias otras están en consideración. En algunos sectores (Baja Tensión, Compatibilidad Electromagnética, Aparatos a Presión, etc) se ha producido una armonización europea muy eficiente, pero en otros campos de la Seguridad Industrial podría hacerse mucho más, y no sólo por mor de armonización, sino para mejorar el nivel general de las actividades, productos y servicios industriales.

Cierto es que en este tema está siempre presente el binomio *coste-beneficio*, cuyo análisis no siempre es riguroso, aunque con ello no quiera decirse que hay un sesgo intencionado, sino que resulta difícil equilibrar la balanza sobre qué está justificado exigir en materia de seguridad industrial. Por ejemplo, y hablando de productos con usuarios generales, durante mucho tiempo se permitió la instalación de ascensores sin puertas de camerino, con la condición de que dispusieran de un pulsador de parada para detener de inmediato el movimiento del ascensor. La experiencia demostró reiteradamente que dicho pulsador era raramente accionado en caso de atrapamientos de miembros (sobre todo, brazos) o lo era tardíamente, con una secuela lamentable de lo que sin duda hay que calificar como accidentes industriales.

El *análisis coste-beneficio* no es sólo una técnica aplicable a grandes instalaciones (centrales nucleares, petroquímicas,...) sino que también puede aplicarse de un modo genérico a los productos industriales. Por ejemplo, la incorporación de detectores de gas a las instalaciones domésticas es algo totalmente inusual (por el momento) pues en principio el precio de los detectores era prohibitivo. Hoy día no lo es, y cabría cuestionarse (a nivel europeo, para no distorsionar los mercados) la pertinencia de instalar estos detectores, unidos a un accionador de corte de suministro (y a una alarma sónica, que es la función que mas comúnmente llevan estos detectores).

Esto es simplemente un ejemplo del amplio mundo de la Seguridad Industrial, donde las iniciativas no deben decaer. Los técnicos estamos especialmente obligados a proponerlas, pues el desarrollo tecnológico ha sido sin duda el mayor motor de investigaciones e innovaciones sobre la seguridad.

La metodología de la Seguridad Industrial, tanto genérica como sectorial o específica, es aún un campo de trabajo donde queda mucho por hacer. Esto es tarea de todos, pero especialmente de los ingenieros vinculados con la industria en sus diferentes facetas, sin cuyo compromiso de trabajo será difícil mejorar en Seguridad.

Cabe recurrir a un símil para explicar el tema de las importancias relativas en seguridad, y ese símil lo proporciona el tráfico de vehículos. Ciertamente es que para ordenar el tráfico es imprescindible un buen Código de Circulación, y que éste debe llevar aparejadas las correspondientes sanciones a los infractores. Pero la seguridad que realmente exista no va a depender tanto de la bondad del Código como de la capacitación, destreza y concentración de los conductores; de la calidad y prestaciones técnicas de los vehículos; y del buen diseño y estado de las carreteras. Es cierto que los agentes de tráfico contribuyen, con su tarea inspectora, a mejorar éste; pero la seguridad real será sobre todo función de los elementos activos que intervienen en el proceso: conductores, vehículos, vías.

La similitud entre la seguridad en la automoción y la seguridad industrial se observa mejor con la ayuda de las figuras 7 y 8. En la primera se tiene una representación de la estructura e interrelaciones que pueden identificarse en la seguridad en la automoción.

Paralelamente se representa en la figura 8 la articulación con la que cabe estudiar la Seguridad Industrial. Si aquélla se centraba en el vehículo en marcha, ésta se centra en

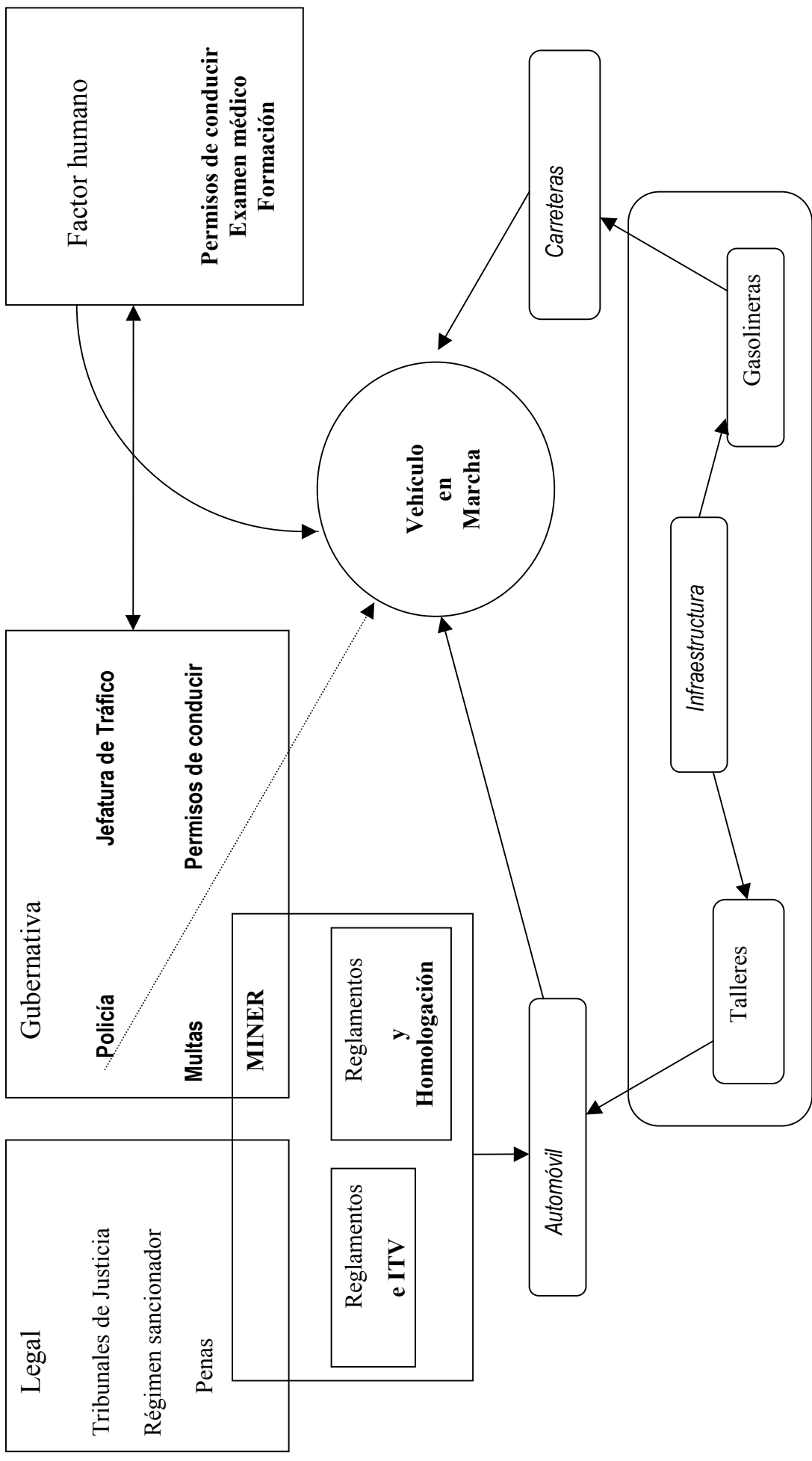
el servicio, proceso o producto industrial, en el cual también juega un papel importante, como en la automoción, el factor humano.

En ambos casos se aprecia un bloque administrativo legal (código de circulación por un lado; leyes y R.D. de Seguridad Industrial por otro) y unos mecanismos de inspección y control, no siempre de tipo gubernativo (p.e. las ITV) aunque sí bajo supervisión final de la Autoridad. En el terreno de la S.I. situaríamos aquí las múltiples entidades que configuran la infraestructura industrial, para acreditación (ENAC) normalización (AENOR) y entidades de control reglamentario (asociadas en ASORCO).

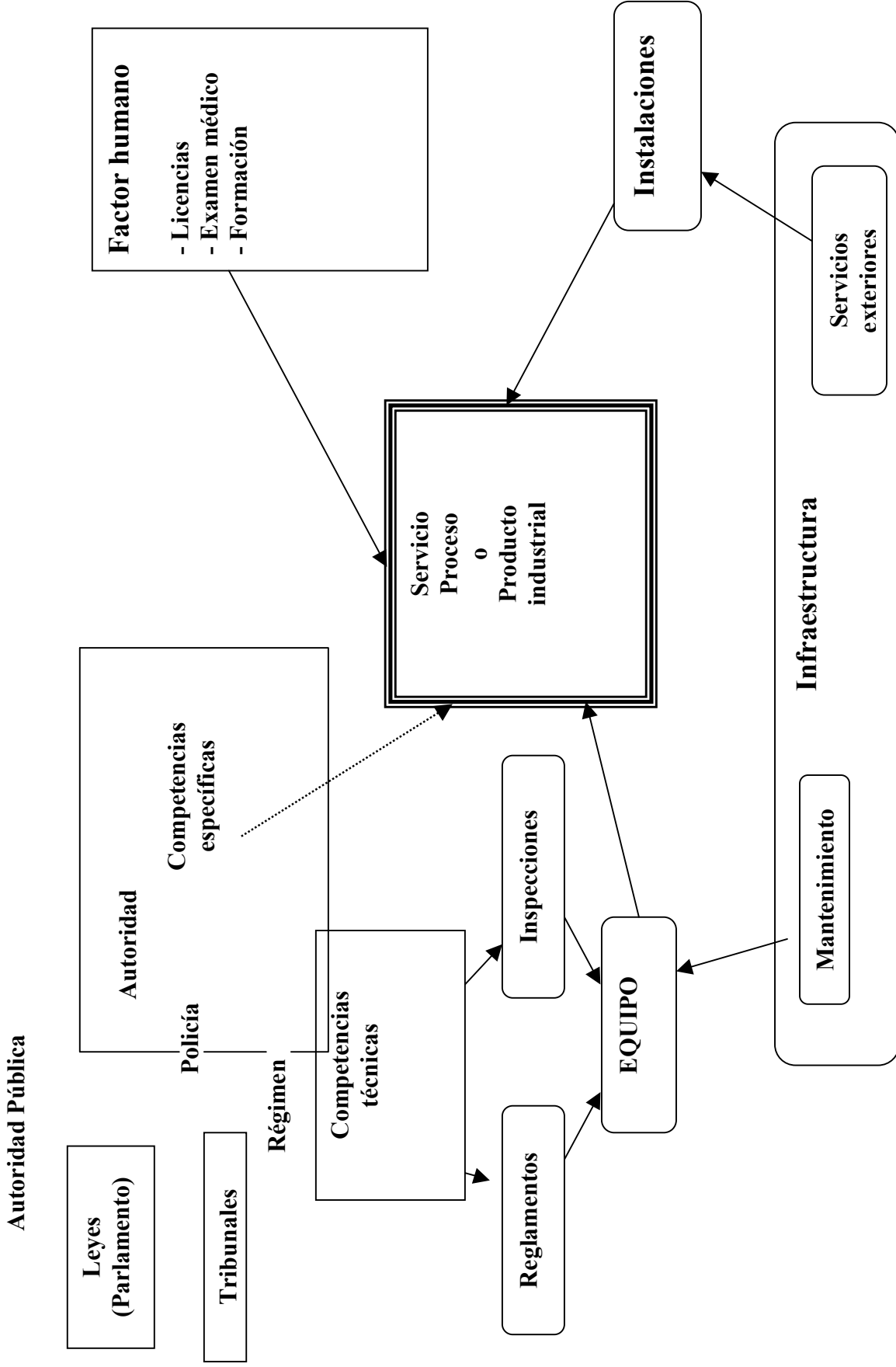
La buena marcha de la seguridad, tanto viaria o de automoción como industrial, requiere una atención eficaz a todo el entramado correspondiente Y con el paralelismo evidenciado entre ambos ámbitos, se subraya mejor la importancia de estos temas, de los que dependen en definitiva un buen número de vidas humanas

Seguridad en la Automoción

Autoridad pública



ARTICULACION DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL



Bibliografía

1. Isidro Rius Sintés. "La Seguridad Industrial", Ed. Bosch, Barcelona (1942)
2. Matínez-Val Peñalosa, J.M. "El concepto de la Seguridad en la Ciencia y en la Ciencia de la Seguridad" Fundación Mapre Estudios .Noviembre, 1992
3. Antonio Muñoz, José Rodríguez, José M. Martínez-Val, "La Seguridad Industrial: comentarios sobre su problemática técnica y sobre sus efectos sociales". Revista Dyna. Noviembre, 1998
4. "Manuel de Seguridad en el Trabajo". Fundación Mapfre, Madrid 1992
5. Accident Prevention Manual for Industrial Operations. National Safety Council. Chicago, 1972
6. "Handbook of Industrial Loss Prevention". Factory Mutual System Mac Graw-Hill, 1959
7. The Royal Society. "risk: analysis. Perception and Management". London, 1992
8. Handbook of fire protection engineering". National Fire Protection association. Massachusetts, 1988
9. Fawcett, H y Wood W "Safety and accident. Prevention in chemical operations". John Wile & Sons 1982
10. Mario Grau. "Comunidades Europeas: Instituciones y Derechos comunitarios". Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid 1992
11. Domingo Moreno y M.Grau, "Influencia de la Ingeniería en la evolución histórica del concepto de Seguridad" DYNA, Junio 1997
12. Indicadores de Riesgos y la Seguridad, 1999. GERENCIA DE RIESGOS nº 71 (Madrid, 2000) Fundación Mapfre Estudios
13. Ana Isabel Cid Cid, "Estudio de la siniestralidad y aplicaciones económicas en las entidades aseguradoras", GERENCIA de RIESGOS, nº 67 (1999)
14. Pedro R.Mondelo, Enrique Gregori, "La ergonomía en la Ingeniería de Sistemas", ISDEFE, nº 13 (Madrid, 1998)
15. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. OIT. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Centro de Publicaciones. Madrid, 1989
16. Manual de Higiene Integral. Editorial Mapfre, 1991
17. Diccionario MAPFRE de Seguridad Integral. Fundación Mapfre Estudios. Editorial Mapfre, Madrid, 1993
18. A.Améndola, G.A.Papadakis, "Guidance in the preparation of a safety report to meet the requirements of Council Directive 96/82/EC (Seveso II). EUR 17690 EN, Luxemburgo, 1997
19. A.Muñoz, J.Rodríguez Herreras, J.M.Martínez-Val "La seguridad industrial: su estructuración y contenido", SEGURIDAD NUCLEAR, nº 11 (1999)

La Metodología de la Seguridad Industrial

Antonio Muñoz
Subdirector General de Calidad y Seguridad Industrial
Ministerio de Ciencia y Tecnología

José Rodríguez Herrerías
Jefe del Area de Seguridad Industrial
Ministerio de Ciencia y Tecnología

José M^a Martínez-Val
Catedrático de Termotecnia ETSII, UPM
Director F²I²

INDICE

1. Introducción	1
2. Metodología analítica y metodología operativa	7
2.1. Metodología analítica	8
2.2. La normativa industrial	11
2.3. Metodología operativa	13
3. Evaluación de riesgos en la Seguridad Laboral. Medidas de protección	17
4. Evaluación de riesgos y requisitos de seguridad en los productos y servicios industriales	23
5. Análisis de riesgos en relación con accidentes graves. Planes de emergencia	26
5.1. Análisis fiabilístico de la seguridad	34
6. Conclusiones. Gerencia de Riesgos	44

1. Introducción

La preocupación por la seguridad es una de las características más sobresalientes de nuestra civilización. Ello se denota de diversas formas, siendo una de las más significativas la cobertura de riesgos mediante las pertinentes pólizas de seguros. No hay ámbito de la actividad humana que sea ajeno a esta práctica, con la que intentamos precavernos respecto al daño que podamos sufrir por diversas actividades, siendo este daño a veces biológico, a veces económico, a veces mixto. El seguro mueve en España, en el conjunto de todo su negocio (vida, vivienda, automóviles, industrial, agrícola,...) unos 5,5 billones de pesetas, lo cual significa algo más del 5,7% del Producto Interior Bruto nacional. En otras palabras, y hablando en términos medios, dedicamos casi el 6% de la creación de riqueza a asegurarnos que, de sufrir algún daño, al menos nos podremos resarcir económicamente, aunque sea en parte.

Esta cierta obsesión por la seguridad es, como hemos dicho, genérica, y adopta precauciones contra múltiples tipos de amenaza, desde las catástrofes naturales al robo, pasando por los accidentes en el transporte o la baja por enfermedad.

Contra la mayoría de esas amenazas no es fácil, sino muy difícil, y a veces imposible, tomar medidas precautorias sistemáticas, por el altísimo valor de incertidumbre inherente a muchos fenómenos naturales, y así mismo a los sociales.

Ese no es el caso del riesgo industrial. Por supuesto, existe un ramo importante del seguro que está específicamente dedicado a los riesgos industriales y asimilados (incluyendo los laborales) que en su conjunto incluiría mutuas y otras entidades de cobertura de riesgos y tratamiento de efectos, incluyendo rehabilitación. Pero el riesgo industrial no está afectado del mismo nivel de incertidumbre que las catástrofes naturales, el tráfico viario o los actos delictivos.

El riesgo industrial está asociado a la explotación sistemática de las fuerzas y los fenómenos del mundo físico, cuyas leyes son bien conocidas y cuyos efectos se pueden predecir con notoria precisión. Es cierto que la precisión absoluta es inalcanzable, pues el comportamiento de los materiales ante sollicitaciones exigentes, o las reacciones de los seres humanos que manejan máquinas o controlan procesos, no puede garantizarse con total fiabilidad. Por tanto, las averías de equipos y los fallos humanos son causa fundamental de contenido aleatorio que también afecta a las actividades industriales. La diferencia respecto de los otros riesgos es que en el ámbito industrial se puede aplicar una sistemática que reduce los efectos de estos riesgos hasta niveles incomparablemente menores. Tómese el caso, por ejemplo, de la electrocución, que en la mayor parte de los países industrializados no alcanza la cifra de 10^{-7} muertes/año, lo que significa en media una electrocución mortal al año por cada 10 millones de personas. Ese nivel de siniestralidad es tan bajo como el de la actividad más sedentaria, como puede ser el juego del ajedrez.

En los capítulos precedentes hemos distinguido tres niveles o ámbitos de Seguridad Industrial

- la laboral u ocupacional
- la de productos y servicios industriales
- la de instalaciones industriales susceptibles de sufrir accidentes graves

En cada caso la metodología de seguridad es esencialmente distinta y específica. Ello se refleja en que la materialización legal de las disposiciones de seguridad es también

diferente, aunque haya que admitir que esa diferenciación ha ido mejorando y haciéndose más específica con el tiempo, tal como la Seguridad Industrial se convertía en un verdadero cuerpo de doctrina.

En este cuerpo de doctrina se distinguen diversos ámbitos o especialidades, y particularmente los tres en los que se estructura su contenido global, ya dichos en los párrafos precedentes, y todos aquellos que de manera sectorial se pueden distinguir, y que generalmente se definen por el origen del peligro: eléctrico, térmico, mecánico, químico, nuclear, etc. De esta vertebración matricial ya nos ocupamos en el capítulo 1.

Para tratar la metodología de la Seguridad Industrial es pertinente recordar que ésta tiene el objetivo fundamental de evitar daños, o mitigar las consecuencias de éstos, y que estos daños van asociados a un determinado tipo de riesgo.

El concepto de riesgo es *estocástico por naturaleza*. Si se pudiera de manera determinista fijar el daño causado inexorablemente por una actividad, y éste no pudiera variar (a peor ni a mejor) dicho daño se incorporaría a los propios resultados de la actividad, recibiría su tratamiento económico y no habría que cubrirlo con una póliza de seguros o precaución similar. La definición convencional del riesgo corresponde al producto del daño causado por la probabilidad de que tal daño se produzca.

Riesgo = Daño x Probabilidad

Esta definición se ha de concretar algo más, pues son muchos los tipos de daño que un producto o un proceso puede producir, y muy diversas las circunstancias (escenarios) en los que puede darse, por lo que la evaluación de la probabilidad también exige un conocimiento preciso de los mecanismos y medios por los que puede producirse un daño.

Ya hemos mencionado que hay responsabilidades inherentes a la causa de un daño, y que por ello se recurre al aseguramiento (mediante pólizas comerciales) para tratar al menos de remediar los perjuicios económicos del daño causado, o las responsabilidades civiles anejas.

Ese es el aspecto más visible de la Gerencia de Riesgos, y el que más dinero mueve, pero ello se debe esencialmente a la naturaleza estocástica aludida. Ante las incertidumbres en cuestión, la opción de asegurarse es elemental y muy propia de la naturaleza humana.

Con total respeto a esta práctica de la cobertura de riesgos mediante un seguro, hay que poner énfasis en que **la política de Seguridad debe ser**, en cierto modo, la contraria: es decir, **minimizar los riesgos e incertidumbres tanto como se pueda**. En el límite asintótico de la Seguridad absoluta, que no existe, no harían ninguna falta las pólizas de seguros. Pero aún reconociendo que éstas van a ser necesarias, se pueden reducir las primas de contratación y los gastos que conllevan los siniestros, si se mejora en política de seguridad, lo cual significa analizar las causas de los riesgos y corregir las deficiencias observadas, tanto en origen del peligro como en la propagación del efecto e infligimiento del daño.

A esta función de seguridad, las empresas industriales dedican en España aproximadamente un 0,75% de su volumen de negocio (sin contar primas de seguros, lógicamente). Este dinero se invierte básicamente en Auditorías de Seguridad (internas y externas) Formación e Inversiones específicas en materia de seguridad (Equipos e

Protección, Detectores, Alarmas, Sistemas de reacción ante emergencias, etc). No resulta este 0,75% una cifra desdeñable. Por ejemplo, en media, la empresa industrial española no llega a dedicar el 0,4% de su volumen de negocio a Investigación, Desarrollo e Innovación.

Volviendo al concepto de daño, prácticamente intuitivo, éste es relativamente complejo de abarcar y definir en el ámbito legislativo, que es donde resulta de aplicación final por lo que se refiere a reclamaciones por daños y perjuicios. A este respecto resulta importante referirse al libro "Los delitos de daños" de Ignacio Serrano Butragueño (Editorial Aranzadi,) y a la legislación que sobre esta materia existe en España, sobre lo cual un buen compendio es "Legislación sobre responsabilidad por daños" de Luis F. Reglero Campos, en editorial Tecnos, .

En múltiples ocasiones la cuantificación del daño y su repercusión e indemnización económica, son temas que finalizan en los tribunales de justicia, por lo que no se puede evitar esta primera mención a la legislación al respecto, sobre lo cual hay además una rica jurisprudencia, y en todo lo cual no se va a entrar, pues pertenece a un ámbito doctrinal distinto.

Conviene saber no obstante que en la jurisprudencia sobre las reparaciones de los daños existe la clara necesidad de relacionar causas y efectos, es decir demostrar la relación causal o de origen de que un determinado daño se ha producido por una determinada acción.

La tipología de los daños es variadísima, pudiendo distinguirse entre los daños a personas y los daños de naturaleza económica. Sobre los primeros cabe asimismo hacer una diferenciación múltiple entre los tipos de daño en función de las discapacidades que se produzcan, teniendo lógicamente como límite superior el fallecimiento.

En cuanto a los perjuicios o daños de naturaleza económica, éstos pueden ser, si cabe, aun más variados, de tal modo que no es posible realizar una descripción sistemática de ellos, pues afectan a una multitud de situaciones y actividades económicas habituales.

La seguridad industrial no trata tanto de los daños producidos como de las técnicas para reducir la probabilidad de que estos ocurran. Está claro que el ámbito doctrinal natural para tratar los daños sobre las personas es la medicina, y actúa en las personas damnificadas con independencia de cual sea la etiología del daño, en función de los síntomas que se presentan.

Por el contrario, el técnico de seguridad industrial debe estar preocupado por evitar las circunstancias de las cuales puedan derivarse daños a las personas o daños económicos. Para éso han de analizarse las causas y procesos por las cuales el daño se llega a concretar, y disponer o implantar las precauciones necesarias con objeto de reducir los riesgos al nivel apropiado.

Recordando la definición convencional y de primera aproximación de que el riesgo es el producto de la probabilidad de causar un daño, por la valoración de dicho daño, está claro que el técnico en seguridad nuclear puede orientar su trabajo, en función de la actividad concreta sobre la que actúe, bien para **mitigar la entidad del daño** que puede producirse o bien **para reducir la probabilidad de su ocurrencia**.

Para lo primero, se puede trabajar sobre las especificaciones de los procesos y productos industriales con objeto de mitigar el daño máximo. Por ejemplo, sobre prevención de riesgos eléctricos, se aprecia como el daño causado por éstos es dependiente de la tensión eléctrica que se utilice. Lógicamente, la adopción de una tensión por debajo de cierto nivel evita unos daños que podríamos considerar inaceptables, como es el caso del fallecimiento de un usuario por la utilización común de las redes eléctricas de su vivienda. De ahí precisamente que los reglamentos de baja tensión de los diversos países establezcan unos máximos del nivel de tensión que se puede utilizar en las redes con acceso indiferenciado de los usuarios, con objeto de limitar el máximo daño inferido. Por ejemplo, si en las redes se permitieran voltajes del orden de 1.000 voltios, sería un daño cierto (más o menos improbable) el fallecimiento por electrocución, a parte de los problemas de contracciones musculares, quemaduras, etc. Sin embargo, sí se limita el nivel de tensión a unos 200 voltios la posibilidad (que no probabilidad) de producir una electrocución mortal es muy remota, y solo afectaría a individuos especialmente sensibles, o en circunstancias particularmente contrarias (como puede ser la presencia de agua sobre la piel del usuario) y todo lo cual además puede minimizarse desde el punto de vista de la probabilidad de ocurrencia de dicho fenómeno a través de las protecciones tecnológicas que han de cubrir las redes de baja tensión.

Similarmente, en una industria química *la cantidad total* de material utilizado en un proceso o el inventario almacenado *puede limitarse*, en función de las características que presente la instalación y en particular su demografía cercana. De esta manera, la emisión de un gas tóxico, por ejemplo, puede no ser nociva si es de una cantidad suficientemente pequeña como para que su difusión atmosférica diluya la concentración de dicho gas por debajo de la concentración máxima permitida; es decir, aquélla que produce daños apreciables en el ser humano.

Por otro lado, las precauciones pueden ir dirigidas *a la disminución de la probabilidad de que un daño se produzca*. Ésto por lo general se consigue con la mejora continua y el buen mantenimiento (subrayándose ésto especialmente) de los sistemas y procesos industriales. Un buen diseño y las técnicas de conservación adecuadas pueden minimizar los casos hipotéticos de accidentes, y por tanto reducir las probabilidades de causar daño a valores insignificantes. Las prácticas específicas para ésto son muy propias de la actividad involucrada, y lógicamente serán muy distintas para la industria eléctrica, la química, o la térmica. De ahí que estos análisis se aborden en los capítulos específicos subsiguientes de este libro.

Conviene subrayar la *diferencia entre causa y daño* pues a menudo se utilizan borrosamente los apellidos para tipificar el riesgo, bien en función de su causa bien en función de su efecto o daño. Por ejemplo típicamente se suele hablar de riesgos medioambientales, y en ese caso se hace referencia al daño producido sobre el medio ambiente, el cual puede provenir de causas muy diversas. Sería más preciso hablar de daños medioambientales, puesto que el riesgo debe tener en cuenta el tipo de accidente originario. Esto es, cabría hablar de riesgos químicos medioambientales o riesgos radiológicos medioambientales, y en tal caso quedaría bien definido el tipo de etiología o raíz del daño y el sujeto sobre el cual el daño se efectúa.

En particular, junto a *los daños a seres humanos y los daños de naturaleza económica*, se ha tipificado en estos últimos años el *delito ecológico*, que es aquel en el cual el daño, tenga o no una repercusión económica más o menos objetivamente valorable, se produce sobre el medio ambiente general. Estos daños medioambientales requieren sus técnicas precautorias lo mismo que los restantes daños, pues en definitiva tienen

una raíz común, y por lo general su efecto sobre el medio ambiente se produce a través de mecanismos muy similares a las rutas por las que se pueden producir daños a seres humanos. Sin embargo, en el ámbito industrial, habida cuenta de que la hidrosfera y la atmósfera son el sumidero industrial de muchísimos productos, los daños medioambientales han llegado a cobrar una significación importante, y por tanto exigen su ingeniería muy especializada.

Como complemento de esta introducción, conviene listar un glosario de términos que se utilizan con acepciones muy específicas en el ámbito de la seguridad industrial.

Daño: perjuicio causado en las personas, propiedades o medio ambiente, incluyendo tanto los de tipo biológico, con su repercusión económica correspondiente, y los meramente económicos.

Peligro: posibilidad de que se produzca un daño, generalmente significando la calidad y cuantía del daño probable. Por ejemplo, peligro de muerte por electrocución.

Probabilidad de suceso: Es La frecuencia con la que se presenta, o se espera que se presente, un determinado suceso accidental, que da origen a una cadena de consecuencias.

Accidente: situación no habitual en el oficio o instalación que se considera.

Riesgo: producto del daño causado por un suceso accidental multiplicado por la probabilidad de que dicho suceso tenga lugar. El riesgo, como se ha explicado anteriormente, es de naturaleza estocástica, y se basa en la existencia de un peligro, concretable en un daño, y al cual hay asociada una determinada probabilidad de ocurrencia.

Evaluación de riesgos: técnica para determinar los riesgos asociados a un determinado puesto de trabajo, al uso de algún producto o servicio industrial, o al funcionamiento de una instalación industrial.

Plan de prevención: conjunto de medidas tomadas para evitar los riesgos identificados en la evaluación correspondiente, erradicando algunos de ellos por el propio diseño o funcionamiento del sistema en cuestión, y disminuyendo la probabilidad de otros tanto como sea razonablemente posible.

Nivel de seguridad: calificación que puede asociarse a las prestaciones de un producto, un servicio o una instalación, en función de las características de seguridad que se han incorporado por diversas actuaciones, tanto de inversión en equipos, como de formación, etc.

Acotación de daños: técnica que intenta limitar la máxima consecuencia de un daño, mediante limitaciones en las cantidades de productos tóxicos o peligrosos que pueden estar afectados por un accidente.

Propagación de accidente: secuencia accidental de sucesos en los cuales a partir de una causa, no siempre relevante ni de entidad suficiente, se llegan a efectos que pueden ser muy graves.

Mitigación de consecuencias: conjunto de acciones tomadas preventivamente o adoptadas durante la emergencia, con las cuales se evita la propagación amplificada del accidente, acotándose los daños.

Planes de emergencia: conjunto de disposiciones para poder reaccionar ante situaciones accidentales o imprevistas. Existen planes de emergencia interiores, que solo involucran a las instalaciones y al personal profesionalmente expuesto, y planes exteriores que afectan a la población circundante o al medio ambiente, y en los cuales ha de intervenir la autoridad pública y protección civil.

Protección civil: servicio público, generalmente gubernativo, destinado a actuar en emergencias de variado tipo, incluidas las de origen industrial.

Contra medidas: conjunto de acciones que se ponen en marcha en la ejecución de un plan de emergencia para conseguir la mitigación de las consecuencias del accidente.

Recuperación de la instalación o del servicio: suceso final en el cual el accidente y sus consecuencias han sido superados, y se puede restituir el servicio o, al menos, conducir este o la instalación a situación suficientemente segura, sin riesgo indebido para nadie.

Lecciones derivadas del accidente: resultado de los análisis a efectuar a posteriori, y que deben ser materializados en nuevos proyectos de ingeniería de seguridad para la instalación en cuestión y similares.

2. Metodología analítica y metodología operativa

El análisis de los riesgos en toda su extensión, desde origen a efectos finales, es sin duda la herramienta crucial de la metodología de seguridad, pero este análisis no cabe plantarlo a ciegas y sin sistemática, pues existe un amplio cuerpo de doctrina sobre el particular e, incluso más importante, existe legislación de obligado cumplimiento.

En líneas generales, la metodología de la seguridad tiene que atender al conocimiento y estudio de

- La legislación aplicable
- La normativa que recoja el estado del arte, parte de la cual será obligatoria si así lo determina la legislación, aunque en general será sólo recomendable.
- El análisis de la problemática específica (del puesto de trabajo, de la seguridad del producto o de la instalación, etcétera). En esto es esencial que el análisis se verifique exhaustivamente, con consideración completa de todo tipo de riesgos y secuelas.

Junto a lo precedente, que constituye el esqueleto de **la metodología analítica**, hace falta considerar los medios y procedimientos para poner en práctica las técnicas de Seguridad. Eso se contempla en **la metodología operativa**, que tiene como líneas fundamentales las siguientes:

- Auditorías de seguridad (internas y externas) y sus correspondientes Proyectos subsiguientes
- Formación y entrenamiento
- Inversiones en material y equipo

Respecto de esto último, cabe resaltar que las grandes instalaciones afectadas por las directivas Seveso, que son básicamente las de tipo Químico, como Refinerías, fábricas de plásticos y fibras sintéticas, detergentes, lejías, etc., la inversión en Seguridad puede alcanzar el 10% del total de la inversión efectuada en la planta. A su vez, esa cantidad habrá requerido entre un 10% y un 20%(de ese 10%) en Estudios de Seguridad y Proyectos de Ingeniería.

Por lo que corresponde a Formación y Entrenamiento, las cifras difieren mucho de unos sectores a otros, y son particularmente altas en la Industria Química y la Industria Nuclear. En media, los trabajadores deben recibir formación y entrenamiento en seguridad durante unas 8 horas/año, aproximadamente, pero con la salvedad hecha para las industrias antedichas.

Adicionalmente habría que hacer la salvedad de los Equipos de seguridad y del propio Comité de Seguridad y Salud Laboral, que debería dedicar unas 50horas/año a este cometido, e incluso más, aunque ello depende del grado de madurez que tengan ya los Manuales de Protección y los Planes de Emergencia en cada instalación concreta.

La formación y el entrenamiento afectan a una de las causas más comunes de siniestralidad: **el factor humano**.

La incidencia humana en la seguridad, o en la siniestralidad, raramente procede de cuestiones psicológicas morbosas o extraordinarias, sino muy rutinarias, tales como la carencia de concentración en la actividad ejecutada, *escasa percepción del riesgo* que

conlleva y, muy a menudo, *insuficiente preparación* o conocimiento acerca de los fenómenos físicos sobre los que el operario está actuando (lo cual puede aplicarse tanto al conocimiento de la interacción neumático-pavimento de una carretera, tratándose de circulación de vehículos como a los efectos de un soplete, tratándose de Seguridad Industrial). El factor humano introduce una importante carga de incertidumbre en todo lo referente a la Seguridad. Hasta la fecha, las *incertidumbres* se han tratado científicamente con herramientas matemáticas estadísticas. Hoy día ha cobrado pujanza el análisis de situaciones inciertas (o borrosas) a través de lógica difusa y el razonamiento cualitativo. Esta tendencia tiene una clara justificación, pues cuando una persona ha de reaccionar o tomar una decisión que afecta de manera inmediata a la Seguridad, raramente va a tener ocasión de resolver una ecuación diferencial (es un decir!) y concluir con que el valor de la incógnita es 7,05. Por el contrario, su decisión será cualitativa (y en ello tendrá mucha importancia su preparación anterior).

2.1. Metodología analítica

Existe un método de resaltar la importancia de la Seguridad, y es aquilatarla en función de sus *efectos económicos*. Por supuesto, la peor repercusión de la siniestralidad son las defunciones, y la mayor parte de la Normativa de seguridad va dirigida a la **protección de la vida humana**. Sin embargo, de considerar sólo ese aspecto, se suscita por parte de algunos la idea de que la seguridad es antieconómica, por obligar a unos gastos que no se rentabilizan. Esa idea es superficial y errónea. Puede haber algún caso concreto en que sea difícil evaluar la repercusión económica positiva que tienen las inversiones en seguridad, pero por lo general es fácil aquilatar esos efectos positivos. Basta, simplemente, con evaluar los efectos negativos asociados a la siniestralidad que se produciría de no hacer esas inversiones en seguridad. En dichos efectos hay que tener en cuenta que las propias vidas humanas (y el absentismo laboral subsiguiente a un percance) tienen una valoración económica neta (aunque a ello haga frente un seguro privado o la Seguridad Social). Obviamente la vida humana y la salud son bienes mucho más preciados que su mera valoración económica, pero ésta no debe olvidarse, y desde luego ha de contabilizarse al hacer los fríos **análisis coste-beneficio** que justifican las inversiones en seguridad.

Siendo importantísimo lo anterior, relativo a las vidas humanas, no debe oscurecer la existencia de otros daños puramente económicos que inciden en la actividad industrial siniestrada. Algunos de estos daños son directos, y requieren **reposición de equipo** y nuevas inversiones. Otros son más indirectos, pero incluso más dañinos, como es la **disfuncionalidad** que se produce en una organización humana cuando ocurre un siniestro. El viejo dicho "nadie es imprescindible" puede ser una verdad a largo plazo, pero a corto plazo casi todas las personas de un equipo humano son insustituibles y su ausencia (mas aún si es accidentada) produce disfunciones.

Globalizando, los efectos económicos de la siniestralidad pueden ser por **indemnizaciones**, inversiones de **recuperación y reposición**, y **lucro cesante** por disfunciones, falta de operatividad, interrupción de la producción, pérdida de clientes, etc.

En la mentalidad común, los *accidentes catastróficos* suelen asociarse con alto número de pérdida de vidas humanas, y la repercusión económica pasa desapercibida. Tal es el caso de los accidentes de aviación, descarrilamientos, naufragios, siniestros de autobuses, etc., y en menor medida accidentes propiamente industriales, como el de Seveso (Italia, 1976) y el de Chernobyl (Ucrania, 1986).

Ciertamente es lamentable que en un accidente aéreo se produzca un centenar de muertes, pero además de ese duelo, absolutamente irreparable, hay que tener en cuenta que las inversiones de reposición pueden superar los 5.000 millones de Pta., y las indemnizaciones y desembolsos de seguros otro tanto.

No obstante, los accidentes Industriales suelen tener características opuestas a los del Transporte, en el sentido de que las pérdidas en vidas humanas pueden ser incluso nulas, y los daños económicos enormemente cuantiosos. Un accidente representativo de esta situación fue el de la central nuclear TMI-2, más conocido por accidente de Harrisburg. En 1.979, la 2ª unidad de la central de "Three Mile Island" sufrió una aparatosa avería provocada por un fallo mecánico secundario (o al menos previsible y previsto) enormemente agravado por acciones humanas (de antes y de después del fallo) como consecuencia de las cuales el reactor nuclear se quedó sin refrigeración, lo que motivó la destrucción de gran parte de sus vainas y, en definitiva, su parada irrecuperable. A pesar de los daños sufridos por el reactor y del hecho de que gran parte de los productos radiactivos quedaran libres (desenvainados) no se produjeron escapes apreciables de radiactividad dado que funcionaron (como era de esperar) las barreras de confinamiento exterior, dentro de las cuales permanecen los productos radiactivos.

Como consecuencia directa del accidente no hubo que lamentar ninguna víctima, y de manera indirecta, por la radiactividad fugada, ésta fue tan escasa que sus efectos no pueden ser apreciados y de hecho nadie ha podido sustanciar la petición de indemnizaciones por daños radiológicos (por ser imposible establecer ni la más mínima *relación probable causa-efecto*). Desde esa perspectiva, podría decirse que fue un accidente inocuo para la salud humana, si bien tuvo notorias repercusiones psicológicas. Hay que tener en cuenta que se mencionó la posibilidad de una evacuación por emergencia, sin información comprensible sobre el caso, lo que motivó, entre otras cosas, que se vendieran todas las existencias de las armerías de Maryland y Pennsylvania, por temor a actos de pillaje y bandolerismo durante una evacuación en masa.

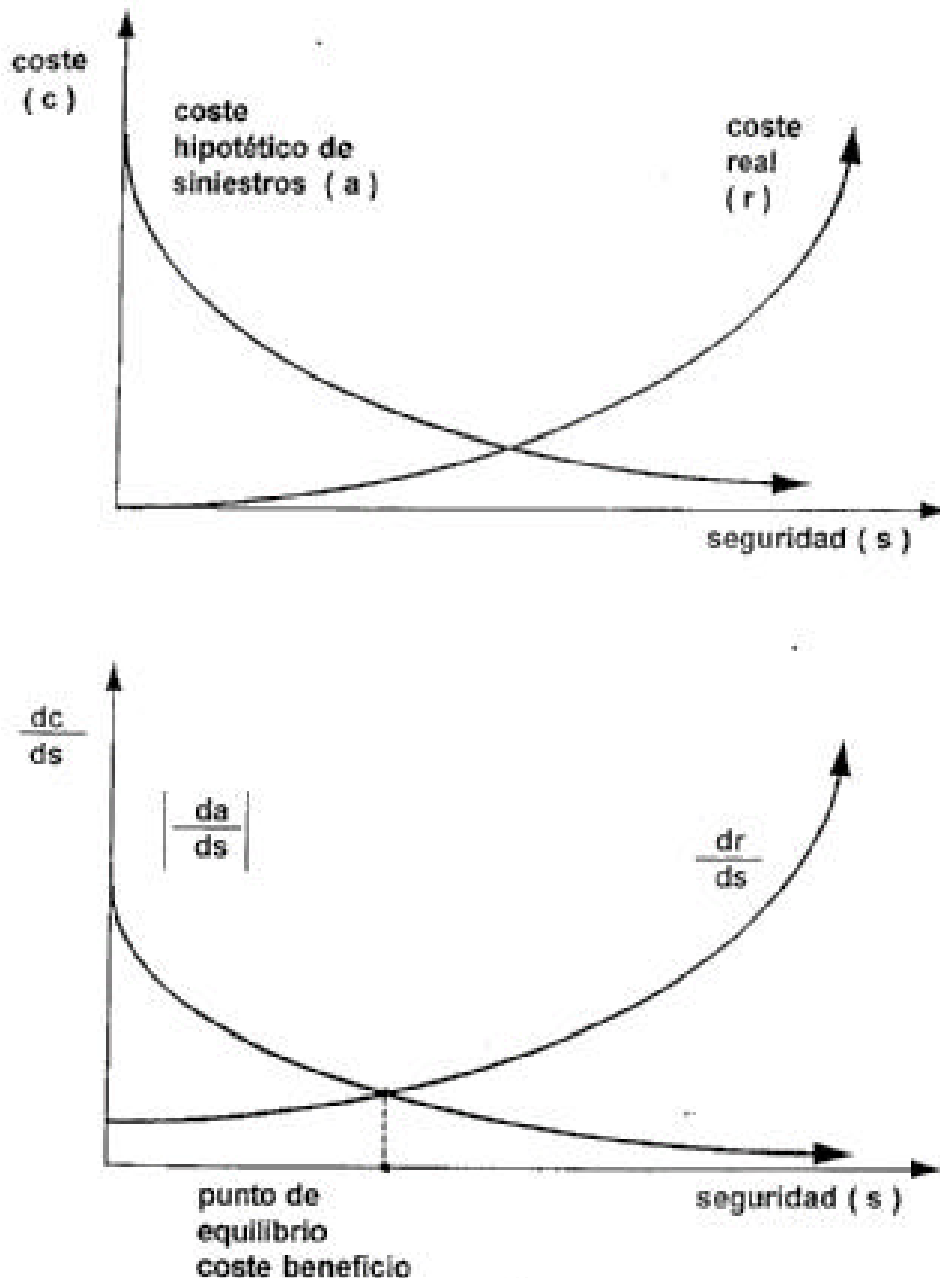
El accidente de TMI-2 fué, sin embargo, una gran **catástrofe económica**. Su valor de reposición, es de unos 500.000 millones de pesetas (en realidad, se puede decir que la empresa perdió toda la inversión realizada, pues la unidad solo había funcionado un año, y sin embargo ha de continuar manteniéndola, en tanto no se proceda a su clausura definitiva, que también será costosa).

Tras ese accidente, algunos especialistas señalaron que la Normativa de Seguridad Nuclear está mucho más pensada para la *protección de personas* que para la de *las instalaciones*, y efectivamente es y debe ser así. La **empresa** debe proteger su inversión de acuerdo con su política de **gerencia de riesgos**, mientras que las autoridades públicas deben velar, sobre todo, por la salud y seguridad públicas así como de las personas profesionalmente expuestas.

A nivel empresarial, estas metodologías se han de sintetizar en una técnica de gerencia de riesgos que permita a los responsables empresariales garantizar que los riesgos asumidos por la empresa están dentro de lo tolerable, y que se ha llegado a la situación adecuada en cuanto a inversiones en seguridad. Para ello suele ser útil la técnica de **análisis coste-beneficio**, mediante la cual la gerencia de riesgos determina cual sería la disminución de incertidumbres o riesgos, y por tanto el aumento de la seguridad, consiguiente a la inversión de una cierta cantidad adicional de dinero; comparando esta inversión, que implica un gasto cierto, con la disminución de riesgo hipotético que se

obtiene mediante dicha inversión. Teóricamente el análisis coste-beneficio permite hallar un punto de equilibrio en el cual el gasto de presupuesto adicional para aumentar la seguridad no revierte en una reducción similar en la cantidad de dinero que se requiere para realizar la cobertura del riesgo reducido. En la figura nº 1 se expone un ejemplo de análisis coste-beneficio, a título meramente ilustrativo, teniendo en cuenta que la seguridad asintótica no existe y su valor requeriría una inversión infinita.

Figura 1
Esquema del principio de análisis coste-beneficio



La naturaleza y aplicación de los análisis coste-beneficio se estudiará con más detalle en el punto 5 de este capítulo, en el contexto de la seguridad de las instalaciones susceptibles de sufrir accidentes graves. Es una herramienta que debe complementarse

con los Estudios Fiabilísticos de Seguridad, también denominados APS (Análisis Probabilísticos de Seguridad).

No todas las metodologías de seguridad tienen fundamento estocástico. Al contrario, las relativas a la Seguridad Ocupacional y a la Seguridad de Productos suelen tener una base de limitaciones de tipo determinista.

El por qué de este determinismo es muy simple: el cuerpo humano tiene limitaciones obvias y bien conocidas para soportar los efectos de agentes físicos y químicos.

Por ejemplo, por encima de 45 °C, el agua produce quemaduras de cierta significación en la piel. Por encima de 1 ppm (parte por millón) de cloro en el aire, la agresión de éste a los tejidos humanos (sobre todo, mucosas) es insoportable. Por ello se deben poner **límites físicos y químicos** a diversas variables (temperaturas, concentraciones de sustancias,...) y estos límites no deben sobrepasarse en ninguna condición de trabajo contemplable en el proyecto o en la funcionalidad de la instalación. Por supuesto, la incertidumbre asociada a la naturaleza, a los materiales físicos –recipientes, máquinas– y al factor humano podrán hacer aparecer otras condiciones en las que se rebasen esos límites, pero ello pertenece ya al ámbito de la fiabilidad y al análisis de accidentes graves.

En relación con los límites de concentraciones y otras variables, cabe señalar la *problemática de seguridad asociada a los subproductos o residuos*. En España generamos al año del orden de 400.000 toneladas de residuos tóxicos o peligrosos. Su correcta disposición es también objeto de la Seguridad Industrial, y se han de valorar los riesgos asociados a ellos en la triple vertiente de daños humanos, daños económicos, y daños al medio ambiente.

De hecho, uno de los requisitos metodológicos esenciales en la Seguridad Industrial es su completitud, es decir, atender en su análisis a todas las posibles causas de riesgo y a todos los posibles efectos potenciales. Ello implica atender a todo el ciclo de vida de los procesos y de los productos, desde las materias primas al resultado final, incluyendo actividades de mantenimiento y, como ya se ha dicho, residuos y subproductos.

2.2. La normativa industrial

Para asegurar la exhaustividad en estos estudios es muy útil el uso de Normativa. La práctica industrial de establecer normas es muy antigua, pues aporta ventajas de numeroso tipo y ayuda a sistematizar y a hacer operativo el estado del arte. No todas las Normas, ni mucho menos, tienen connotaciones de seguridad, pues muchas van orientadas a la estandarización de elementos y dispositivos o al establecimiento y demostración de parámetros de calidad. Aún así, estas Normas no orientadas a la Seguridad suelen tener un efecto indirecto muy positivo en ella, pues la calidad y la estandarización son factores que reducen sustancialmente la incertidumbre de las prestaciones de los materiales y de los productos, y ello contribuye a acotar el carácter estocástico de la seguridad, y a hacer más representativas las estadísticas de las que se disponga.

En este sentido hay que señalar la importancia de los datos actuariales y series estadísticas sobre fallos de equipos, averías, incidentes y accidentes. Ello constituye la única referencia experimental en accidentología real, pues no tendría sentido producir accidentes para estudiarlos. Pero la acumulación de datos puede tener muy poca significación estadística si los componentes y equipos involucrados son totalmente

dispares unos de otros. Por el contrario, de responder a una misma normativa, la valoración o representatividad estadística es mucho mayor, y de los datos actuariales se pueden determinar valores tales como el Tiempo Medio Entre Fallos (MTBF en terminología inglesa) o la tasa de fallos y la varianza asociadas a una tipología dada de sucesos.

De cara a asegurar la completitud del análisis de riesgos es prudente utilizar guías genéricas que se vayan concretando o acotando al caso real en estudio. Por ejemplo, la Directiva Marco europea 80/1.107 CEE sobre Orígenes de Riesgos es una referencia clásica en este ámbito, y en ella se distinguen tres grandes agentes peligrosos

- Químicos (contaminantes, toxicología, materiales agresivos,...)
- Físicos (temperatura, presión, radiaciones, electricidad, energía cinética, ruido y vibraciones,...)
- Biológicos (bacterias, virus,...)

Obviamente una Directiva Marco es demasiado genérica, y en la mayor parte de los casos existe una Normativa mucho más específica que aborda el tema de modo mucho más eficiente. Tal es la situación, por ejemplo, de los productos industriales en general, y en particular los contemplados en las Directivas del Nuevo Enfoque de la Unión Europea, descritas en el capítulo sobre este tema, en este mismo libro.

Habitualmente, las Normas son establecidas por Comités Técnicos donde concurren muchos de los más prestigiosos especialistas del tema que se trate. Podría decirse, con carácter general, que cuando un Comité de esta naturaleza se reúne para establecer una norma, todo el acervo científico de ese tema queda puesto encima de la mesa de discusión.

Estos Comités Técnicos suelen actuar bajo los auspicios de una entidad ad hoc, que en España es AENOR, la Asociación Española de Normalización y Certificación, aunque hay países donde son varias las instituciones que emiten normas. El caso más completo y complejo es el norteamericano. Existe en USA el ANSI (American National Standard Institute) que viene a ser como la institución paraoficial de normalización (standard = norma) pero en USA son muy potentes las Asociaciones sectoriales, y son ellas las que elaboran directamente las normas. Tal es el caso de las ASME (American Society of Mechanical Engineers) las ASTM (American Society for Testing and Materials) las IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) las ASHRAE, TEMA, AIP y varias otras.

En el marco internacional hay que dejar constancia de la ISO (International Standard Organisation) que es la referencia fundamental en Normas de Calidad, y en el marco de la Unión Europea existe el CEN, Comité Europeo de Normalization, con su rama eléctrica, CENELEC, y la dedicada a telecomunicación, ETSI.

Muchas de las normas elaboradas por una asociación terminan siendo incorporadas a otros cuerpos de normas. Por ejemplo, muchas de las normas ISO devienen normas europeas, EN, y a su vez pueden incorporarse como normas españolas, UNE, o normas alemanas, DIN, o británicas, BS, etc.

Cuanto más completo es el conjunto de Normas sobre un ámbito industrial, más seguro puede decirse que es éste

Las Normas como tal no son de obligado cumplimiento, salvo que específicamente se haya declarado así por una disposición legislativa o gubernativa, que sí que puede descansar en una norma específica para obligar a cumplir un requisito de seguridad.

En tal caso, puede el legislador acumular y sistematizar las normas que considera deben ser obligatorias, y promulgarlas como legislación propiamente dicha.

El caso más preclaro es quizá el norteamericano, donde el Code of Federal Regulations (su Boletín Oficial del Estado) recoge en títulos específicos lo relativo a la seguridad de las industrias más problemáticas. Así, en el 10 CFR se recoge todo lo relativo a Energía Nuclear, y en el 40CFR todo lo de la Industria Química. Cada uno de esos títulos legislativos se subdivide en secciones. Por ejemplo, el 10CFR20 es una especie de Reglamento sobre sustancias radiactivas, y entre otras cosas establece las concentraciones máximas permitidas en aire y en agua, de los diversos radionucleidos

Las normas, pues, configuran el marco de referencia más inmediato para las personas involucradas en actividades industriales.

Pero ningún técnico actual puede ser especialista en todas las materias, y a buen seguro que en su labor se cruzarán, para su aplicación, multitud de Normas que, si es un técnico responsable, debe entender. Ésto se debe lograr precisamente mediante asignaturas, textos y prontuarios que expliquen las bases metodológicas de la Seguridad Industrial, los fundamentos de los riesgos que pueden aparecer en diversas materias y la realidad física -con sus daños potenciales- que subyace en las Normas. A menudo, lo que salva de la catástrofe es precisamente ésto: la comprensión. En primer lugar, porque los hombres no somos autómatas, y hasta en la aplicación de algo tan concreto como debe ser una Norma, hay algo siempre de interpretativo o circunstancial. En segundo lugar, porque las Normas no pueden cubrir toda la casuística imaginable, ni tendría sentido que la intentasen cubrir, porque entonces sería inaplicable

En España la actividad normativa se contempla como parte esencial de la infraestructura industrial, y como tal está contemplada en el R.D. 2200/1995, que desarrolla estos aspectos a partir de la ley de Industria de 1992.

La metodología basada en normativa simplifica, como hemos dicho, el proceso de aplicación y verificación de los principios de seguridad industrial, pero tiene como inconveniente menor el hecho de que genera una excesiva confianza por parte de los proyectistas y analistas de seguridad industrial, que sustituyen el rigor de un análisis completo de seguridad por la aplicación directa de una norma, sin cuestionarse la licitud de utilización de dicha norma, y las cuestiones interpretativas o circunstanciales que puedan variar de unos casos a otros. En definitiva, aunque es esencial e importantísimo, sobre todo valorándolo en términos generales, la adopción y utilización de normas, sin embargo conviene hacer énfasis en la importancia de que las normas sean entendidas por quiénes las aplican.

La aspiración de que el cuerpo de normas provea de esa cobertura exhaustiva a la que aludíamos no siempre es accesible, especialmente en las tecnologías emergentes, y va siendo cada vez más fácil de obtener cuando, mediante la acumulación de experiencias y la incorporación paralela de análisis de seguridad, se logra una descripción completa y profunda de los fenómenos involucrados.

Lo anteriormente mencionado representa la **metodología analítica** de la seguridad industrial, con la cual no concluye toda la responsabilidad de este área de ingeniería.

Esa metodología permite conocer exhaustivamente los sistemas industriales y sus riesgos, pero no implica que mediante dicho conocimiento se vayan a obtener los resultados apetecibles.

2.3. Metodología Operativa

Para convertir los análisis de riesgos y demás estudios de seguridad en algo útil, hace falta, como suele decirse en castellano, pasar de las musas al teatro; ésto es, materializar en inversiones, en equipos, en formación, en organización, etc., todo lo identificado en la metodología analítica.

Para ello hace falta poner en práctica la **metodología operativa** de la seguridad industrial, basada en gran medida en una involucración de todos los elementos humanos que intervienen en las actividades y los procesos tratados, de tal manera que conozcan responsablemente sus cometidos de seguridad. Como en muchos casos dichos elementos humanos no tienen por qué poseer los conocimientos físicos y químicos para entender las bases de la normativa de seguridad, es imprescindible que funcione eficientemente la formación en materia de seguridad, y se provean de métodos operativos para que la normativa aplicable y los principios generales de seguridad industrial puedan ser asimilados a todos los niveles.

Dentro de esta metodología es imprescindible la disposición de *mecanismos de control y correctores de los procesos que conlleven riesgo*. En lo posible, los mecanismos de control deben llevar disposiciones precautorias que indiquen con antelación suficiente la aparición de una circunstancia de alto riesgo. La metodología operativa es susceptible de presentar lagunas de difícil detección, pues así como la metodología analítica se basa en supuestos bien definidos a los cuales se les dedica tanto tiempo de estudio como sea necesario, sin embargo la metodología operativa reviste un nivel de incertidumbre en su aplicación que no siempre puede reducirse con las convenientes actuaciones previsoras y con la mentalización y formación de los elementos humanos involucrados. De ahí que en este ámbito sea especialmente importante la técnica de ingeniería denominada de calidad total, que aspira a la involucración en la obtención de calidad, y en este caso de seguridad, de todos los elementos intervinientes, al mismo tiempo que existe una mentalización, una formación y una capacitación a todos los niveles suficientemente rigurosa como para proceder a la temprana detección de defectos y a la implantación sistemática de un proceso que conduzca en breve plazo a la eliminación de los defectos.

Todo lo anterior, tanto la metodología analítica como la operativa, confluye en el término **cultura de seguridad**, por la cual se entiende que las responsabilidades en materia de seguridad se extienden entre todos los factores intervinientes, se comprenden, y se está en disposición de afrontarlas con suficientes garantías.

Como suele decirse, la fortaleza de la cadena es la fortaleza de su eslabón más débil, y en materia de seguridad, el rigor o la calidad de la seguridad la proporciona la calidad de su elemento menos seguro.

Lo anteriormente dicho hace referencia a la seguridad industrial de sistemas de producción o de servicio, y no de manera tan directa a la seguridad asociada al uso de *productos comerciales*.

En primer lugar hay que tener en cuenta que los productos de libre mercado están sometidos a una reglamentación específica en el ámbito de la Unión Europea, pues

dichos productos pueden ser transportados de unos países a otros sin limitaciones arancelarias, aunque sin embargo si actúan sobre ellos limitaciones de seguridad.

El enfoque con que se tratan los temas de seguridad referidos al producto requiere una metodología operativa peculiar, pues en punto alguno se puede prever que los usuarios de dichos productos dispongan de un nivel de información científica o tecnológica elevado. La Administración impone unas restricciones para la comercialización de los productos potencialmente peligrosos, y se establecen unos requisitos de homologaciones para su comercialización en el caso de productos que aún se regulen por el llamado Antiguo Enfoque, o impone unos requisitos esenciales de seguridad que los fabricantes o importadores de los productos deben declarar que cumplen, en el caso de los productos incluidos en el Nuevo Enfoque.

Como cuestión orientativa de la metodología a aplicar en los estudios de seguridad industrial cabe clasificar o atender los daños y riesgos industriales en función de diversos criterios. En principio, los daños y riesgos pueden ser asociados a diferentes ámbitos, concretamente:

- instalaciones civiles y generales
- productos de uso común
- servicios industriales
- instalaciones industriales
- productos industriales especializados

En la escala anterior, la profesionalización o especialización del ámbito va incrementándose; de tal forma que se parte de riesgos asociados al uso generalizado de un sistema o producto, por parte de la población en general, y se llega al ámbito donde sólo los profesionales están afectados por los posibles daños. *En función del nivel de especialización, cabe aplicar técnicas de formación y entrenamiento que reduzcan considerablemente el riesgo. Esto es factible en los ámbitos profesionalizados, y lógicamente no lo es en los ámbitos de uso común, donde la ingeniería de seguridad tiene que descansar fundamentalmente en la concepción y diseño de los aparatos o servicios.*

También cabe tener en cuenta los diferentes daños producidos según su modalidad o etiología, en lo cual se distinguen fundamentalmente cuatro apartados:

- *Agentes químicos* tóxicos o insalubres, que pueden producir daños por inhalación, ingestión, asfixia o causticidad.
- *Agentes explosivos* o combustibles, en los cuales se ha de tener en cuenta el peligro de explosiones (deflagraciones si son subsónicas; detonaciones si son supersónicas). La problemática de estos agentes está relacionada con la concentración de los mismos que pueda darse en diversos locales, y con sus fugas y vertidos.
- *Agentes físicos*, que a su vez son de distinta naturaleza, como pueden ser:
 - Electricidad
 - Energía cinética (máquinas)
 - Energía cinética (caídas)
 - Sobrepresiones
 - Temperatura

- Criogenia
 - Vibraciones, sonidos y ultrasonidos
 - Radiación no ionizante (laseres)
 - Radiación ionizante
- *Agentes biológicos*, que pueden ser particularmente importantes en la industria farmacéutica y en la incipiente ingeniería genética. Con características más extendidas hay que tener en cuenta la existencia de microorganismos dañinos para el cuerpo humano que pueden permanecer o reproducirse en ámbitos industriales (por ejemplo legionela), así como la existencia de sustancias o microorganismos alérgenos.

Por último, hay que mencionar *la organización y ergonomía de la seguridad*, en la cual se han de distinguir los siguientes aspectos:

- La integración de la seguridad industrial en la empresa
- El sistema de evaluación de riesgos
- Los servicios de prevención
- La planificación de la seguridad y de la reacción ante accidentes
- La formación y entrenamiento en seguridad
- El entorno ergonómico del puesto de trabajo
- El error humano:
 - En el diseño o concepción
 - En la ejecución

En definitiva, la metodología operativa es muy específica del tipo de seguridad industrial que se trate, y por ende se ha de tratar en secciones independientes, desarrolladas a continuación.

3. Evaluación de riesgos en la Seguridad Laboral. Medidas de protección

La Seguridad Laboral se extiende a múltiples campos, no todos calificables de industriales, pues sectores tales como el transporte y la construcción presentan especificidades muy definidas y no se rigen propiamente por normativa de tipo industrial. Estos sectores presentan una tasa de siniestralidad muy elevada, y son la principal causa de la mortalidad laboral, así como del perjuicio económico asociado a los accidentes, que se eleva a más de dos billones de pesetas anuales.

En el cuadro adjunto se presentan las estadísticas referentes al global de la Seguridad Laboral (según fuentes sindicales)

	1996	1997	1998	1999	Variación 96/99(%)
Accidentes	1.212.846	1.321.940	1.486.109	1.607.453	32,54
Accidentes con baja	616.237	676.644	752.882	865.980	40,53
Graves	10.685	10.393	10.649	11.620	8,75
Mortales	982	1.070	1.071	1.115	13,54
Por desplazamient o al trabajo	39.338	43.659	51.961	50.389	28,09
Mortales por desplazamient o	322	384	420	476	47,83

De las estadísticas anteriores podría decirse que la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995 y su R.D. 39/1997) no ha sido un éxito, pues en los años que lleva desde su promulgación la siniestralidad no ha hecho sino aumentar, y muy significativamente, con especial énfasis en los accidentes in itinere. Aún así, las muertes atribuibles a estos no son el 10% de los accidentes mortales en el transporte en general. En todo caso, por lo que corresponde a la accidentalidad con baja (de atención sanitaria) ésta también ha aumentado espectacularmente, y ello sí está asociado directamente con la seguridad ocupacional en general.

España tiene en esto, uno de los índices más pobres de la Unión Europea y la mortalidad laboral total es de 10^{-4} / año, lo que significa 100 muertos al año por cada millón de trabajadores, lo cual es prácticamente el doble de la tasa media de la Unión Europea.

Parecen existir varias causas estructurales en ello, incluyendo la fuerte participación de empresas subcontratadas y trabajadores eventuales en algunos sectores, sobre todo el de la construcción. De hecho, en España la siniestralidad media entre los trabajadores eventuales es prácticamente el doble de la de los fijos, lo cual está curiosamente en correlación con la estadística europea, donde el porcentaje de trabajadores eventuales es muy bajo (aproximadamente la mitad del valor español).

Si nos ceñimos a la industria, los índices de siniestralidad que encontramos en el año 2000 son aproximadamente estos:

Índice de frecuencia: 42 accidentes con baja por millón de horas trabajadas

Índice de gravedad: 2,6 jornadas perdidas por accidentes (~ 18 horas) por cada mil horas trabajadas

Índice de incidencia: 39 trabajadores accidentados por cada mil empleados.

Hay que señalar que la coherencia de las cifras anteriores no es plena, por la dificultad de la recopilación sistemática y uniforme de datos. Por ejemplo, teniendo en cuenta que a cada trabajador se le puede asociar unas 1700 horas de trabajo anual, el índice de incidencia podría describirse como 39 accidentados por 1,7 millones de horas trabajadas, que equivale a 23 trabajadores accidentados por millón de horas.

Sin embargo, el número de accidentes con baja es casi el doble (42) lo cual significa que no hay un criterio uniforme al computar la accidentología (Los datos anteriores corresponden a los dados por una muestra bastante rigurosa del sector industrial, dada en "Gerencia de riesgos y seguros", nº 72, 4º trimestre del 2000).

La metodología en este campo se basa lógicamente en la evaluación de los riesgos del puesto de trabajo. Para ello se dispone de varios procedimientos escritos (check lists) de Seguridad Ocupacional, con los que se identifican las fuentes de peligro y la intensidad de éstos. También podría considerarse en estos casos el análisis probabilístico, pero la mayor parte de los organismos competentes no admiten ese planteamiento. Es decir, se considera que la seguridad absoluta es inalcanzable, y que por tanto puede ocurrir un accidente, pero no se admite que éste tenga como causa un peligro bien identificado; pues si se identifica, hay que disponer los medios de protección ad hoc para que desaparezca como tal peligro. En otras palabras, en Seguridad Ocupacional no se suele aceptar el concepto de daño cierto, aunque sea improbable. Se entiende que la tecnología tiene elementos suficientes para evitar ese tipo de daños, aunque nunca pueda garantizarse del todo que las máquinas fallen, o que el elemento humano no se equivoque y dé lugar a un accidente. En este campo juega un papel fundamental el **concepto de límite máximo** de una variable, bien física (temperatura, ruido, radiación,...) bien química (concentraciones de diversos productos).

Las prácticas de Seguridad Laboral se orientan a asegurar que estos límites no se rebasen en ninguna situación concebible y lógica.

Como a menudo la actividad industrial puede exigir que en inmediata vecindad al trabajador sí se den valores por encima del límite permitido, hay que adecuar los adecuados Medios de Protección que han de ser suficientemente eficaces para asegurar que los límites no se transgreden por lo que a la biología del trabajador corresponde. Tal es el caso de las viseras o gafas de atenuación de la radiación electromagnética, tanto en luz visible, como infrarroja cercana (que también se deposita en la retina) como ultravioleta (que deteriora poderosamente el cristalino). En el campo químico son ejemplos notorios las mascarillas, para evitar la inspiración de agentes nocivos; y en el campo térmico, los aislamientos y calorifugados.

En este apartado hay que señalar la existencia de la legislación correspondiente, en cuyo ápice se encuentra la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, de la que deriva el Real Decreto de los Servicios de Prevención. El objeto de esta articulación legal es promover la seguridad y la salud de los trabajadores mediante aplicación de medidas y desarrollo de actividades encaminadas a tal fin.

La Ley está articulada en siete títulos más las disposiciones adicionales y especiales. En el primero de los títulos se especifican el objeto y el ámbito de aplicación de la Ley, y se definen los términos aplicados en su desarrollo. En el segundo título se establecen

los principios para implantar una política en materia de prevención de riesgos que protejan la seguridad y salud de los trabajadores. Los derechos y las obligaciones de todos los agentes involucrados en este tema se contemplan en el título 3.

El título 4º es el de mayor contenido técnico de la Ley, pues trata de los servicios de prevención, aunque posteriormente éste haya tenido su desarrollo reglamentario. En este título se establecen los principios fundamentales que han de regir los estudios de seguridad para poner en marcha servicios que prevengan accidentes y siniestralidad en general

En el título 5º se establece la necesidad de consulta y participación de los trabajadores, como sujetos a la vez pasivos y activos en esta temática, puesto que ellos son quiénes más directamente sufren los efectos de la inseguridad, y por tanto son los agentes a proteger, y de su disposición y buena práctica depende en gran medida el resultado de seguridad.

El título 6º trata de las obligaciones de los fabricantes, importadores y suministradores, en relación con los equipos o productos industriales que puedan estar involucrados en la cuestión de seguridad.

El título 7º define el marco de responsabilidades y sanciones, recayendo las primeras grandemente en el empresario, al que se le obliga a poner en marcha todos los mecanismos necesarios para que haya unos servicios de prevención eficientes.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales no sólo requiere de su desarrollo reglamentario, ya aludido, sino asimismo de la asistencia de una serie de entidades y herramientas operativas que permitan la mejor gestión de la seguridad. Algunas de esas entidades son de tipo general, y merece citarse las siguientes:

- Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Fondo de prevención y rehabilitación, que se nutre de los excesos o superávits de las Mutuas de accidentes
- Inspección de trabajo y seguridad social
- Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo
- Fundación para la promoción de la seguridad y salud laboral
- Organismos de normalización y de infraestructura industrial, que coadyuven a la mejora de la seguridad mediante acciones genéricas.
- Entidades auditoras, de inspección y de control y similares, que contribuyan a la puesta en práctica de las políticas genéricas de seguridad.

Por otro lado, en el ámbito de cada empresa o conjunto de empresas similares, se tienen que contemplar una serie de herramientas o instrumentos de gestión de la seguridad como son:

- Mecanismos de evaluación de riesgos, por auditorías externas o internas
- Programa de formación de trabajadores en temas de seguridad
- Establecimiento de manuales de seguridad e higiene específicos de las instalaciones de la empresa
- Planes y manuales de emergencia y de respuesta ante accidentes
- Gerencia empresarial de riesgos

El conjunto de todas las prácticas que deben implantarse en el seno de la empresa y la vertebración de estas prácticas con los procedimientos operativos ordinarios, debe recogerse en un manual de seguridad que incluya todos los procedimientos

identificados al efecto para mejorar la seguridad, incluyendo la identificación de medidas específicas a implantar en aquellos puntos que necesitan corrección, más la revisión de esto cuando se haya producido la corrección en cuestión. También se tienen que contemplar las actividades de formación y entrenamiento pertinentes.

En ello pueden ser extremadamente útiles los **Manuales de prevención de salud laboral**, que diversas Mutuas de accidentes publican y mantienen actualizados con objeto de ayudar a sus mutualistas a cubrir los objetivos de los servicios de prevención.

Estos manuales deben ser confrontados en su utilidad práctica mediante auditorías en las que se revisen los procedimientos y las actuaciones en evaluación de riesgos, todo lo cual debe quedar documentalmente archivado para sus revisiones pertinentes. Esto incluye la verificación de que las especificaciones *técnicas de control y vigilancia de las variables físicas y químicas se producen de tal manera que puedan declararse situaciones de emergencia cuando sea pertinente*. Como colofón de esto se necesita la elaboración de **Planes de emergencia** para actuar en respuesta a accidentes de la diversa tipología que se haya identificado en las auditorías.

En el ámbito global de la seguridad laboral tienen también considerable importancia, aunque no son propiamente parte de la seguridad industrial, los historiales médicos del personal, puesto que no solo se trata de la prevención de accidentes sino de la precaución contra las *enfermedades profesionales*. A este respecto cabe indicar la existencia del Real Decreto de Enfermedades Profesionales R.D. 1955/1978.

Se ha mencionado reiteradamente que el tema de la seguridad laboral debe ser fundamentalmente precautorio, y encaminado *a evitar daños actuando sobre los orígenes del peligro*. No obstante, hay que tener en cuenta que los accidentes y las enfermedades laborales son imposibles de prevenir en su totalidad por las propias incertidumbres y por la naturaleza estocástica de los fenómenos físicos y del comportamiento humano. Debido a ello, es muy importante mantener un historial sobre la siniestralidad producida, que permita ir mejorando los aspectos que hayan fallado en la seguridad.

Esta práctica de *revisión de los casos anómalos producidos* se da tanto para la seguridad ocupacional como para los otros tipos de seguridad, particularmente es significativa en el estudio de los accidentes graves.

Por último, y de forma sistematizada, conviene que mediante el historial de la siniestralidad, se establezcan indicadores que permitan tener una idea de cual es en términos cuantitativos la situación de seguridad de una determinada empresa o sector respecto de lo que sería deseable o de la inseguridad por causas naturales. Los tipos de indicadores que más se utilizan a este respecto son:

- *Indicadores de seguridad*, como son los tiempos transcurridos sin accidente laboral con baja, o la producción conseguida sin pérdidas por averías o accidentes. En términos estadísticos esto se suele denominar tiempo medio entre fallos, aunque también cabe aplicarlo a accidentes de tipología inespecífica.
- *Indicadores de prevención*, que a su vez pueden ser de diversa índole:
- *Económicos*, como es el coste de la gestión de seguridad, y el porcentaje que se dedica a seguridad en las inversiones de nueva planta o en la atención rutinaria a la seguridad, tomando en este caso como referencia el volumen de ingresos totales de la entidad.

- *Organizativos*, como son el porcentaje de las medidas correctoras, previamente identificadas que se han logrado poner eficientemente en marcha, en un plazo dado, generalmente un año.
- *Técnicos*, como es el porcentaje de horas dedicadas a formación en seguridad por las diversas categorías o especialidades de trabajadores. También se considera un indicador técnico el porcentaje de situaciones anómalas o imprevistas resueltas convenientemente mediante la correspondiente aplicación de una medida de emergencia prevista o simplemente por la reacción adecuada del personal involucrado.
- *Legales*, como puede ser el porcentaje de cumplimiento de la reglamentación, que tendría que llegar al 100% en la situación ideal, así como el número de normas recomendadas que se han puesto en práctica para estar más al día respecto del estado del arte.

Un tercer grupo de indicadores lo forma la siniestralidad en sí misma, como pueden ser los de tipo:

- *Personal*, como es el índice de frecuencia y el índice de incidencia en los trabajadores, medido bien en tiempo, bien en número de éstos.
- *Materiales*, que debe reflejar el número total de averías, y sus clases; identificación del tipo de maquinaria que genera los accidentes; y número de escapes de productos peligrosos o de fluidos de gran contenido energético.
- *Inmateriales*, como son los que pueden afectar al buen nombre de la empresa por la acumulación de accidentes, o los que pongan en evidencia la utilización de tecnología inadecuada en diversos procesos.
- *Económicos*, destinados a valorar la incidencia económica de los accidentes, como es el coste total de los accidentes, tanto de manera directa como en lucro cesante, los valores medios de pérdida por accidente para los diversos tipos de riesgo, y en definitiva la relación entre los costes directos de la siniestralidad y los reintegros recuperados por la cobertura de riesgos que se haya establecido previamente mediante las correspondientes primas.
- *Legales*, que debe incluir el número de condenas judiciales falladas en contra, debido a accidentes o siniestros; el número de denuncias efectuadas por las administraciones públicas y sus inspecciones, el número de denuncias efectuadas por los trabajadores, y en definitiva el número de denuncias o reclamaciones que vengan de terceras partes, incluyendo de manera muy especificada las reclamaciones de consumidores directos o de usuarios del servicio industrial prestado.

Respecto de esto último, es común en las entidades empresariales que producen productos o prestan servicios bajo garantía, el establecimiento de un fondo de garantía, con el cual atender las reclamaciones habidas. En este caso resulta un indicador muy significativo de la seguridad y calidad de los servicios suministrados, el valor del fondo de garantía ejecutado, respecto del volumen de ingresos de la compañía.

En definitiva en la seguridad laboral importa de manera esencial la identificación de los peligros inherentes a los diversos puestos de trabajo, y la aplicación de la **normativa** adecuada para garantizar que las variables físicas y químicas sujetas a límites máximos no lleguen a valores por encima de éstos.

Adicionalmente a esta primera aproximación, cabe la identificación de **medidas de protección** individuales y generales para mitigar los efectos ordinarios de las variables físicas y químicas sobre los trabajadores.

Por último queda la cuestión de vital importancia respecto a la *reacción ante accidentes y planes de emergencia*, para lo cual se ha debido de elaborar un análisis adecuado de los equipos y procedimientos que se han de tener a disposición de los trabajadores para poder reaccionar en el menor plazo posible ante situaciones anómalas. También se ha de contar en estas situaciones con diseños previos que contemplen la mitigación de los efectos de los accidentes, y eviten la propagación amplificada de éstos, mediante incendios, fallos en cadena, liberaciones adicionales de productos tóxicos y similares. Téngase en cuenta que en gran medida la capacidad de reacción ante una emergencia es función fundamental de las prevenciones que se hayan identificado a priori en el manual de seguridad y en el plan de emergencia que se haya previsto por los sistemas de prevención y por las auditorías de seguridad.

Para la realización de estas auditorías y en general de la evaluación de riesgos en el puesto de trabajo, conviene citar varia documentación ya existente, aunque todavía no absolutamente rodada, tanto en el campo internacional como en el nacional. Por lo que corresponde al primero, la U.E. ha elaborado una guía para orientación de la evaluación de los riesgos en el puesto de trabajo, publicada por la Dirección General de Empleo, Relaciones Laborales y Asuntos Sociales (Luxemburgo, 1997) con el título "Directrices para la evaluación de riesgos en el lugar de trabajo".

También cabe consultar la información generada por la agencia norteamericana OSHA (Occupational Safety Helath Agency, consultable en www.osha-slc.gov).

Por lo que corresponde al ámbito nacional, hay que dejar constancia de la existencia de una norma experimental, concretamente la UNE 81900-1996 EX, en la cual se establecen los requisitos que integran un sistema de gestión para la prevención de riesgos laborales.

La norma parte de un planteamiento de cual ha de ser la política de prevención de riesgos laborales, y como ésta se puede implantar gracias al adecuado sistema de gestión y de prevención de esos riesgos. En la Norma se establecen responsabilidades y una metodología genérica de la evaluación de los riesgos.

Uno de los apartados más importantes está destinado al análisis de la planificación de la prevención con dos epígrafes fundamentales:

- Los objetivos y metas en la prevención de riesgos laborales,
- El programa de gestión en la prevención de sus riesgos

Como en la práctica totalidad de la normativa, un apartado importante se dedica a la documentación de dicho sistema de gestión y al mecanismo para elaborar un manual de prevención y seguridad a partir de dicha documentación.

Una cuestión capital en la praxis de la metodología operativa de la seguridad laboral es el control de las actuaciones, que implica mantener actualizado un *registro de la prevención de riesgos*. Esto permite en definitiva configurar una sistemática de evaluación del propio sistema de gestión de riesgos laborales.

Aunque esta norma tenga carácter experimental, desde el punto de vista de su aplicación es perfectamente válida, y puede orientar sobradamente para efectuar auditorías de seguridad y confeccionar los manuales correspondientes.

Ahora bien, conviene subrayar que no existe un único modelo de empresa ni organización de trabajo, ni todas las actividades presentan el mismo tipo de riesgo, y por tanto en principio no existe un único procedimiento para evaluarlos.

La empresa puede adoptar cualquiera de los métodos que mejor se adapten a sus peculiaridades o recurrir a auditorías exteriores de personal solvente, o de mutuas de trabajo que tengan especialistas

En todo caso, la evaluación de los riesgos debe tener en cuenta los requisitos impuestos por la legislación, y particularmente el R.D. 39/1997 de los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales, lo cual es de obligado cumplimiento, y su observancia es fundamental para evitar responsabilidades civiles y penales en esta materia.

4. Evaluación de riesgos y requisitos de seguridad en los productos y servicios industriales

La metodología relativa a este apartado se desarrolla ampliamente en el capítulo V de este mismo libro.

Conviene anotar no obstante que en esta materia la problemática de seguridad viene tratada con dos enfoques distintos. Por un lado existe aún el denominado Antiguo Enfoque, basado en la homologación previa de los productos, y en la cual se ha de superar el trámite de homologación oficial por parte de la autoridad pertinente, que a su vez puede apoyarse en laboratorios de ensayo oficiales o en entidades colaboradoras que realicen las funciones de inspección y ensayo que se requieran para superar la homologación. Este es el caso de los automóviles, que están sujetos a una normativa internacional derivada de los acuerdos de Ginebra de 1958, y desarrollo subsiguiente, por lo que la comercialización de un vehículo o de piezas para dicho vehículo exige la tramitación correspondiente de la homologación de tipo.

Por otro lado existe el llamado Nuevo Enfoque, que se inscribe dentro de la política de seguridad de la Unión Europea, haciendo ésta compatible con una dinamización del llamado Mercado Interior de la Unión Europea, en el cual se permite el libre tránsito de mercancías de unos países a otros, sin existencia de barreras arancelarias ni de tipo técnico.

El Nuevo Enfoque está ligado al Mercado CE, que exige la declaración de conformidad por parte del fabricante o importador y la formulación de un expediente técnico en el que se recojan los resultados de los análisis efectuados de acuerdo con los módulos de verificación del cumplimiento, para tener la certeza de que se cumplen los requisitos de seguridad exigidos por las directivas aplicables a los productos.

La evaluación de la conformidad se realiza de acuerdo con el llamado Enfoque Global para la evaluación del cumplimiento de requisitos, lo cual descansa en la aplicación de una serie de módulos (con 16 especialidades en total) que se describen adecuadamente en el capítulo mencionado.

Los aspectos técnicos de la seguridad de los productos descansa aquí en la evaluación de riesgos, la cual se efectúa guiada por los Reglamentos aplicables a cada país (que no pueden vulnerar disposiciones europeas de mayor rango, si éstas existen) o por normas armonizadas a nivel de la U.E., relacionadas con el Nuevo Enfoque.

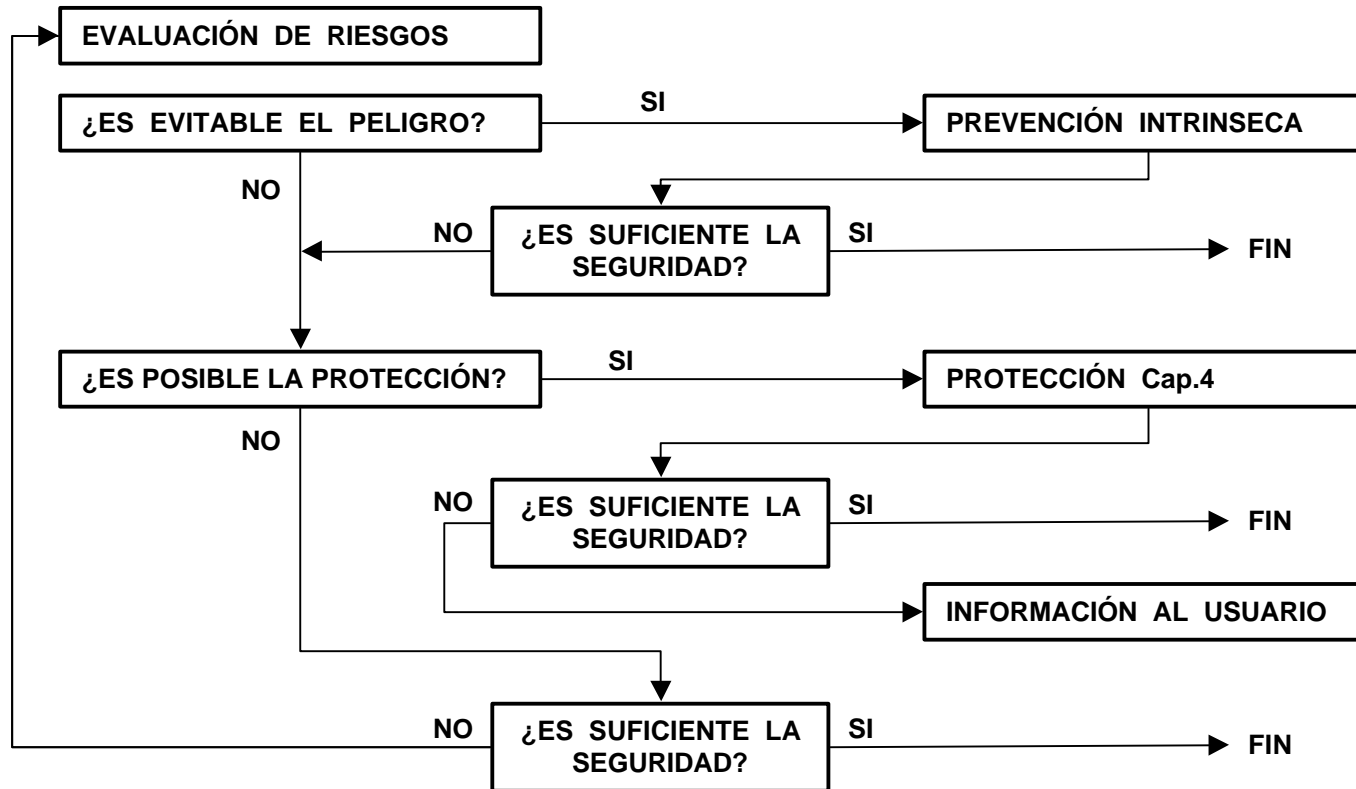
La evaluación de los riesgos se ha de efectuar fundamentalmente a nivel del expediente técnico formulado para cada producto, y en dicho expediente se han de contemplar los aspectos que establezca el conjunto de directivas correspondiente.

En la figura 2 de estudio de adecuación de una máquina, se presenta un esquema de cómo tiene que efectuarse la evaluación de éstas, con arreglo a la filosofía que determina la Directiva de Máquinas de la U.E. En la identificación de riesgos, hay que tener en cuenta todos los aspectos que puedan intervenir en la máquina como son:

- Ergonomía, o adaptación de la máquina al usuario y viceversa.
- Mecánico, incluyendo aspectos relacionados con movimiento de piezas, vibraciones y ruido. En particular son importantes los peligros por atrapamiento de miembros, abrasión de los mismos, etc.

Figura 2

ESTUDIO DE ADECUACIÓN DE UNA MÁQUINA



También se han de tener en cuenta los aspectos térmicos y eléctricos, aunque éstos están contemplados a su vez en otra Directiva, la denominada de Baja Tensión.

Junto a las disposiciones europeas en diversos ámbitos aplicables a diversos productos, existe en cada país un conjunto de Reglamentos que establecen límites acerca de diversas variables y fijan diversos mecanismos de protección a diferentes servicios industriales, y particularmente el eléctrico, el de combustibles y el de productos químicos.

En el caso eléctrico, existe por ejemplo, en España, un Reglamento de Baja Tensión que establece los requisitos que deben cumplir las instalaciones domésticas comerciales e industriales que estén por debajo de determinados niveles de tensión (típicamente 1000 voltios) y que configuran los sistemas de protección del público usuario, empleando el estado del arte de la tecnología eléctrica de la manera más racional posible. Existe un conjunto de reglamentos sectoriales publicados por diversos reales decretos que constituyen la referencia fundamental e inexcusable para la instalación de servicios industriales y su funcionamiento y mantenimiento.

En este caso, la evaluación de riesgos se puede circunscribir fundamentalmente al cumplimiento de lo establecido en los Reglamentos que incorporan, para un mayor detalle técnico y en forma de guía de aplicación, una serie de instrucciones técnicas complementarias (ITC) que se considera constituyen las guías que se han de observar para conseguir el nivel de seguridad factible con el estado de la técnica en un momento dado, que es a lo máximo que cabe aspirar en este ámbito.

5. Análisis de riesgos en relación con accidentes graves. Planes de emergencia

El concepto de plan de emergencia es de amplia utilidad en la metodología de seguridad industrial, y puede hacer referencia a la reacción ante pequeños incidentes o accidentes que queden restringidos prácticamente al ámbito de la seguridad laboral. En ese sentido puede hablarse de planes de emergencia internos, que limitan su objetivo y ámbito de aplicación al interior de las instalaciones o de las empresas.

Existen sin embargo diversas circunstancias en que los efectos de los accidentes trascienden los límites de las empresas, o de la zona bajo control del propietario o empresario, suscitándose en ese momento la necesidad de planes de emergencia exteriores, que por lo general obligarán a intervenir a la autoridad pública y a los servicios de protección civil.

En este caso el objetivo es la protección de la población en general, de sus bienes, y del medio ambiente, y las causas de riesgo están por lo general motivadas por la efluencia de cantidades apreciables de sustancias tóxicas o de gases de alto contenido energético, que pueden dar lugar a deflagraciones y explosiones.

El marco legislativo en este caso varía en función del tipo de industria de que se trate. Existe por un lado la especificidad de las radiaciones ionizantes, y esto se trata a nivel de cada país, aunque el cuerpo de doctrina de seguridad industrial, en este caso nuclear, es común a todos los países occidentales, y en gran medida regido por los dictámenes recogidos en el 10 CFR (Code of Federal Regulations) de los EEUU de Norteamérica. También son importantes en el ámbito de la protección radiológica los dictámenes de la Comisión Internacional de Protección Radiológica ICRP.

Estos temas son muy específicos de las radiaciones ionizantes, y su tratamiento se realiza a través de legislaciones específicas de los diversos países, incluyendo en ellas la trasposición de acuerdos internacionales, por los efectos transfronterizos que pueda haber en la emisión de sustancias radiactivas.

En España las dos leyes que enmarcan la actividad reguladora legislativa sobre este tema son la Ley 25/1964, de Energía Nuclear, y la Ley 15/1980 de creación del Consejo de Seguridad Nuclear, organismo dependiente del Parlamento, y máxima autoridad en dicho tema.

Existe adicionalmente un desarrollo reglamentario, contenido en el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas y en el Reglamento de Protección contra las radiaciones ionizantes, el cual a la vez tiene en cuenta las recomendaciones internacionales de la ICRP y, de manera obligada, la Directiva europea sobre este tema. Estos asuntos se tratan en el capítulo XII de este libro, por Eduardo Gallego.

La seguridad nuclear constituye un ámbito muy específico de actuación, por la especificidad de sus instalaciones y de los daños causados por las radiaciones ionizantes. Compete al Consejo de Seguridad Nuclear el establecimiento de requisitos genéricos y específicos de cada instalación para asegurar el funcionamiento de ésta dentro de los límites tolerables.

En este caso, como en el de cualquier otro relativo a la seguridad, el concepto de seguridad absoluta no puede ser aplicable, puesto que implicaría un coste infinito de

seguridad, y aun así no eliminaría de raíz y de modo total la posibilidad de un accidente, aunque este fuera muy remoto.

En este ámbito, como en general en todos los referentes a accidentes mayores, cobra importancia fundamental el *concepto de coste-beneficio*, entendido en este caso de manera muy estricta, no solo desde el punto de vista económico, sino también de protección de la sociedad.

En la aplicación práctica de este análisis a los casos nucleares, se suele llegar a la filosofía ALARA, correspondiente a las siglas inglesas de *As low as reasonably achievable*, es decir tan bajo como sea razonablemente alcanzable. Ello hace referencia al nivel de siniestralidad asociada al funcionamiento de estas instalaciones.

Habida cuenta de la naturaleza estocástica del funcionamiento de los equipos y de la reacción de los materiales ante diversas sollicitaciones mecánicas, térmicas, etc., en esta ingeniería se utilizan de manera habitual los estudios denominados análisis probabilísticos de seguridad, que se basan en la consideración de los diversos componentes o subsistemas de la instalación que pueden comprometer su integridad o su funcionamiento nominal, y que por tanto pueden dar lugar a accidentes de diversa clase. Las herramientas para realizar estos estudios APS se comentan al final de esta sección.

Otro campo específico donde se pueden producir alteraciones de cierto nivel es el minero, aunque aquí por lo general la mayor incidencia, con diferencia, recae en el campo de la seguridad operacional, y es sufrida por los propios profesionales del sector.

Por el contrario, en el campo de la ingeniería química, los efectos de un accidente pueden traspasar con relativa facilidad las barreras o límites de la instalación, y transformarse en un accidente grave. Tal fue el caso del accidente ocurrido en Seveso en 1976, y el cual fue origen de la primera, y posteriormente segunda, Directiva europea sobre accidentes graves, enfocada básicamente a la industria química, pues quedan fuera de su ámbito la minería, la energía nuclear, y la industria de defensa, explícitamente.

La Directiva Seveso se concibió como la expresión mínima que se debe adoptar para la protección de las personas que vivan en las inmediaciones de las instalaciones que contienen o pueden contener sustancias tóxicas o agresivas, y que están referenciadas en los apéndices de la Directiva. Dicha Directiva fue traspuesta a nivel nacional mediante la promulgación del R.D. 886/1988, que especifica qué tipos de instalaciones están afectadas por esa normativa y cuales son las sustancias que dan origen a tomar determinadas precauciones, incluyendo el estudio completo de la seguridad de la instalación mediante algún procedimiento aceptable, como es el método Hazop, y que establece además mecanismos para la autoprotección, el control por parte de la autoridad, la información a la autoridad sobre accidentes mayores, y otros aspectos que se han de tener en cuenta en el Plan de Emergencia Exterior.

Este plan debe estar orientado a que en las inmediaciones de la instalación no se alcancen los límites máximos permitidos de concentración en aire o agua de las sustancias tóxicas de diversa naturaleza. Se entiende que en el interior de la instalación se pueden tomar las medidas adecuadas por parte del personal de la instalación, que cuenta con la formación y el entrenamiento adecuados y con los equipos de protección

individual necesarios para hacer frente a las contingencias previstas en el Plan de Contingencia Interior.

Habida cuenta que en las concentraciones de emisión tienen especial efecto las condiciones meteorológicas y las urbanísticas alrededor de la instalación, se plantea en este caso una problemática de la relación de vecindad entre la instalación y sus inmediaciones, y de hecho en la Directiva Seveso II una de las cuestiones capitales que se consideran es la variación de las circunstancias urbanísticas de una instalación con posterioridad al establecimiento de la misma y como consecuencia de la extensión de los cascos urbanos, que a menudo entran en interacción con la zona potencialmente afectada en un plan de emergencia exterior. De ahí que la Directiva Seveso II ponga mucho énfasis en que las autoridades locales conozcan los planes de emergencia de las instalaciones afectadas por las directivas Seveso y prevean restricciones suficientemente efectivas al aumento de vecindario en la zona, o a la aproximación del vecindario a los recintos industriales clasificados en esta Directiva.

La metodología de seguridad, a nivel industrial, no puede sin embargo afectar al exterior del recinto en sí mismo, y a sus propias instalaciones por lo que la ingeniería de seguridad ha de tender a minimizar los riesgos de escape, a valores tan bajos como sea razonablemente alcanzable, tal como se describió en relación con la filosofía ALARA.

En el capítulo XIV, de Tomas Briñas, se pasa revista a la aplicación de estas metodologías de seguridad a una planta industrial de características tales que cae plenamente dentro del ámbito de las directivas Seveso.

Para llevar a cabo los estudios de seguridad de las instalaciones potencialmente susceptibles de sufrir accidentes graves, e igualmente para efectuar un análisis completo coste-beneficio, hace falta recurrir a una herramienta de caracterización de los sucesos accidentales, asociándoles una determinada probabilidad y unos efectos de daño.

Existen varias metodologías para la evaluación de este tipo de riesgos y un esquema de las mismas se muestra en la figura 3.

Una de las técnicas más usadas es la denominada HAZOP (Hazard and Operability Análisis), en la cual se realiza una indagación sistemática de las condiciones de operabilidad de la planta, y de los riesgos que puede llevar asociada la aparición de averías o fallos mecánicos y humanos en la misma.

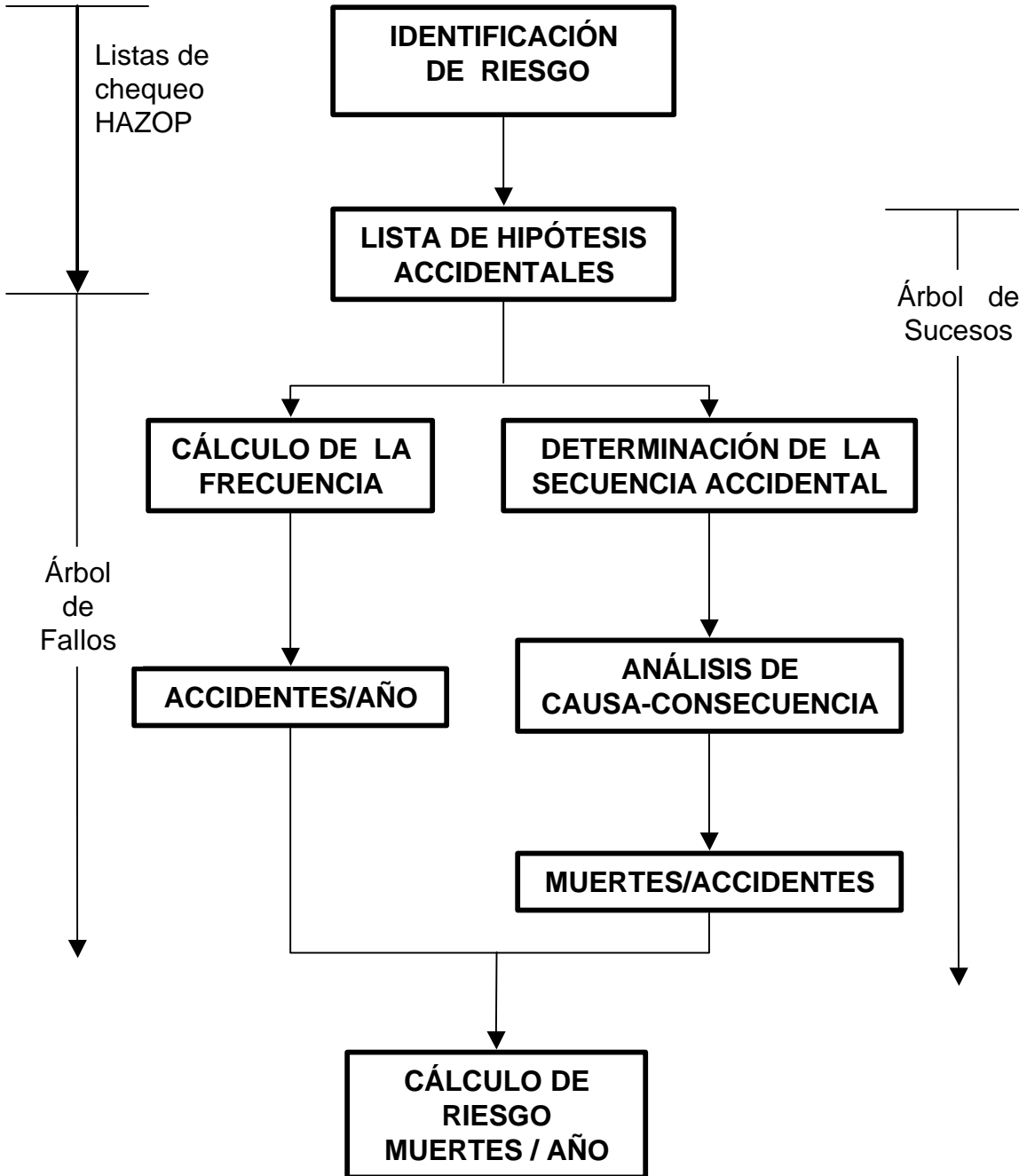
Ello da lugar a la confección de una lista de hipótesis accidentales, que en lo deseable deberían abarcar todo el espectro de incidencias que fueran razonablemente esperables.

Cada una de estas hipótesis accidentales puede dar lugar a un árbol de sucesos, en el cual se determine la secuencia accidental que puede tener lugar en la planta y por tanto llegar a un análisis causa-consecuencia, en la que se asocie la hipótesis accidental con unos efectos determinados, incluyendo muertes esperadas o daños de menor envergadura a las personas, cosas o al medio ambiente. Véase figura 4.

El árbol de sucesos es no obstante de característica esencialmente cualitativa, en cuanto a que se pueden determinar de manera aproximada las muertes y demás daños asociados a un determinado tipo de accidente.

Figura 3

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS



Se debe complementar esto con un cálculo de la frecuencia de ese tipo de accidentes, lo que da lugar al análisis por árboles de fallos. En este caso se analiza qué conjunto secuencial o paralelo de fallos debe darse en la instalación para que tenga lugar la hipótesis accidental aludida. En estos casos se suele asociar una tasa de fallos a diversos sucesos iniciadores que eventualmente pueden llegar a generar la hipótesis accidental. A su vez, esa tasa de fallos, en número e incidencias por año o similar, tiene que ir complementada con unos valores de probabilidad de éxito en las diversas funciones de seguridad de los equipos que tengan que intervenir.

Por lo general, las tasas de fallos de los elementos componentes y subsistemas obedecen a una distribución estadística tipo poisson, mientras que la probabilidad de éxito o su complementario de fallo de un sistema de seguridad para atajar el efecto negativo provocado, es de naturaleza binomial, ésto es, éxito/fallo, tal como se muestra en la figura 5.

Obviamente, no es fácil determinar las características o estadísticas de estas distribuciones, tanto poissonianas como binomiales. En algunos casos no existe suficiente acumulación de historia para determinar la auténtica tasa de fallos, que además típicamente arroja tres etapas diversas en la vida de un componente, que suelen apreciarse de curva de bañera, y se ven en la figura 6.

En la primera etapa de la curva de bañera, la tasa de fallos es alta como consecuencia de la aparición de los denominados fallos de nacimiento, asociados a defectos en la fabricación de materiales o en la instalación. Por lo general, en las instalaciones caras y con un índice de peligrosidad alto, este periodo de infancia suele superarse durante la puesta en marcha, con los consiguientes ensayos no destructivos y verificaciones de diverso tipo. En la curva de bañera existe posteriormente una zona de tasa de fallos pequeña y prácticamente constante a lo largo del tiempo, hasta la aparición de los fallos de envejecimiento en los cuales la tasa de fallos vuelve a dispararse y crecer, provocando un aumento considerable en la peligrosidad de la instalación.

Similarmente, en las distribuciones binomiales que caracterizan el éxito o fallo de un sistema de seguridad cuya función se necesita en un momento dado, hay numerosa incertidumbre, pues estos sistemas son generalmente muy peculiares, individualizados, y acerca de los cuales no existe una información suficientemente grande. Más aún, un correcto mantenimiento y una verificación periódica de la funcionalidad de esos sistemas puede hacerlos mucho más fiables que lo que serían en caso de sufrir deterioro por abandono, falta de mantenimiento o falta de verificación. En todo caso, y advirtiendo las incertidumbres de los modelos estadísticos, mediante los árboles de fallos se pueden determinar cual es la probabilidad de aparición de una hipótesis accidental que lleva aparejada una determinada valoración de consecuencias, incluyendo por ejemplo el número de muertes provocadas por ese tipo de accidentes. Combinando esto último, que se determina en el árbol de sucesos (véase figura 3), con el número de accidentes de ese tipo esperables en un determinado periodo, por ejemplo un año, se llega al cálculo del riesgo en muertes por año (o en otro tipo de daño por año) con lo cual el análisis global del riesgo está finalizado.

Figura 4

ESQUEMA DE APLICACIÓN DE UN ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

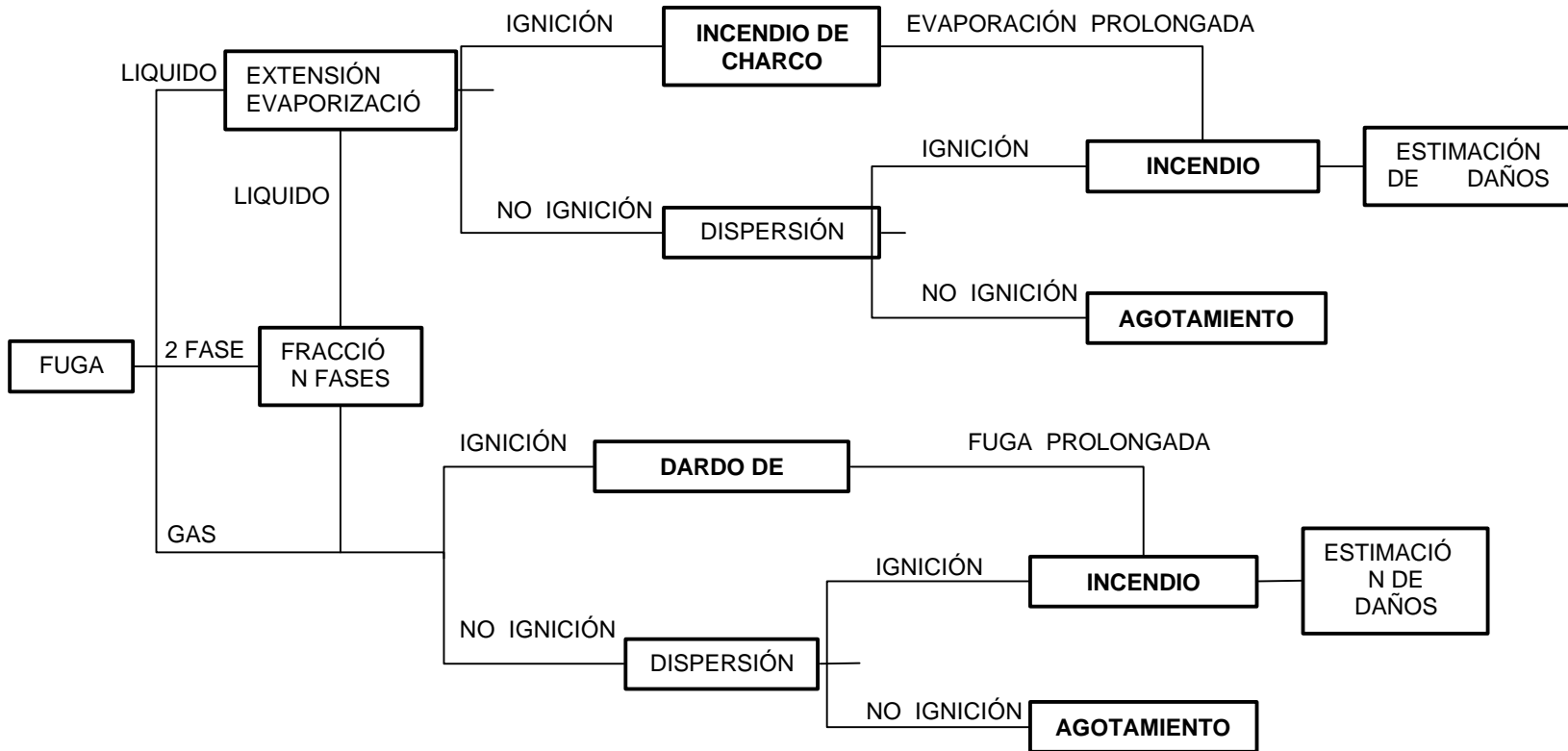


Figura 5

ÁRBOL DE FALLOS

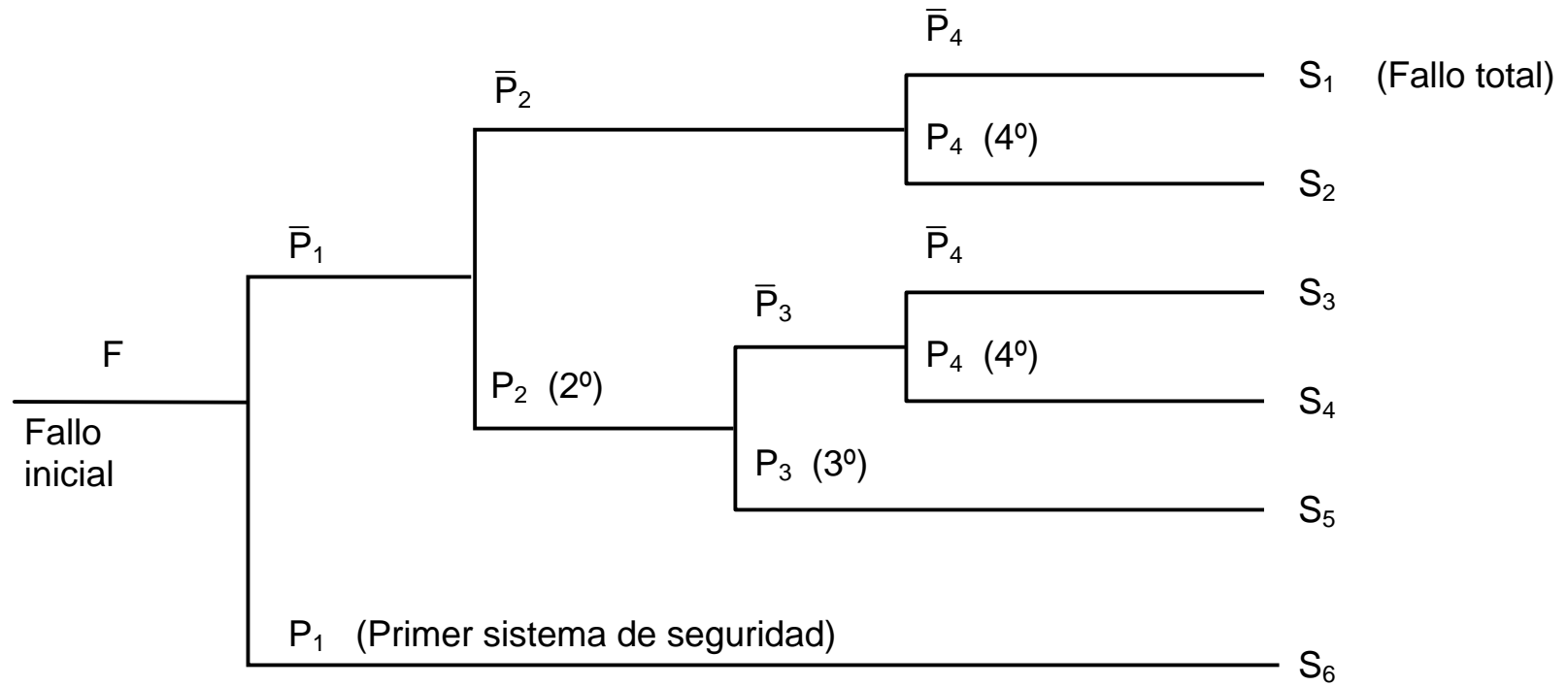
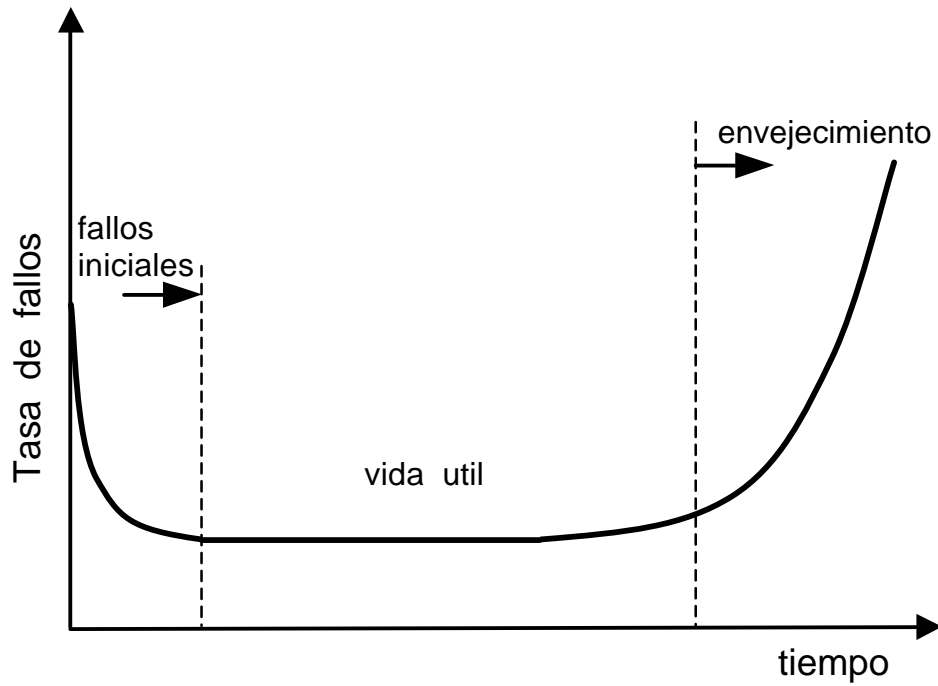


Figura 6

**CURVA DE BAÑERA QUE TIPIFICA
LA TASA HABITUAL DE FALLOS
A LO LARGO DEL TIEMPO**



Una de las ventajas de esta metodología es que permite *identificar cuales son los sucesos que comportan mayores repercusiones accidentales, y así mismo cuales son las vías por las cuales se producen mayor frecuencia en diversos tipos de accidentes*. Dicho de otra manera, esta metodología permite determinar cuales son los elementos y subsistemas cuyas prestaciones de seguridad hay que mejorar preferentemente para obtener un buen resultado de seguridad.

En las figuras 7 y 8 se muestra un espectro teórico de accidentes que puede darse en una instalación hipotética en función de sus consecuencias y de la probabilidad de que se supere el valor de dichas consecuencias. Habida cuenta de los múltiples sucesos iniciales que pueden considerarse y de las incertidumbres asociadas a diversos equipos, en principio se tiene una madeja de curvas que relacionan la probabilidad y el daño o consecuencia. Por lo general, las curvas tienen una tipología similar, siendo relativamente probables los accidentes con consecuencias bajas y altamente improbables los accidentes con consecuencias elevadas.

Del conjunto de la información que proporciona el análisis estadístico (figura 7) se llega a una caracterización como la expresada en la figura 8, en la que se ve el valor medio y los percentiles más representativos. Ello configura un mapa de riesgos, y en particular da unas cotas sobre cuáles son las consecuencias máximas esperadas en estos accidentes. Conviene señalar que la sociedad por lo general no admite accidentes de tipo catastrófico, es decir con consecuencias muy elevadas, siendo mucho más permisiva la aceptación de accidentes relativamente probables pero con un número de bajas pequeño en cada uno de ellos.

Puede cuestionarse esta percepción del riesgo, puesto que la valoración final del número de bajas puede ser prácticamente la misma, pero hay que tener en cuenta este efecto psicológico a la hora de plantear una instalación y su aceptación por parte del público.

5.1. Análisis fiabilístico de la seguridad

Para una instalación dada, en cuyo proyecto se hayan acordado una serie de sistemas de seguridad, y sobre la cual quepa calcular cuál es el coste del nivel de seguridad que se ha proyectado, es posible hacer análisis de tipo probabilístico con objeto de determinar cual es el grado de inseguridad y de consecuencias perjudiciales que puede asociarse a esa instalación según el proyecto concreto realizado.

Lógicamente, de incrementar las medidas de seguridad del proyecto, se estaría realmente en otra instalación concreta, aunque fuese la misma, pero no lo sería en su contenido. De haberse incrementado el conjunto de medidas de seguridad, se habría incrementado el coste real de la inversión, pero al mismo tiempo habría aumentado el grado de seguridad asociado, o alternativamente, habría disminuido su grado de inseguridad, con lo cual se ahorraría mucho más dinero en los denominados costes hipotéticos. Estos costes ciertamente son de naturaleza hipotética, y solo aparecerían en la realidad de producirse accidentes, que en principio no se pueden predecir de manera determinista, sino todo lo contrario. Es probable que para una instalación determinada no ocurra ningún accidente a lo largo de toda su vida útil, y que para otra instalación similar, pero que se haya gastado más dinero en sistemas de seguridad, sin embargo sí ocurran accidentes, con la consiguiente contrapartida económica, al menos, cuando no de vidas humanas, las cuales también tienen su valoración económica.

Figura 7

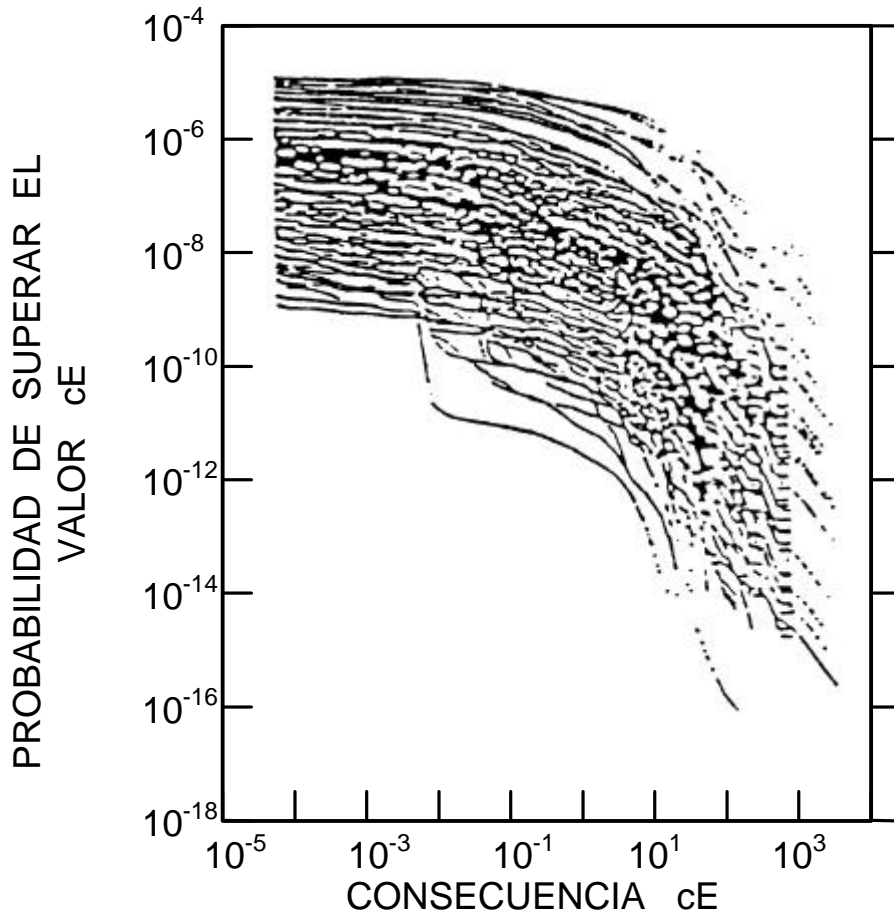
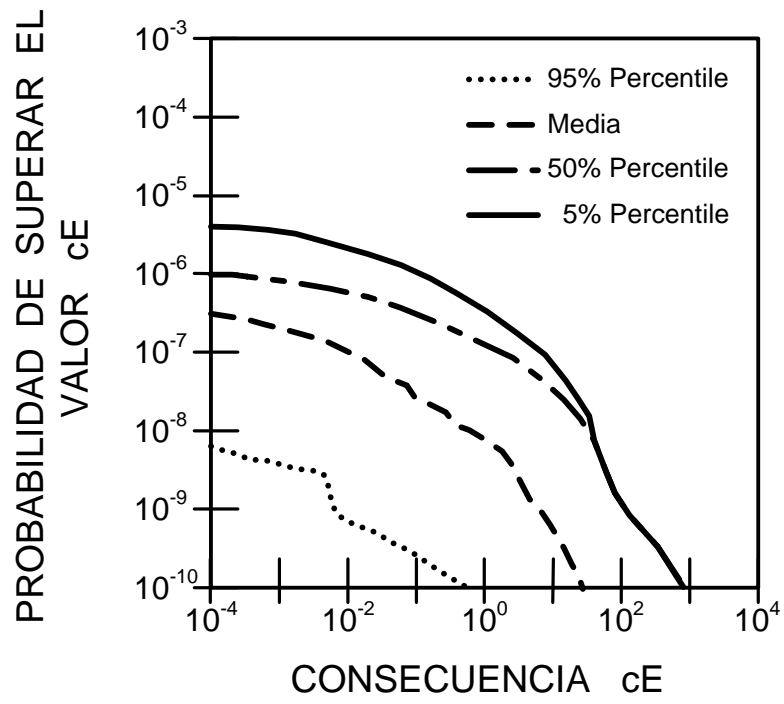


Figura 8



Independientemente de que la vida útil de una determinada instalación solo se pueda conocer a posteriori, y por tanto no en el momento del proyecto, sí es factible y aconsejable efectuar análisis fiabilísticos de seguridad, en los cuales, para un diseño dado y un nivel de inversiones en seguridad, se puede estudiar cuales son las consecuencias previsibles que pueden ocurrir en dicha instalación, debido a accidentes hipotéticos.

Esta valoración de la inseguridad y los costes que conlleva es un ejercicio consustancial al análisis coste-beneficio, puesto que el beneficio en este caso es hipotético pero se obtiene al reducir la inseguridad y por tanto las consecuencias catastróficas que pueden derivarse de averías, fallos humanos, etc.

Para determinar los costes de la inseguridad, se puede utilizar como herramienta fundamental el análisis fiabilístico, que consiste en emplear árboles de fallos para determinar las probabilidades de que ocurran diversos eventos en el funcionamiento de la instalación, y árboles de sucesos, para establecer las consecuencias que pueden derivarse de unos fallos determinados.

En ambos casos, en los árboles de fallo y en los árboles de sucesos, existe siempre una componente probabilística, y la precisión de estos cálculos está fundamentalmente ligada a la precisión con que se conozca la tipología estadística de los componentes y subsistemas involucrados, sobre lo cual ya se han efectuado antes algunos comentarios.

En la figura 4 se presentó lo que sería un análisis de consecuencias en una fuga de material incendiable, y a cada una de las ramificaciones se puede atribuir una determinada probabilidad, y a su vez un determinado nivel de inseguridad y un grado de daño o consecuencia.

En cada una de las ramificaciones, como por ejemplo ignición/no ignición se han de utilizar valores binomiales de distribución estadística para evaluar cual es la probabilidad de que ocurra una u otra situación.

Para que se produzca ignición, lógicamente deben concurrir las características fisicoquímicas que conducen a ella, bien sea de encendido provocado por chispa externa, bien por autoencendido. En todo caso hace falta la mezcla de combustible y comburente y la aparición de un foco de calor de suficiente entidad, bien provocado por una reacción exotérmica interior al sistema, o por una chispa o punto caliente exterior al mismo. Esto se ha de valorar en función de las circunstancias de la instalación, y también en función de la cantidad de fuga que se produce.

Este ejemplo da idea de la complejidad del tema, que lógicamente se ha de tratar de manera computacional, pues de dicha forma se puede hacer sistemáticamente y variando en todo el campo que sea menester el valor de las variables fundamentales, tales como el contenido y composición de la fuga. Lógicamente, cuanto mayor sea éste y más probable sea encontrar la concentración combustible-comburente dentro de los límites de inflamabilidad, que se conocen prácticamente para todos los componentes químicos, mayor será la probabilidad de ignición, que incluso puede resultar cierta, es decir con probabilidad igual a uno, si existe la certeza de chispas o puntos calientes de suficiente entidad, que puedan producir un encendido provocado en una premezcla combustible-comburente ocasionada por la fuga en cuestión.

Conociendo la distribución de las personas en la planta y la probabilidad de explosiones y la potencia de éstas, es posible también determinar el número de muertes esperadas

en un accidente de ese tipo, así como el daño producido a los componentes de la instalación o instalaciones vecinas.

En este campo del análisis de consecuencias es fundamental la problemática de la **propagación amplificada del accidente**, debido al fallo en cadena de diversos almacenamientos de sustancias tóxicas y explosivas o diversas líneas de proceso, como consecuencia de un suceso inicial. En general, la acumulación de combustibles o explosivos en una determinada zona puede dar lugar a dicha amplificación de las consecuencias a partir de un incidente relativamente banal.

Por ejemplo, la utilización de sopletes de soldadura en instalaciones con almacenamiento de combustible, o en proximidad a sustancias inflamables, en algunos casos no suficientemente valoradas en cuanto a su potencial de incendio, puede dar lugar a incendios espectaculares, del cual es un buen ejemplo el que destruyó el Liceo de Barcelona el 31 de enero de 1994.

En la figura 4 anteriormente mencionada el análisis de consecuencias comienza con una fuga que ha de tipificarse dentro de las que sean posibles en la instalación.

Lógicamente para que exista una fuga deben fallar una serie de sistemas, como pueden ser una válvula, la pared de un recipiente, etc. A estos fallos ha de asociarse una tasa de fallos, lo cual implica conocer con suficiente precisión las características de la instalación, y su propensión al fallo.

Una técnica que puede utilizarse tanto en el análisis posibilista como en el probabilista de la seguridad es la denominada FMECA (Found Modes, Effects and Criticality Análisis) técnica que se basa en la detección de los modos de fallo y del análisis de sus efectos, y su condición de criticidad, es decir si repercuten de manera directa en las funciones de seguridad de la planta. El método FMECA se ha de aplicar en:

- el proyecto
- construcción y montaje
- operación
- eventualmente, en el desmantelamiento y disposición final

Este método requiere también la utilización de árboles de fallos y sucesos buscando en estos su condición de criticidad, que se basa en la valoración que tienen los efectos de un accidente o avería en las funciones de seguridad de la planta, es decir si afectan a los equipos de extinción de incendios, vigilancia de las magnitudes físicas y químicas, a los sistemas de cierre y confinamiento de productos tóxicos, etc.

Adicionalmente, el método FMECA debe ser particularmente riguroso en el análisis de los fallos humanos, aun cuando estos lleven asociado un gran nivel de incertidumbre. En estos fallos humanos cabe distinguir también niveles diferentes de criticidad, en función de si al juicio o manipulación humana se le atribuyen funciones de seguridad, o por el contrario estas son ejecutadas automáticamente. En este campo existen diversidad de opiniones entre los especialistas y no es posible dar una receta de validez general, aunque por lo común se intenta reducir la carga de responsabilidad que conlleva la determinación o adopción de una determinada reacción de seguridad por parte de una persona, ante una situación imprevista o accidental.

Raramente los fallos se producen súbitamente y de manera catastrófica, como puede ser la rotura total de un tanque de almacenamiento de suficiente entidad, y por lo general los fallos se producen durante los procesos, y particularmente aquellos que

involucran transportes y trasiegos de material tóxico o inflamable. En estos casos se dispone de una serie de medidas de seguridad, para evitar que se produzca la indeseable fuga, y estos sistemas pueden a su vez fallar o no en el momento en que se requiere su actuación.

Para el estudio de estas secuencias de fallo se emplea el álgebra booleana que representa la distribución binomial en cada subsistema o componente de seguridad.

Como suceso inicial se tendrá un fallo tipificado, que se propagará en líneas de mayores o menores consecuencias en función de la reacción de los sistemas de seguridad.

Estos estudios se realizan de manera rigurosa mediante expresiones booleanas, siguiendo el álgebra de Boole, a la que se puede asociar un conjunto de diagramas lógicos que expresan el estado de funcionamiento o fallo de los diversos sistemas de la instalación.

Existen dos bloques booleanos básicos: el bloque "Y" y el bloque "O". En el "Y" el suceso que se produce es consecuencia conjuntiva de todos los sucesos que constituyen la entrada al bloque "Y". Si alguno de los sucesos de entrada no se produce, el de salida tampoco tiene lugar.

Por el contrario en el bloque disyuntivo "O" el suceso de salida es consecuencia de al menos uno de entrada.

Adicionalmente se utilizan los bloques "O exclusivo", en el que el suceso de salida es consecuencia de uno solo de entrada (cualquiera de ellos, pero sólo de uno). También se emplea el bloque lógico "Y secuencial" en el cual el suceso de salida se produce cuando los de entrada ocurren en una determinada secuencia.

En las figuras 9 y 11 se muestran diagramas lógicos y sus expresiones booleanas correspondientes mediante los cuales se puede deducir cual es la probabilidad de que ocurra el suceso final conociendo las probabilidades de los sucesos previos que representan las reacciones de los componentes o subsistemas de seguridad que intervienen.

En las figuras también se aprecia como puede utilizarse el bloque lógico "Y" y el "O" (disyuntivo) en función del tipo de relación que se da entre causas y efecto.

No es éste el lugar apropiado para desarrollar las propiedades del álgebra booleana y su uso para calcular las probabilidades de los diversos procesos, pero se entiende a partir de los casos elementales anteriores, que tanto por cálculo manual como por cálculo computacional pueden abordarse diagramas lógicos de complejidad creciente en los cuales se representen adecuadamente todas las variables del sistema que caracterizan los diversos equipos de seguridad.

La utilidad del análisis probabilístico de seguridad es múltiple, pues no sólo sirve para evaluar cual es el grado de inseguridad asociado a una planta concreta trabajando en unas condiciones dadas, sino que además permite determinar cuales son las vías de propagación o amplificación de los sucesos más frecuentes, y que conducen a las mayores consecuencias, por lo cual se puede modificar el proyecto y mejorar las funciones de seguridad involucradas en las líneas a las que se asocia el mayor nivel de riesgo (producto de la probabilidad por el daño causado).

Utilizando diversas hipótesis accidentales, se puede configurar el conjunto de relaciones daño/probabilidad, que determina las características de riesgo de la instalación, como puede verse en las figuras 7 y 8.

En función de la tolerancia que se permita a los accidentes, tanto por parte del público como por parte de la autoridad reguladora, los sistemas de seguridad se habrán de modificar para acotar en unos casos las consecuencias máximas posibles, y en otros las probabilidades máximas. Por ejemplo, catástrofes con una gran incidencia sobre la población, y lógicamente sobre la economía, que fueran auténticamente desastrosas, aunque tuvieran una probabilidad muy baja, deberían ser evitadas de raíz.

Igualmente, los accidentes y averías de muy escasas consecuencias económicas, y sobre todo humanas, tampoco deberían permitirse, si esa probabilidad es tan alta que, integrada en el tiempo, supone una enorme pérdida económica y en vidas humanas.

Otra de las utilidades fundamentales del análisis fiabilístico de seguridad es la formulación de los adecuados planes de emergencia exterior e interior. Para que éstos sean realmente representativos se deben tener en cuenta cuales son los sucesos accidentales con los que más probablemente hay que luchar y cuales son las cadenas a través de las cuales estos sucesos pueden amplificarse en gravedad, y por tanto exigir emergencias más severas.

La existencia en el pasado de accidentes catastróficos, tales como Seveso, Bhopal o Chernobyl hacen cada vez más aconsejable este tipo de análisis, los cuales sirven además para estudiar los sucesos ya ocurridos y estudiar a posteriori como debería haberse modificado la instalación accidentada para haber impedido accidentes tan catastróficos.

Figura 9

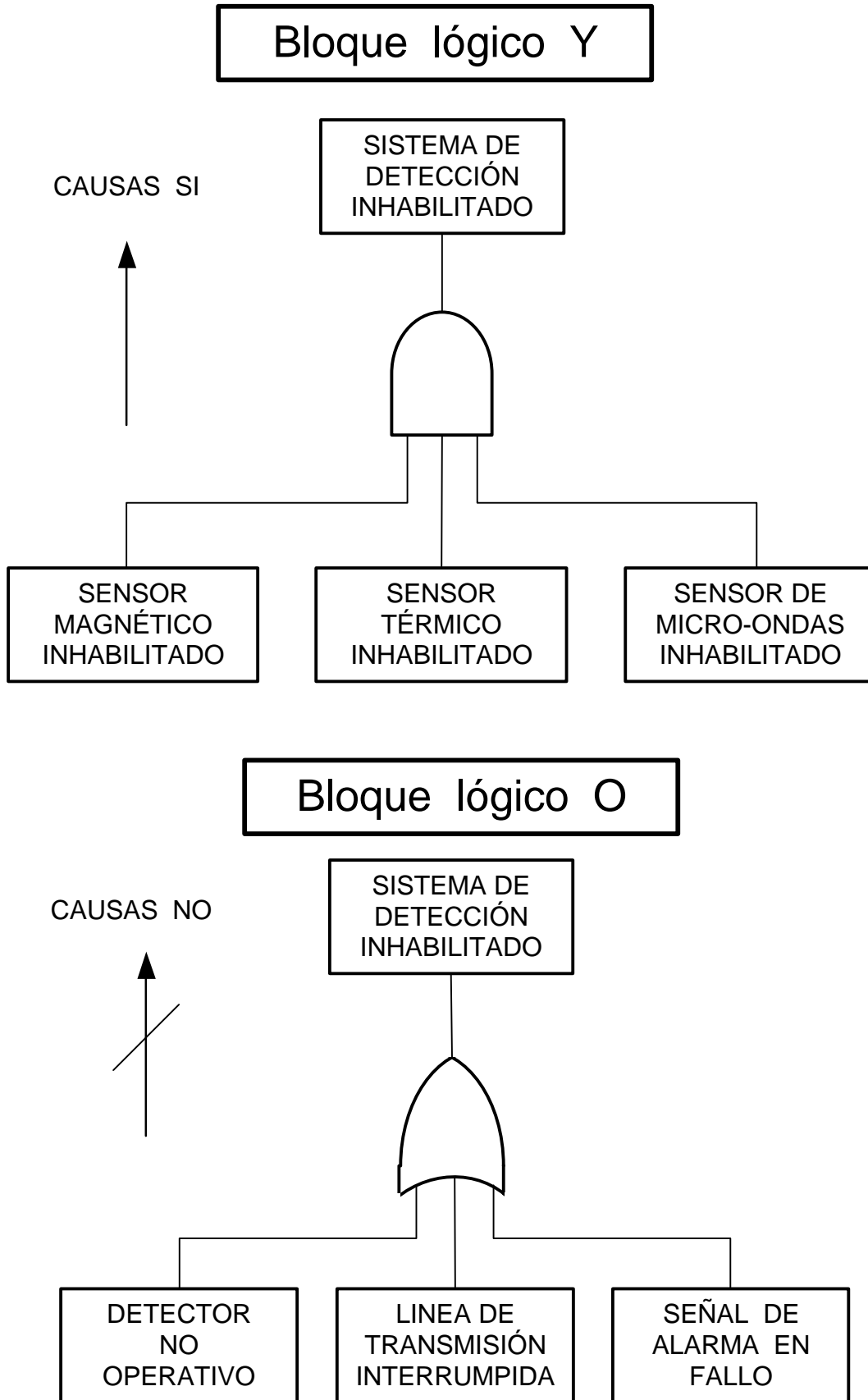


Figura 10

Relación entre expresiones de Boole y diagramas lógicos

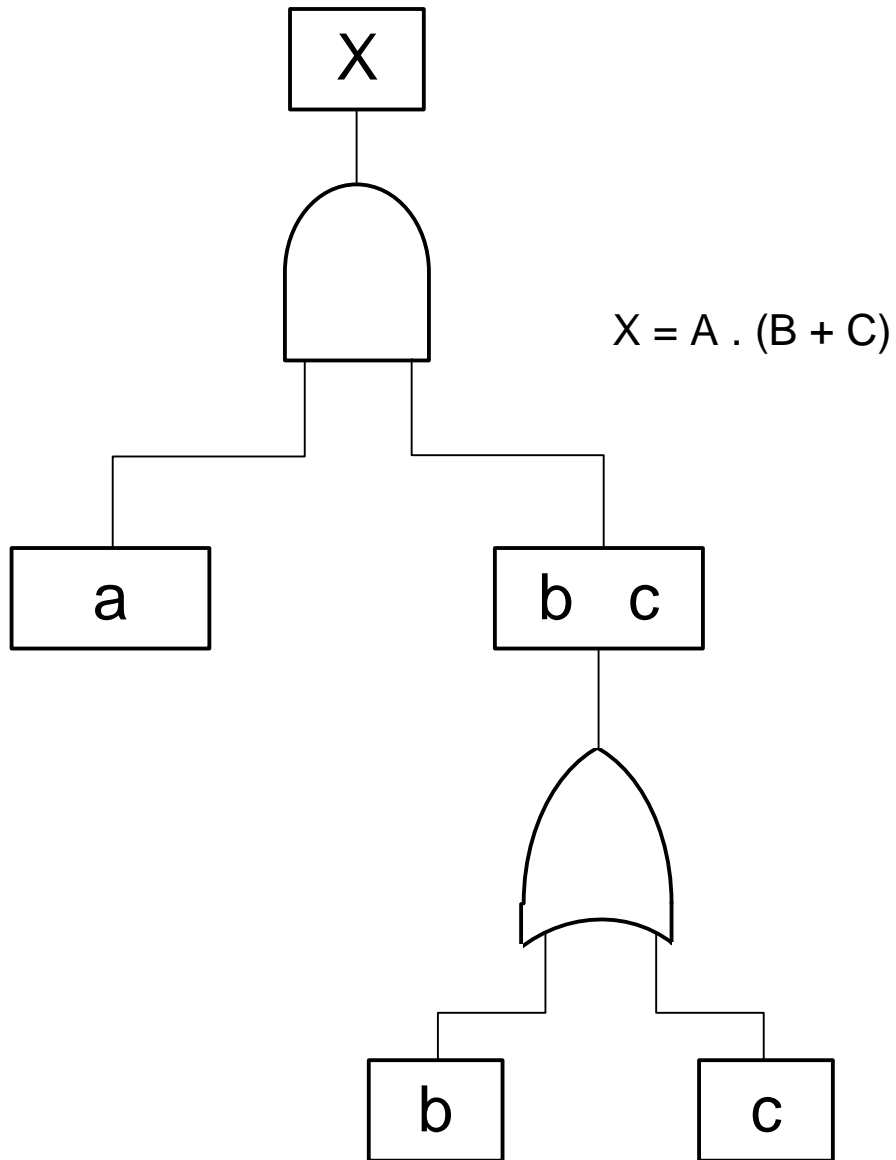
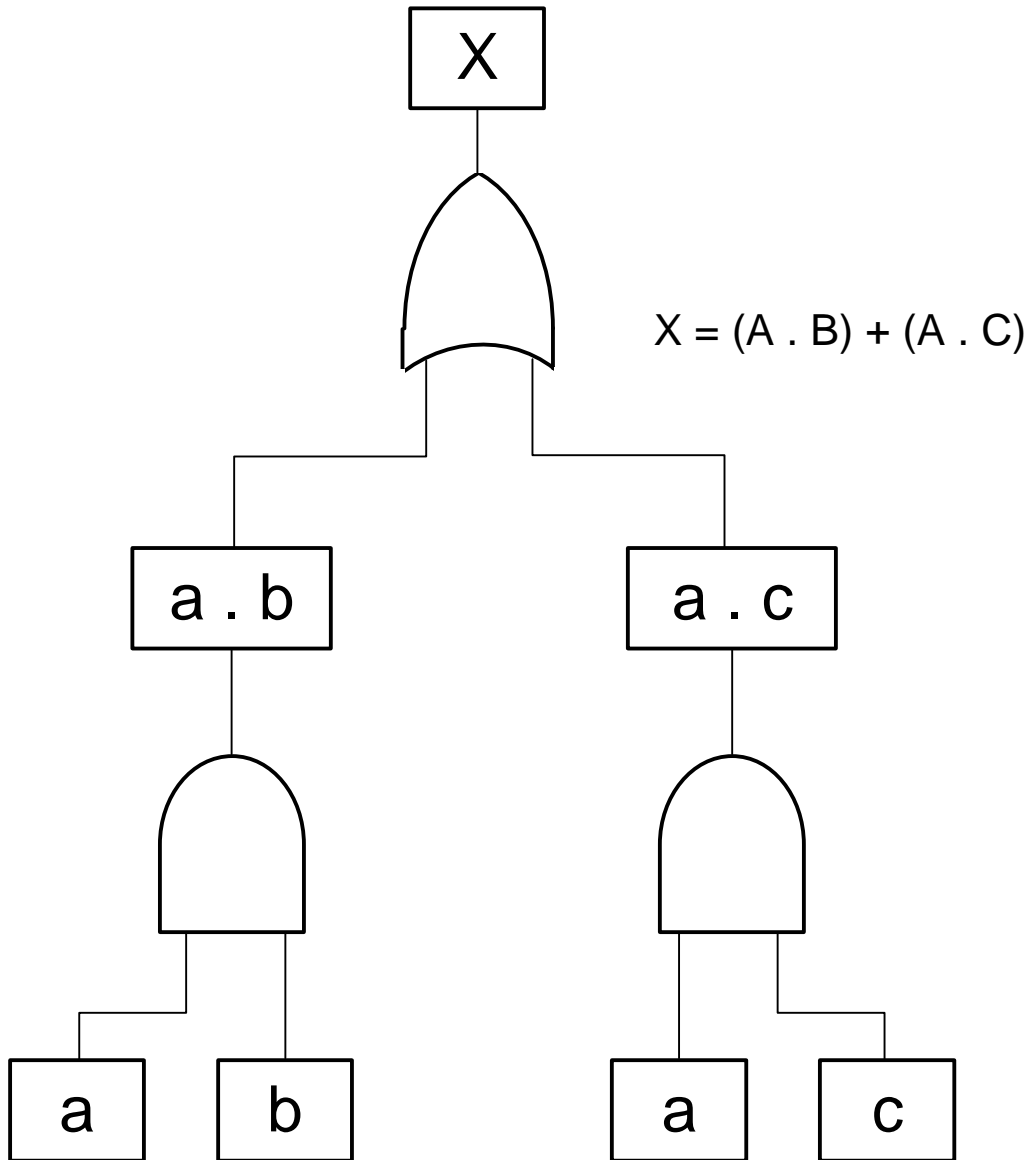


Figura 11

Relación entre expresiones de Boole y diagramas lógicos



6. Conclusiones, Gerencia de Riesgos

Una obligación elemental de cualquier empresa industrial es llevar a cabo una adecuada gerencia de riesgos, en la cual suelen distinguirse dos partes. La gerencia mediante *cobertura de siniestros*, lo cual se realiza a través de aseguradoras, pagando las correspondientes primas; y la *ingeniería de seguridad*, que consiste en llevar a cabo las acciones de análisis y corrección necesarias para obtener una buena seguridad industrial en todos sus ámbitos.

Aunque la cobertura de riesgos mediante seguros suscritos por terceros aparentemente no exige un conocimiento muy a fondo de la realidad de la empresa, lo cierto es que para tener un adecuado nivel de aseguramiento, y no estar ni sobreasegurado ni subasegurado respecto de la siniestralidad real de la actividad industrial, conviene conocer con precisión las características de la ingeniería de seguridad de la empresa. En este sentido, las dos actividades reseñadas no son diferentes o disjuntas entre sí, sino que pueden considerarse las caras de una misma moneda: la seguridad industrial de la empresa o servicio que se considera.

Precisamente por esta dualidad en la gerencia de riesgos, en principio se podría optar por ser más laxos en la ingeniería de seguridad, y dedicar mayor presupuesto a primas de seguros, para cubrir los perjuicios generados por los posibles accidentes. Alternativamente, cabe pensar en mejorar nuestra ingeniería de seguridad, y reducir los costos de las primas de los seguros. Es decir, cabe cargar la cobertura de seguridad en el aseguramiento externo, o cabe mejorar la seguridad mediante una mejor práctica de seguridad en el interior de la empresa.

Ni que decir tiene que es esta última opción de mejorar la calidad de la seguridad la que resulta recomendable, entre otras cosas por la carestía de las primas de los seguros cuando la situación de seguridad no es muy conocida, o arroja sospechas de que no goza de suficiente calidad. Lógicamente en esos casos las compañías aseguradoras tienden a subir las primas para cubrirse de las incertidumbres que el mal conocimiento de la seguridad de la empresa comporta.

Ya se ha mencionado que en las empresas industriales españolas aproximadamente el 0,75% del volumen de negocio se dedica a la ingeniería de la seguridad, ésto es, a gastos en inversiones, equipo, formación, pago de auditorías externas, etc.

Esto significa un gasto anual superior a los 200.000 millones de pesetas, pero a ello hay que añadir lo que se invierte en seguridad en las nuevas plantas. En este caso, el porcentaje de lo que representa la seguridad sobre el total es muy superior a lo anteriormente mencionado que puede considerarse constituye los gastos corrientes de la seguridad. Por lo que corresponde a los gastos de seguridad en las inversiones, éstos oscilan entre valores poco representativos en industria sin alta peligrosidad hasta valores superiores al 10% de la inversión en el caso de la industria química y aun más en el caso de la nuclear.

Obviamente es en estos sectores donde mayor importancia se da a la ingeniería de seguridad, y donde resulta muy difícil, por no decir imposible dados los requisitos de la legislación, descargar el tema de la seguridad en terceras partes merced a cobertura por seguros y pago de las correspondientes primas. En estos casos, tanto por la legislación nuclear como por las directivas Seveso y demás disposiciones que afectan a

la industria química, el mayor peso de la gerencia de riesgos se haya en la ingeniería interna de seguridad.

Una tercera pero fundamental misión de la gerencia de riesgos es atender al cumplimiento de la legislación, particularmente aquélla que pueda incorporar delitos penales, como son las derivadas de la legislación laboral y de la nueva legislación en materia de delitos medioambientales. En este caso, la cobertura de riesgos se debe realizar mediante auditorías externas e internas que aseguren y demuestren el cumplimiento estricto de la legislación. Por lo que corresponde a la legislación laboral, éste está relativamente bien tipificado y sistematizado y a menudo basta con asociarse a una mútua de trabajo de solvencia reconocida y seguir las pautas marcadas por dicha mútua.

En lo que corresponde a los delitos medioambientales, la cuestión es mucho más específica de la industria en cuestión, como por ejemplo se puso en evidencia en el accidente de la mina de Aznalcollar en Andalucía, en 1998, con vertidos de sustancias tóxicas en el sistema hidrológico cercano a las marismas del Guadalquivir.

También es misión de la gerencia de riesgos atender a las garantías de servicio y postventa, por reclamaciones debidas a productos defectuosos. Esto está relacionado con la seguridad industrial de productos, que tiene un cuerpo de doctrina muy consolidado, particularmente tras la instauración del Mercado Interior europeo. Tanto para los productos afectados por las directivas del Nuevo Enfoque, como para los productos que aún siguen el Antiguo Enfoque, la disposición de un fondo de garantía contra reclamaciones es una actividad considerablemente extinguida en la gerencia de riesgos, y sirve de indicador del nivel de calidad alcanzado por los productos comercializados.

Sobre las funciones de la gerencia de riesgos conviene comentar que a veces se considera erróneamente que los gastos en seguridad van directamente en contra de la rentabilidad económica, pues se consideran que las inversiones y costes de la seguridad encarecen los procesos y por tanto los productos fabricados, o los servicios prestados.

Esto no es así en absoluto, precisamente por las incertidumbres que afectan a los procesos y a los productos, y de las cuales se pueden derivar situaciones accidentales o perjuicios para terceros, o para la propia instalación. Por tanto, se debe tener siempre presente la existencia de unos costes ocultos, debidos a la inseguridad industrial en sus diversos ámbitos, y que pueden hacer aparición, de manera cuantiosa como tales costes, cuando se producen accidentes o averías de tamaño considerable. Un caso típico en esta consideración es el del accidente TMI-II (Harrisburg) de 1979, en el cual una cadena de sucesos desafortunados, más la mala interpretación hecha de ellos por parte del equipo de operación de la central nuclear, llevó a esta a una situación catastrófica de la que no podrá reponerse jamás. Como la central prácticamente no había funcionado más que un año, puede considerarse que la práctica totalidad de la inversión efectuada se perdió, lo que significa una cantidad cercana a los 500.000 millones de pesetas. Hay que señalar que no se imputó ninguna muerte al accidente, de modo directo, y de modo indirecto, por la radiación escapada de la central, su influencia se consideró absolutamente indetectable y no posible de evaluar en el contexto general de afecciones de tipo oncológico procedente de otras fuentes, tanto naturales como artificiales.

El accidente de Harrisburg es uno de los mejores ejemplos de *costes escondidos* por la *inseguridad*, y el estudio de dicho accidente, que ha promovido decenas de

publicaciones y provocó en su día cambios importantes en la normativa nuclear, puso de relieve que la legislación nuclear está fundamentalmente orientada a la protección de las personas, pero no a la autoprotección de la instalación por las inversiones económicas realizadas. Lógicamente, se entiende que de esto último quien ha de ocuparse con la pertinente ingeniería de seguridad es la propia empresa, y por tanto no cabe que el legislador o autoridad gubernativa imponga requisitos específicos sobre la protección de inversiones, aunque en gran medida al proteger a la población, sus bienes y el medioambiente, indirectamente también se está protegiendo a la propia inversión.

En definitiva, la gerencia de riesgos debe tener en mente la existencia de estos costes ocultos de la inseguridad, por la probabilidad de que se hagan realidad y supongan un grave quebranto económico.

La exigencia de una economía de seguridad se plasma en la confección de un Manual de Seguridad que incluya todos los aspectos de los diferentes ámbitos de la seguridad que tienen que tenerse en cuenta.

En concreto, parte esencial del Manual de Seguridad Industrial de una empresa tendría que contemplar los aspectos siguientes:

- misión de la empresa y compromiso de ésta con sus objetivos y con la seguridad
- descripción de la empresa y de su organigrama funcional, incluyendo los compromisos de los diversos elementos directivos con la seguridad.
- responsabilidades de los diferentes elementos componentes de la empresa, desde la dirección al trabajador en general, con énfasis especial en los servicios de prevención y en gerencia de riesgos.
- identificación de todas las exigencias legales y reglamentarias que quepa observar, formando con ellas un bloque de información que sirve de punto de referencia fundamental para las actuaciones en seguridad.
- establecimiento de un sistema de gestión de la seguridad, para conocer con precisión suficiente la situación de la seguridad en sus diversos ámbitos, laboral, de productos, y de la propia instalación; incluyendo la revisión sistemática de dicho sistema de gestión
- estructura organizativa de la seguridad, con énfasis especial en las funciones de la dirección y de los servicios de prevención.
- documentación y registros sobre la seguridad, imprescindibles para mantener una actualización de la ingeniería de seguridad de acuerdo con la situación real de los procesos de la empresa y personal involucrado; y así mismo para entender de los requisitos de las inspecciones oficiales, o eventualmente de la autoridad judicial
- seguridad en las diversas fases o procesos de la empresa, desde el aprovisionamiento hasta el servicio postventa, incluyendo la seguridad en las actividades que sean subcontratadas.
- seguridad en el diseño de nuevas instalaciones y en reforma de las existentes, todo lo cual debe quedar suficientemente documentado en los registros
- establecimiento de Manuales de Protección para la seguridad laboral
- establecimiento de un Plan de Emergencia interior para la reacción ante accidentes o incidentes sin repercusión al exterior
- Plan de Emergencia exterior que prevea la conexión con las autoridades públicas y en los servicios de protección civil.
- sistemas de control que afecten a las actividades de seguridad, incluyendo el control de la aplicación de los medios de protección
- programa de formación y entrenamiento de todo el personal con las correspondientes características de cada nivel de clase o productor

- elaboración de los informes de seguridad que de manera específica se requieran por la legislación aplicable.

En esto último habría que mencionar por ejemplo los Expedientes Técnicos que tendrían que acompañar a la comercialización de los productos que estuvieran aceptados por directivas de Nuevo Enfoque

En otro ámbito, si alguna de las instalaciones de la empresa estuviera afectada por las Directivas Seveso (que especifican materiales y productos cuyo almacenamiento, traslado o fabricación requiere atenciones especiales por su peligrosidad) se deberán efectuar los pertinentes Informes de Seguridad, y elaborar a partir de ellos los pertinentes Planes de Emergencia interior y Exterior (véase el documento de Améndola y Papadakis citado en la Bibliografía de este capítulo).

Existen dos cuestiones esenciales para conferir validez a un Plan de Emergencia:

- conocimiento de la situación
- idoneidad de la reacción

Lo primero requiere haber previsto de antemano un buen número de canales informativos para acopiar todos los datos relevantes de las magnitudes físicas y químicas a vigilar. Estos canales requieren detectores, transmisores y registradores con sus correspondientes alarmas. Todo ello ha de formar parte de un riguroso análisis de las posibles secuencias de sucesos que puedan ocurrir en la instalación. Sólo previendo en el diseño y la construcción este tipo de necesidades, se podrá implantar un Plan de Emergencia verdaderamente operativo.

El punto crítico definitivo en esta función será la idoneidad de la reacción. Ello implica que los responsables técnicos deben conocer muy bien las características de su instalación y, también de antemano, deben conocer la lógica de seguridad que hay que aplicar, y que conducirá a identificar la reacción idónea a adoptar.

En casi todos los grandes accidentes (Harrisburg, Seveso, Chernobyl...) estas dos condiciones –conocimiento e idoneidad- no se cumplieron. De raíz, esos accidentes fueron graves fallos en la Metodología de la Seguridad.

Bibliografía

1. Handbook OF Risk management. KLUWER, Londres (Gran Bretaña), 1974
2. A.E.Green, High Risk Safety Techonlogy, John Wiley and Sons, Chichester, (Gran Bretaña) 1982
3. Susan Cutter "Living with Risk". Edward Arnold, Londres (Gran Bretaña), 1993
4. Kletz, Trevor. Lessons from disasters. Institution of chemical Engineers, Rugby, Warwickshire (Gran Bretaña) 1993
5. Jesús Pérez MESERI: Evaluación de riesgo de incendio: método simplificado, Gerencia de Riesgos, nº 2 – 3º Trim. 1995
6. R.Mond. Guidelines for hazard evaluation procedures. American Institiute of Chemical Engineers. Nueva York, 1985
7. Kletz, Trevor HAZAN: Hazard Análisis. The institution of Chemical Engineereers, Warwickshire (United Kingdom), 1986
8. Ariestides Ramos, HAZOP: Procedimiento para el análisis de riesgos de operación. COASHIQ. Madrid, 1987
9. A.Améndola, G.A. Papadakis (Eds.) Guidance on the preparation of a safety report to meet the requirements of Council Directive 96/82/EC (Seveso II).Monografía EUR 17690 EN. Luxemburgo, 1997
10. Ignacio Serrano Butragueño. "Los delitos de daños" (Aranzadi, 1992)
11. Luis F. Reglero Campos, "Legislación sobre responsabilidad por daños" (Tecnos, 1993)

Las herramientas al servicio de la Calidad Industrial

**Manuel Valcárcel Fontao
Dr.Ingeniero Industrial
Gerente F²I²**

INDICE

1. Introducción	1
2. Control de calidad, aseguramiento de la calidad y calidad total	2
3. Normas	7
4. La inserción de la calidad en el ámbito de la seguridad reglamentaria	23
5. La infraestructura de la calidad y la seguridad en España	24
6. Problemática medioambiental	28
7. Gestión integrada Seguridad-Calidad-Medioambiente	31
8. Conclusiones	32

1. Introducción.

En este capítulo se describen las herramientas de la calidad, que son también utilizadas en el ámbito de la seguridad industrial. Se definen los conceptos fundamentales de la calidad a través de su evolución histórica y su normativa específica, para establecer la vinculación entre los dos campos y se incide también en un tercer aspecto de la gestión de la empresa, que es el relativo a la problemática medioambiental.

Los primeros estadios de la calidad fueron los del control, como actividad puntual de verificación del cumplimiento de requisitos. Más adelante, se distingue la etapa del aseguramiento del cumplimiento de los mismos, mediante un Sistema de Calidad al efecto. Actualmente se habla de Gestión Total de la Calidad, como un todo, entendiendo que la función Calidad afecta a la totalidad de los ámbitos de la empresa.

En los campos medioambiental y de seguridad, está ocurriendo una evolución similar a la de la calidad, aunque en menos tiempo, pasando de forma rápida del control a los sistemas integrados Calidad-Seguridad-Medio Ambiente, saltando en muchas ocasiones las etapas intermedias de aseguramiento, sobre todo en aquellas empresas con experiencia previa en Calidad.

La evolución de los conceptos y técnicas de la calidad se manifiesta de forma análoga en las otras familias de requisitos: la seguridad y el medio ambiente. De ahí que el análisis y la reflexión sobre este devenir proporcionará claves para el entendimiento del panorama actual y futuro.

También se describe la infraestructura de la Calidad y la Seguridad vigente en España, que viene dada por el R.D. 2200/1995 de 28 de diciembre de 1995.

El capítulo finaliza con la definición de las bases de la gestión integrada seguridad-calidad-medioambiente, trípode indispensable para el funcionamiento de las empresas que quieran sobrevivir a un entorno de competitividad creciente, sujeto a requisitos de seguridad, calidad y de respeto al medioambiente.

2. Control de calidad, aseguramiento de la calidad y calidad total.

El grado de desarrollo e industrialización de los distintos países del ámbito occidental hace imprescindible estar en condiciones de poder demostrar que los productos y servicios puestos en el mercado poseen un nivel de calidad reconocible, fijo, constante para todas las unidades producidas o prestadas, respectivamente.

Desde el punto de vista interno de la organización productiva o de servicio, supone la mejora no sólo del producto o servicio, sino también de la propia gestión y funcionamiento de la organización.

Para poder proporcionar la confianza mencionada, es necesario estar en condiciones de poder demostrar que el nivel de calidad alcanzado es adecuado.

Una forma de demostración se articula mediante el cumplimiento de las normas internacionalmente admitidas, establecidas al efecto. Así, en el ámbito de las empresas, la serie de normas ISO 9000 establece los criterios mínimos a cumplir. Para los laboratorios la norma a cumplir es la UNE-EN-ISO 17025 (que sustituye a la norma EN 45001).

La ventaja que ofrecen estas normas es la uniformización de los criterios y requisitos a cumplir, de forma que se tiene "un único rasero" por donde medir a todas las organizaciones que quieran demostrar su buen hacer.

Esta afirmación ha venido siendo válida y suficiente hasta hace unos años pero, como se verá más adelante, hoy es ya insuficiente. La complejidad de los mercados debido al aumento de la competencia y la facilidad creciente para los envíos o desplazamientos (comercio vía INTERNET, etc.) empuja hacia la necesidad de la mejora continua. Esta última característica es quizás la más revolucionaria, en el sentido de que cada vez es más evidente que únicamente los productos innovadores, que además cumplan todo el ámbito reglamentario y contractual que les sea de aplicación, tienen posibilidades de encontrar comprador a precios adecuados.

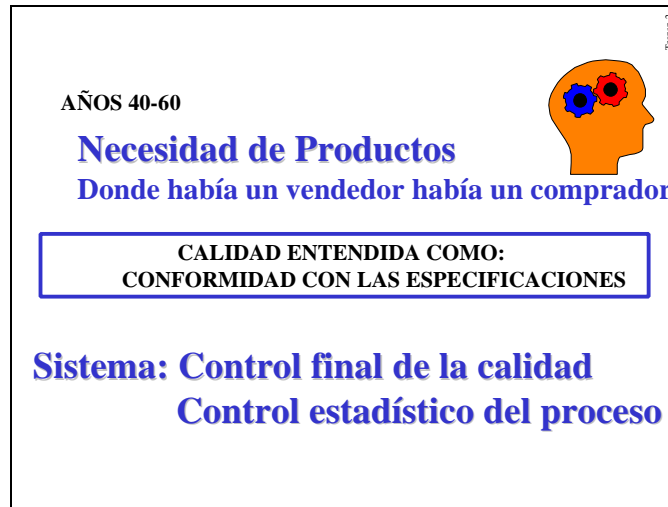
Para llegar a este estado, en el ámbito de la calidad, se han ido dando pasos continuos, desde el comienzo de la época industrial, como se verá a continuación.

Los distintos conceptos de la calidad se deben a las distintas épocas históricas, en las que la evolución de las técnicas ha traído también nuevas prácticas y mejoras de la gestión desde el punto de vista de la calidad de los productos y/o servicios prestados.

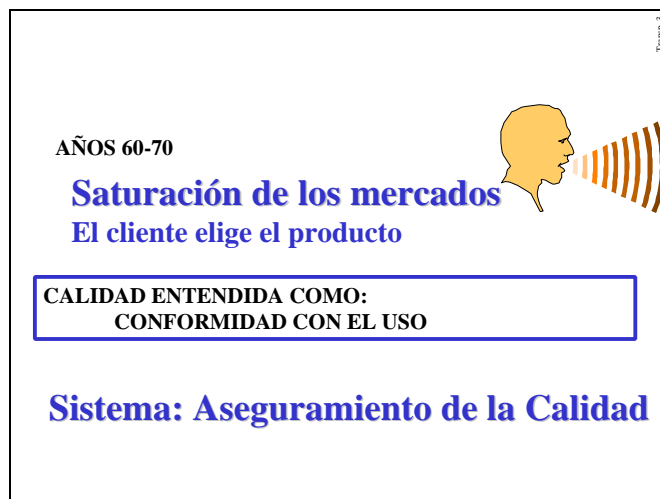
Así, se puede situar una fase entre los años 1940 y 1960 en los que la necesidad de productos hacía que todo lo producido se vendiese, de una manera u otra. La calidad, en estas condiciones, se entendía, en el mejor de los casos, como conformidad con las especificaciones. Es la época de las primeras implantaciones de Técnicas de Calidad propiamente dichas, fundamentalmente de detección y corrección de fallos. Se trata de herramientas de medida e inspección dedicadas al control de la calidad obtenida. Realmente, en tal época primaba la productividad, por lo que era frecuente la producción de una cantidad superior a la necesaria, para compensar los fallos.

La existencia de unas especificaciones escritas y aceptadas entre el comprador y el vendedor, hace que exista un mínimo soporte para que pueda comprobarse su cumplimiento de manera clara. Las formas de comprobación se limitaban al control final de la calidad, bien al 100% de las unidades en cuestión o bien de unidades seleccionadas

muestralmente representativas del total. Irrumpen así las técnicas estadísticas en el ámbito de la calidad, tanto para el control final de calidad, como para los controles de proceso.



Al final de esta época comienzan a aparecer implantaciones de sistemas de calidad en los que se contempla el factor humano a través de la motivación, comunicación y participación. Así aparecen los programas "cero defectos", "círculos de calidad", etc.



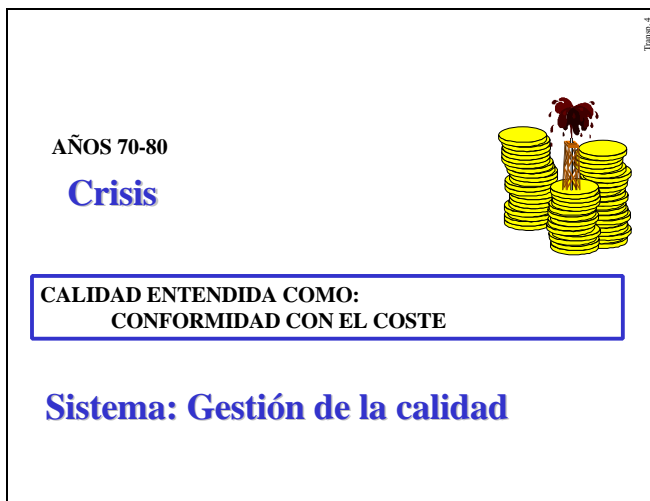
La etapa de los años 1960 a 1970 se caracteriza por la saturación de los mercados. El cliente elige el producto y ya no todo lo que se produce se vende sin dificultad. El cliente exige que el producto cumpla el fin para el que fue creado.

Se adoptan ya de una forma amplia los sistemas automatizados o semi-automatizados de fabricación y aparecen nuevos conceptos tales como fiabilidad y responsabilidad de los productos.

Este endurecimiento del entorno hace que las empresas no puedan permitirse errores, y no sólo minimice la cantidad de productos rechazados, sino que analice por qué aparecen los fallos, que aprenda de errores, de forma que asegure a su cliente un pedido con características establecidas. Este aseguramiento de la calidad de los productos o servicios se basa en la implantación de sistemas de gestión interna de la calidad propiamente dichos, gracias a los cuales las empresas garantizan el cumplimiento de unos requisitos de calidad establecidos y pactados con el cliente.

La etapa de los años 1970-1980 es la de la crisis del petróleo, en sus distintos aspectos y repercusiones. Esta nueva circunstancia complica más el entorno, y añade un factor decisivo: el coste. Se puede afirmar que es el momento en el que el coste –sin perder calidad- se vuelve el factor estrella.

En esta época se puede decir que la calidad sale de la planta de producción. Así, no sólo abarca el proceso durante la vida del producto dentro de la fábrica, sino también su comportamiento en el mercado. Surgen conceptos tales como vida útil del producto, adecuación al uso, rechazos, etc.



La etapa de los años 1980-1990 es la de los mercados cambiantes. Se trata de una época de inestabilidad financiera, en la que se acumulan todos los aspectos citados. Llega a un momento de tal saturación de los mercados, que no basta con que los productos tengan una calidad reconocida y reconocible, a un precio adecuado, sino que es preciso además que satisfagan no sólo estos requisitos explícitos, sino también los latentes. Es el gran momento de la publicidad, de los estudios de mercado, de toda una serie de técnicas que intentan averiguar qué quiere el cliente, aunque este no sepa que realmente está deseándolo.

En estas dos etapas sólo puede sobrevivir aquellas empresas que tengan implantado un sistema de gestión de la calidad a todos los niveles, que asegure el cumplimiento de todos los requisitos señalados.



La calidad en sí misma se vuelve un arma competitiva en primera instancia, cuando no en la única vía para la supervivencia. Así, abarca ya todo el ciclo productivo, desde el acopio de materiales y las distintas fases del proyecto y contrato, hasta el servicio posventa y satisfacción de los clientes. Aparecen también las primeras irrupciones de estas herramientas y técnicas en el ámbito de los servicios. Aquí la traducción e implantación de éstas es especialmente complicado puesto que no siempre, sobre todo cuando los servicios van dirigidos al gran público, existen especificaciones claras, ni mucho menos contractuales. Se trata primero de averiguar lo que quiere el cliente potencial y después satisfacerle plenamente de forma eficiente antes y mejor que el resto de la competencia.

Aquí es donde se habla ya de calidad total, como gestión total de la calidad, entendida la empresa como un todo, no sólo la parte propiamente productiva o de generación, sino también la atención al cliente, el servicio posventa, etc. sin olvidar los otros componentes de la empresa, fundamentales para su supervivencia: el personal. Un personal al que tradicionalmente se había ignorado y al que se escucha cada vez con mayor interés, si no ¿ sabe algo de apretar tuercas aquél que lo lleva haciendo veinte años?. Evidentemente, sí. Probablemente tenga una visión parcial, limitada del producto, pero no cabe duda que en su tarea tiene una experiencia que las empresas no pueden permitirse despreciar.



Potenciar la participación del personal en la vida de las empresas constituye un auténtico reto, no siempre bien resuelto y que, sin embargo, es evidente que supone un potencial de conocimiento y mejora incuestionable.

La palabra clave aquí es también la mejora. En estos mercados y entornos cambiantes, cada vez más duros, en los que la competencia juega fuerte, en los que hay que adaptarse a nuevos retos, como fue en España la integración en la UE, con lo que supuso de adaptación al cumplimiento de normas europeas, la competencia con las empresas de prestigio y tradición del resto de Europa, etc. En todo este marco, es necesario echar mano de todos los recursos disponibles, y los propios internos son realmente un filón muchas veces inexplorado.

Al panorama anterior, hay que añadir además, que a partir de 1990 se deja sentir ya el impacto en la Sociedad de la problemática medioambiental. Este es un aspecto de importancia creciente debido también a la concienciación del público en general sobre el respeto al entorno. Surgen conceptos tales como el desarrollo sostenible, etc.

Como se observa, la calidad deja de ser tarea de un pequeño grupo de inspectores que hacen una tarea "policial" de la Calidad, detectando fallos, una vez terminados los productos en cuestión, a ser una misión directiva de planificación, análisis y mejora continua, con objetivos claros de eficiencia y cumplimiento de requisitos, en la que está involucrado todo el personal de la empresa.

3. Normas

Paralelamente a la evolución de los conceptos de calidad señalada, y como soporte imprescindible de la misma, han ido apareciendo distintas normativas.

Tal como se comentó, ya en las épocas más rudimentarias, era necesaria la existencia de algún documento aceptado por las partes, que recogiera las especificaciones acordadas. De esta forma, era clara lo que se podía comprobar a posteriori.

Estos documentos de requisitos, cuando son públicos y aceptados generalmente, son las normas.


Así pues, las normas empezaron por ser de producto, y surgieron los primeros organismos de normalización, tales como el CEN, etc.

Tiempo: 9

- **Principales Organismos de Normalización**
 - AENOR (*Asociación Española de Normalización y Certificación*)
 - CEN (*Comité Europeo de Normalización*)
 - CENELEC (*El Comité Europeo de Normalización Electrónica*)
 - ETSI (*El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación*)
 - ISO (*Organización Internacional de Normalización*)
 - CEI (*Comisión Electrotécnica Internacional*)

En el caso español, AENOR es el organismo de normalización, cuya breve descripción se incluye a continuación.

Tiempo: 10



Identificación:
Asociación de carácter privado, independiente, sin ánimo de lucro, de ámbito nacional, creada para desarrollar las actividades de normalización y certificación, como instrumento de fomento de la calidad

Objetivos:

1. Normalización en España
2. Certificación de bienes y servicios
3. Promover participación española en organismos internacionales
4. Favorecer la competitividad del comercio y la industria nacional

Funcionamiento:
Los Comités Técnicos de Normalización (CTN) son los órganos responsables de la elaboración de los proyectos de normas

Diagrama 15

NORMAS ISO 9000

Conjunto de Normas Internacionales de gestión de calidad y aseguramiento de la calidad generadas por el

ISO/TC-176

Las Normas de la serie ISO 9000 describen QUÉ elementos deberían comprender los Sistemas de Calidad, pero NO CÓMO una organización concrete implanta estos elementos

Más adelante, cuando aparece el concepto de aseguramiento de la calidad, surge la necesidad de normalizar también el sistema de calidad interno, de forma que sea también comprobable externamente. Aparecen así las normas ISO 9000 (a partir de la Guía ISO 25), que contienen requisitos auditables y contractables. De esta manera, un cliente puede exigir la estructura de funcionamiento y la sistemática de la empresas sea reconocible respecto a alguno de estos modelos. Aquí la normalización actúa como en el caso de productos, pero en la estructura general de la empresa, no sólo en el producto particular en cuestión.

Diagrama 16

FAMILIA DE NORMAS ISO 9000

- NORMAS CONTRACTUALES**

- NORMAS NO CONTRACTUALES**

Diagrama 20

NORMAS NO CONTRACTUALES

- ISO 9000
- ISO 10011
- ISO 10012
- ISO 8402



La familia de normas ISO 9000 describen lo que un proveedor tiene que hacer para asegurar que sus productos o servicios cumplan con los requisitos o normas contractuales y que un nivel de calidad acordado sea alcanzado. No se trata de requisitos "técnicos" típicos de las normas de productos o contractuales, sino que los complementan.

Se trata de que la implantación de los sistemas de calidad acordes con las ISO 9000 según proceda, asegura que, permanentemente, de forma continua, el producto o servicio será fabricado o prestado adecuadamente cumpliendo con los requisitos de las normas técnicas o las especificaciones contractuales del producto o servicio.

Las normas de la serie ISO 9000 en su versión de 1994 se sustituye por la correspondiente al año 2000 a partir del último trimestre del mismo, si bien ambas coexistirán durante un período de tres años. Esta transición está prevista para favorecer la adaptación de los Sistemas de Calidad implantados.

Esta nueva norma pasa de ser una norma instrumental a ser un verdadero modelo de Sistema de Gestión de la Calidad, destacando el hecho de que los requisitos que establece, además del aseguramiento de la calidad del producto/servicio, pretenden corregir también la satisfacción del cliente.

Esta Norma Internacional promueve la adopción de un enfoque a procesos para el desarrollo, implementación y mejora de la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que identificar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. Una actividad que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de que las entradas sean transformadas en salida, puede considerarse como un proceso. Frecuentemente la salida de un proceso forma directamente la entrada del siguiente proceso.

La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones entre los procesos, así como su gestión, puede denominarse como "enfoque a procesos".

Una ventaja del enfoque a procesos es el control continuo que proporciona sobre los puntos de unión entre los procesos individuales dentro del propio sistema de procesos, así como sobre su combinación e interacción.

Cuando se utiliza dentro de un sistema de gestión de la calidad, un enfoque de este tipo enfatiza la importancia de:

- a) la comprensión y el cumplimiento de los requisitos,
- b) la necesidad de considerar los procesos en términos de valor agregado,
- c) la obtención de resultados del desempeño y eficacia de los procesos, y
- d) la mejora continua de los procesos en base a mediciones objetivas.

Por lo anterior, en adelante se describirá no sólo de 1994, sino también los requisitos nuevos y los que se modifican en la versión de 2000.

Las normas de la serie ISO 9000, con denominación española completa, son las siguientes:

- UNE-EN-ISO 9000-1:1994 Normas para la gestión de la calidad y el aseguramiento de la calidad. Parte 1: Directrices para su elección y utilización.

Esta norma clarifica los principales conceptos relacionados con la calidad, y proporciona una guía para la selección y utilización con este fin de las Normas de la familia ISO 9000:1994.

- UNE-EN-ISO 9000-2: 1994 Normas para la gestión de la calidad y el aseguramiento de la calidad. Parte 2: Directrices genéricas para la aplicación de las Normas ISO 9001:1994, ISO 9002:1994 e ISO 9003:1994.

Esta norma facilita una guía sobre la implantación de los capítulos de las normas del aseguramiento de la calidad, y es especialmente útil durante la implantación inicial.

- UNE-EN-ISO 9000-3: 1994 Normas para la gestión de la calidad y el aseguramiento de la calidad. Parte 2: Guía para la aplicación de la norma ISO 9001:1994 al desarrollo, suministro y mantenimiento del soporte lógico. (software).

Esta norma establece directrices de aplicación de la Norma ISO 9001:1994 en el caso de organizaciones que desarrollan, suministran y mantiene soportes lógicos (software), sugiriendo controles y métodos apropiados para este fin.

- UNE-EN-ISO 9000-4: 1994 Normas para la gestión de la calidad y el aseguramiento de la calidad. Parte 4: Guía para la gestión de un programa de seguridad de funcionamiento.

Abarca las características esenciales en lo relativo a la planificación, organización, dirección y control de recursos para fabricar productos que sean fiables y mantenibles.

- UNE-EN-ISO 9001: 1994 Sistemas de la calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño, el

desarrollo, la producción, la instalación y el servicio posventa.

- UNE-EN-ISO 9002: 1994 Sistemas de la calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en la producción, la instalación y el servicio posventa.
- UNE-EN-ISO 9003: 1994 Sistemas de la calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en la inspección y los ensayos finales.
- UNE-EN-ISO 9004-1: 1994 Gestión de la calidad y elementos del sistema de la calidad. Parte 1: Directrices.

Esta norma trata una serie extensa de elementos de la calidad relativos a todas las fases y actividades del ciclo de vida de un producto, para prestar ayuda a una organización para que seleccione y aplique elementos apropiados a sus necesidades.

- UNE-EN-ISO 9004-2: 1994 Gestión de la calidad y elementos del sistema de la calidad. Parte 1: Guía para los servicios.

Esta norma complementa a la anterior, respecto a los servicios.

- UNE-EN-ISO 9004-3: 1994 Gestión de la calidad y elementos del sistema de la calidad. Parte 1: Directrices para materiales procesados.

Esta norma afecta fundamentalmente a aquellos materiales procesados, productos que se entregan típicamente en sistemas de volumen, tales como tuberías, latas, etc.

En estos casos, cobra una importancia capital la utilización de muestreos estadísticos y procedimientos de evaluación de los mismos.

- UNE-EN-ISO 9004-4:1994 Gestión de la calidad y elementos del sistema de la calidad. Parte 1: Directrices para la mejora de la calidad.
- UNE-EN-ISO 9001:2000 Sistemas de gestión de la calidad-registros.
- UNE-EN-ISO 9004:2000 Sistemas de gestión de la calidad-recomendaciones para llevar a cabo la mejora.

Además de las anteriores, hay que citar las normas de la serie ISO 10000 siguientes, que tratan sobre la calidad:

- ISO 10011-1:1990 Reglas generales para la auditoría de los sistemas de la calidad. Parte 1: Auditorías.
- ISO 10011-2:1991 Reglas generales para la auditoría de los sistemas de la calidad. Parte 2: Criterios para la cualificación de los auditores de los sistemas de la calidad.

- ISO 10011-3:1991 Reglas generales para la auditoría de los sistemas de la calidad. Parte 3: Gestión de los programas de auditoría.
- ISO 10012-1:1992 Requisitos de aseguramiento de la calidad de los equipos de medida. Parte 1: Sistema de confirmación metrológica de los equipos de medida.

Este grupo de normas se complementa con la siguiente:

- ISO 8402:1994 Gestión de la calidad y aseguramiento de la calidad. Vocabulario.

Volviendo a la familia de normas ISO 9000, cabe establecer el resumen y clasificación siguiente:

Concepto	Norma
Definición y concepto	ISO 8402
Selección y uso de las normas	ISO 9000:1994
Gestión de calidad. Elementos del sistema de calidad (situaciones no contractuales)	ISO 9004:1994
Modelos de aseguramiento de la calidad (situaciones contractuales)	ISO 9001:1994 ISO 9002:1994 ISO 9003:1994
Sistemas de gestión de la calidad-requisitos	ISO 9001:2000
Sistemas de gestión de localidad.-recomendaciones para llevar a cabo la mejora	ISO 9004:2000

Según lo anterior, en situaciones no contractuales, esto es, cuando entre el proveedor y el cliente no existe una relación de suministro establecida mediante contrato, la norma ISO 9004:1994 proporciona las directrices para la implantación del sistema de calidad que asegure internamente al proveedor que todos los factores técnicos, humanos y documentales que afectan al resultado final son adecuados.

Para casos donde el nivel de calidad esté recogido en contrato, el proveedor y el cliente pueden elegir el modelo, de los tres que se citan, que más se ajusta a las condiciones particulares de la relación contractualmente establecida de compra y venta de productos o servicios. Las tres normas (ISO 9001:1994, ISO 9002:1994 e ISO 9003:1994) constituyen la base para que el cliente, o terceros, evalúen si el sistema de calidad del proveedor es capaz de asegurar el nivel de calidad establecido en el contrato.

Estas tres normas anteriores establecen los tres modelos distintos citados:

- La Norma ISO 9001:1994 se empleará cuando la conformidad a requisitos especificados tiene que asegurarse por el proveedor durante el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio posventa.

Esta norma contiene la mayor cantidad de requisitos de las tres.

- La Norma ISO 9002:1994 se empleará cuando la conformidad a requisitos especificados tiene que asegurarse por el proveedor durante la producción, instalación y servicio posventa.

Esta norma difiere de la anterior únicamente en la exclusión de todos los elementos relativos al control del diseño.

- La Norma ISO 9003:1994 se empleará cuando la conformidad a requisitos especificados tiene que asegurarse por el proveedor en la prueba e inspección finales.

Esta situación varía en el caso de la norma ISO 9001:2000, puesto que no se contemplan tres modelos, sino uno único: el de dicha norma, que incorpora las disposiciones de todas ellas. Los requisitos aplicables podrán diferir según el tipo de proceso en cuestión.

Por otra parte, la norma ISO 9004:2000 proporciona recomendaciones sobre un rango más amplio de objetivos de un sistema de gestión de la calidad, orientados a mejorar las prestaciones globales de una organización.

Por lo tanto, no se trata ya de una guía para implantar la norma ISO 9001:2000 ni tampoco esta pensada para su utilización para fines contractuales o de certificación.

A continuación se analizan, de forma pormenorizada, los elementos del sistema de calidad y los requisitos establecidos en la Norma ISO 9001:1994, con mención del punto concreto de la norma y de algunas recomendaciones e ideas para satisfacerlos.

RESPONSABILIDADES DE LA DIRECCION (pto. 4.1.)

Política de la calidad. (pto. 4.1.1)

La política y los objetivos de calidad deben ser definidos, documentados, entendidos, aplicados y mantenidos al día.

La dirección debe establecer objetivos de Calidad que se apliquen a toda empresa, coherentes con el resto de los objetivos de la organización y conocidos por todo el personal involucrado.

Así mismo deberá seguir y evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos.

Organización. (pto. 4.1.2)

Responsabilidades y autoridad (pto. 4.1.2.1)

La organización debe ser definida en cuanto a jerarquía, responsabilidades y autoridades, específicamente en aquellas actividades que afectan a la calidad.

Recursos (pto. 4.1.2.2)

La organización ha de proporcionar y asignar eficazmente el suficiente personal capacitado, así como los recursos materiales y financieros necesarios.

Representante de la dirección (pto. 4.1.2.3)

Se nombrará un representante de la dirección que tenga responsabilidad y autoridad sobre la implantación y mantenimiento del Sistema de Calidad, con objeto de centralizar la responsabilidad y autoridad sobre todo el Sistema de Calidad para coordinar todas las actuaciones de calidad al más alto nivel.

Revisión por la dirección (pto. 4.1.3)

La dirección revisará periódicamente el Sistema de Calidad. Se trata de una actuación activa de la dirección en el Sistema de Calidad, para evaluar permanentemente si el Sistema de Calidad es adecuado, eficiente y eficaz y disponer de una herramienta de retroalimentación para mejora continua del Sistema de Calidad.

SISTEMA DE CALIDAD (pto. 4.2)

Se establecerá y mantendrá un Sistema de Calidad documentado.

Este sistema documental ha de definir en qué consiste el Sistema de Calidad, cuál es su alcance y aplicación.

Como aspecto fundamental, describirá la estructura del Sistema de Calidad, los documentos y jerarquía de documentos de Calidad, y la estrategia y metodología de implantación.

REVISION DEL CONTRATO (pto. 4.3)

Se establecerán y mantendrán procedimientos para revisar contratos.

Se trata de definir y documentar las condiciones contractuales antes de la ejecución, las líneas de comunicación con el cliente y resolver discrepancias entre oferta y contrato.

Además, ha de asegurar que los requisitos contractuales puedan ser cumplidos, para lo cual debe existir capacidad y estar disponibles los recursos, y también que las informaciones contractuales sean transmitidas antes de la ejecución como también cambios durante la ejecución.

CONTROL DEL DISEÑO (pto. 4.4)

Generalidades (pto. 4.4.1)

Se establecerán y mantendrán procedimientos de verificación y control del diseño del producto.

Planificación del diseño y del desarrollo (pto. 4.4.2)

Las actividades de diseño deben ser planificadas, ejecutadas por personal capacitado con responsabilidades definidas y con los recursos necesarios disponibles.

Interfaces organizativas y técnicas (pto. 4.4.3)

Deberán organizarse las interfaces organizativas y técnicas entre los distintos grupos que realicen aportaciones al proceso de diseño y la información necesaria debe ser documentada, transmitida y revisada periódicamente.

Datos de partida del diseño (pto. 4.4.4)

Los datos iniciales del diseño deben ser documentados en forma de requisitos, cálculos y análisis.

Se trata de tener disponible y documentado todas las informaciones que se refieren al diseño, a la producción, al control y al uso del producto.

Para ello será necesario establecer los tipos de documentos generados, su clasificación y control para producción, verificación y uso del producto, así como definir la forma de transmitir las informaciones para los clientes internos y externos.

Datos finales del diseño (pto. 4.4.5)

Los datos finales del diseño deberán ser verificados y comparados con los requisitos iniciales.

El objetivo es evitar que los datos finales sean incorrectos, incompletos o no atendiendo a los requisitos iniciales.

Revisión del diseño (pto. 4.4.6)

El proceso de cambios de diseño deberá ser establecido y documentado para evitar que cualquier cambio de diseño sea hecho de forma no controlada.

Es preciso pues definir el proceso de cambio del diseño y documentar el proceso en forma de procedimiento y registros.

Verificación del diseño (pto. 4.4.7)

Se deben realizar y registrar las verificaciones del diseño durante las fases apropiadas del mismo para asegurar que en cada etapa los datos finales satisfacen los iniciales de la siguiente.

Validación del diseño (pto. 4.4.8)

Se debe realizar la validación del diseño para asegurar que el producto es conforme con las necesidades o requisitos definidos por el usuario.

Cambios del diseño (pto. 4.4.9)

Todos los cambios y modificaciones del diseño se deben identificar, documentar, revisar y aprobar por personal autorizado antes de su adopción.

CONTROL DE LA DOCUMENTACION Y DE LOS DATOS (pto. 4.5)

Generalidades (pto. 4.5.1)

La generación y utilización de documentos relacionados con la norma (incluidos, cuando proceda, los documentos de origen externo tales como normas y planos del cliente) deberá ser controlada.

Se trata de conseguir que los documentos adecuados estén disponibles siempre para quien los necesite.

Aprobación y distribución de los documentos y de los datos (pto. 4.5.2)

Los cambios de los documentos deberán realizarse de forma controlada para evitar que los documentos sean modificados por personas no autorizadas, evitar que los cambios de documentos no sean transmitidos a los interesados.

Cambios en los documentos y en los datos (pto. 4.5.3)

Hay que evitar que se utilicen versiones obsoletas de los documentos.

COMPRAS (pto. 4.6)

Generalidades (pto. 4.6.1)

Se asegurará que los productos y servicios comprados estén conformes con los requisitos especificados.

Evaluación de subcontratistas (pto. 4.6.2)

Los subcontratistas deberán ser evaluados a fin de verificar si tienen capacidad de cumplir con requisitos establecidos, con objeto de evitar que se compren productos o servicios que no satisfagan los requisitos establecidos, incluidos los de la calidad.

Datos sobre las compras (pto. 4.6.3)

Los requisitos/características de los productos deberán ser claramente definidos en los documentos de compra.

Para ello conviene definir el proceso de compra a partir de la necesidad de adquirir el producto hasta la entrega del pedido al subcontratista, documentar la sistemática en procedimientos, definir los documentos de compra, y definir todas las condiciones de compra que afecten a la calidad.

Verificación de los productos comprados (pto. 4.6.4)

En éste párrafo se establecerán las responsabilidades y autoridades del proveedor, cliente y subcontratista cuando el cliente realice actividades de verificación de los productos comprados por el proveedor.

PRODUCTOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE (pto. 4.7)

Se deberá establecer y aplicar procedimientos para recibir y almacenar productos suministrados por el cliente.

Se trata de evitar que productos inadecuados sean integrados en el producto final y proteger los productos suministrados por el cliente contra daños y pérdidas.

IDENTIFICACION Y TRAZABILIDAD DEL PRODUCTO (pto. 4.8)

Las piezas, componentes y lotes de productos deberán ser identificables a partir de los planos, de las especificaciones o de otros documentos, durante todas las etapas de la fabricación, la entrega y la instalación.

CONTROL DE PROCESOS (pto. 4.9)

Los procesos de producción e instalación deberán ser identificados y planificados. Además, deberán ser ejecutados en forma controlada. Todos los parámetros de producción que afectan cualquier característica del producto final deberán ser mantenidos bajo control para asegurar la calidad.

En el caso de procesos especiales, deberán ser calificados y supervisados en forma continua.

Se trata de asegurar que también en estos procesos, cuyos resultados no pueden ser verificados totalmente mediante inspección o ensayo del producto final, los productos cumplen los requisitos especificados.

Este requisito puede satisfacerse mediante la definición de los procesos a través de flujogramas, la ejecución de etapas del proceso y actividades en procedimientos e instrucciones y el mantenimiento de los recursos bajo control además de validar el proceso (analizar su capacidad), supervisarlos, auditarlos y mantener registros de los datos de actividades de verificación (control estadístico), ensayos y análisis.

INSPECCION Y ENSAYO (pto. 4.10)

Generalidades (pto. 4.10.1)

Los materiales y productos recibidos deberán ser inspeccionados y/o verificados antes de su uso, para lo cual es necesario establecer planes de calidad que definan qué tipo de verificación, ensayo o análisis deberán ser ejecutados antes de su uso en producción.

Inspección y ensayos de recepción (pto. 4.10.2)

Hay que asegurar que el producto recibido no sea utilizado o procesado hasta que haya sido inspeccionado o se haya verificado de alguna otra forma que cumple los requisitos especificados.

Inspección y ensayos en proceso (pto. 4.10.3)

Las inspecciones y ensayos en proceso deberán realizarse y documentarse de acuerdo a planes preestablecidos.

Inspección y ensayos finales (pto. 4.10.4)

Deberán mantenerse los registros de todos los ensayos e inspecciones que prueben que los productos finales han superado satisfactoriamente las inspecciones y ensayos.

EQUIPOS DE INSPECCION, MEDICION Y ENSAYO (pto. 4.11)

Los equipos e instrumentos usados para demostrar la conformidad con requisitos deberán ser adecuadamente seleccionados, controlados, calibrados y mantenidos con el fin de asegurar que son fiables los resultados obtenidos en ensayos, inspecciones y mediciones.

ESTADO DE INSPECCION Y ENSAYO (pto. 4.12)

Deberá identificarse la conformidad o no conformidad de los productos inspeccionados y ensayados mediante marcas, etiquetas, hojas de ruta, registros, etc.

Se trata de asegurar que sólo se expiden, utilizan o instalan productos que han superado las inspecciones y ensayos.

CONTROL DE PRODUCTOS NO CONFORMES (pto. 4.13)

Los productos no conformes deberán tratarse de acuerdo a procedimientos escritos, con objeto de evitar que por inadvertencia, se utilicen o instalen productos no conformes con los requisitos especificados.

ACCIONES CORRECTORAS Y PREVENTIVAS (pto. 4.14)

Se establecerán procedimientos documentados para la implantación de acciones correctoras y preventivas.

El objetivo es implantar la sistemática que resuelva los problemas, de tal forma que las no conformidades no se repitan.

MANIPULACION, ALMACENAMIENTO, EMBALAJE, CONSERVACION Y ENTREGA (pto. 4.15)

Se establecerán procedimientos para proteger los productos contra daños y pérdidas durante las fases de manipulación, almacenamiento, embalaje y entrega.

CONTROL DE LOS REGISTROS DE CALIDAD (pto. 4.16)

Se deberán establecer procedimientos escritos para identificar, agrupar, codificar, archivar, conservar y mantener adecuadamente los registros de la calidad, con el fin de mantener las evidencias objetivas (los registros) de que se ha logrado la calidad requerida.

AUDITORIAS INTERNAS DE CALIDAD (pto. 4.17)

Se deberá aplicar un sistema completo de auditorías planificadas y documentadas.

Se trata de implantar un medio de verificación de las actividades relativas a la calidad que cumplan con las condiciones establecidas, determinando así si el Sistema de Calidad es efectivo y sirviendo de mejora del Sistema de Calidad.

FORMACION (pto. 4.18)

Se implantará un sistema de formación y adiestramiento que permita identificar las necesidades de entrenamiento y actualización del personal, y proporcionar la formación y capacitación adecuada al personal que realice tareas que afecten a la calidad.

SERVICIO POST-VENTA (pto. 4.19)

Se deberá establecer procedimientos para ejecutar servicios post-venta. Se trata de proporcionar soporte adecuado al cliente durante la instalación y el uso del producto, así como recibir retroalimentación sobre el comportamiento del producto.

Será necesario entonces establecer procedimientos que definan las actividades durante y después de la instalación, tales como instrucciones para la instalación, planes de mantenimiento, instrucciones de uso, etc.

TECNICAS ESTADISTICAS (pto. 4.20)

Se deberán aplicar técnicas estadísticas apropiadas para el análisis de la capacidad de procesos y características del producto en todas las fases del ciclo de calidad, donde sea aplicable.

Por otra parte, la versión de la norma ISO 9000 del 2000, actualiza e incorpora requisitos respecto a la versión de 1994, y completa de esta manera algunos de los aspectos más relevantes

A continuación se recogen las diferencias entre ambas versiones, así como una tabla de referencias cruzadas entre las mismas, que ayuda a la comprensión y aplicación de las mismas.

ISO 9001:1994	ISO/FDIS 9001:2000
1 Objeto y campo de aplicación	1
2 Normas para consulta	2
3 Definiciones	3

4 Responsabilidad de la dirección	
4.1 Responsabilidad de la dirección	5.1 + 5.3 + 5.4.1
4.1.1 Política de calidad	
4.1.2 Organización	
4.1.2.1 Responsabilidad y autoridad	5.5.1
4.1.2.2 Recursos	5.1 + 6.1 + 6.2.1 + 6.3
4.1.2.3 Representante de la dirección	5.5.2
4.1.3 Revisión por la dirección	5.6.1 + 5.6.2 + 5.6.3 + 8.5.1
4.2 Sistema de calidad	
4.2.1 Generalidades	4.1 + 5.1 + 5.4.1 + 5.5.5
4.2.2 Procedimientos del sistema de la calidad	4.2
4.2.3 Planificación de la calidad	5.4.2 + 6.2.1 + 7.1
4.3 Revisión del contrato	
4.3.1 Generalidades	
4.3.2 Revisión	5.2 + 7.2.1 + 7.2.2 + 7.2.3
4.3.3 Modificación del contrato	7.2.2
4.3.4 Registros	7.2.2
4.4 Control del diseño	
4.4.1 Generalidades	
4.4.2 Planeación del diseño y desarrollo	7.3.1
4.4.3 Interfases técnicas y de la organización	7.3.1
4.4.4 Entradas al diseño	7.2.1 + 7.3.2
4.4.5 Salidas del diseño	7.3.3
4.4.6 Revisión del diseño	7.3.1 + 7.3.4
4.4.7 Verificación del diseño	7.3.1 + 7.3.5
4.4.8 Validación del diseño	7.3.1 + 7.3.6
4.4.9 Cambios del diseño	7.3.7
4.5 Control de la documentación y los datos	
4.5.1 Generalidades	4.2.3
4.5.2 Aprobación y edición de documentación y datos	4.2.3
4.5.3 Cambios en documentación y datos	4.2.3
4.6 Compras	
4.6.1 Generalidades	
4.6.2 Evaluación de subcontratistas	7.4.1
4.6.3 Datos de compras	7.4.2
4.6.4 Verificación del producto comprado	7.4.3
4.8 Identificación y trazabilidad de los productos	7.5.2
4.9 Control de procesos	6.3 + 6.4 + 7.1 + 7.5.1 + 7.5.5 + 8.2.3
4.10 Inspección y ensayo	
4.10.1 Generalidades	7.1 + 8.1
4.10.2 Inspección y ensayos en recepción	7.4.3 + 8.2.4
4.10.3 Inspección y ensayos en proceso	7.4.3 + 7.5.1 + 8.2.4
4.10.4 Inspección y ensayos finales	7.4.3 + 8.2.4
4.10.5 Registros de inspección y ensayos	7.5.2 + 8.2.4
4.11 Control de los equipos de inspección, medición y ensayo	
4.11.1 Generalidades	7.6
4.11.2 Procedimiento de control	7.6
4.12 Identificación del estado de inspección	7.5.2

4.13 Control de los productos no conformes	
4.13.1 Generalidades	8.3
4.13.2 Revisión y tratamiento de productos no conformes	8.3
4.14 Acciones correctivas y preventivas	
4.14.1 Generalidades	8.5.2 + 8.5.3
4.14.2 Acciones correctivas	8.4 + 8.5.2
4.14.3 Acciones preventivas	8.4 + 8.5.3
4.15 Manipulación, almacenamiento, embalaje, conservación y entrega	
4.15.1 Generalidades	
4.15.2 Manipulación	7.5.4
4.15.3 Almacenamiento	7.5.4
4.15.4 Embalaje	7.5.4
4.15.5 Conservación	7.5.4
4.15.6 Entrega	7.5.1 + 7.5.4
4.16 Control	4.2.4
4.17 Auditorías de la calidad internas	8.2.2
4.18 Formación	6.2.1 + 6.2.2
4.19 Servicio posventa	7.1 + 7.5.1
4.20 Técnicas estadísticas	8.1 + 8.2.3 + 8.2.4 + 8.4
4.21 Identificación de necesidades	
4.22 Procedimientos	

A continuación se describen aquellos requisitos que incorpora o modifica sustancialmente la nueva versión:

ENFOQUE AL CLIENTE (pto. 5.2)

La alta dirección debe asegurar que los requisitos del cliente se determinan y cumplen con el propósito de realizar la satisfacción del cliente.

COMUNICACIÓN INTERNA (pto. 5.5.3)

La alta dirección debe asegurar que se establecen los procesos apropiados de comunicación dentro de la organización y que la comunicación se efectúa considerando la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

DETERMINACIÓN DE LOS REQUISITOS RELACIONADOS CON EL PRODUCTO (pto. 7.2.1)

La organización debe determinar:

- a) los requisitos específicos por el cliente, incluyendo los requisitos para las actividades de entrega y posventa;
- b) los requisitos no especificados por el cliente pero necesarios para la utilización prevista o especificada,
- c) los requisitos legales y reglamentarios relacionados con el producto, y
- d) cualquier requisito adicional determinado por la organización.

COMUNICACION CON LOS CLIENTES (pto. 7.2.3)

La organización debe determinar e implementar disposiciones eficaces para la comunicación con los clientes, relativas a:

- a) la información sobre el producto;
- b) el tratamiento de preguntas, contratos y pedidos, incluyendo las modificaciones, y
- c) la retroalimentación del cliente, incluyendo sus quejas.

MEDICION Y SEGUIMIENTO. SATISFACCIÓN DEL CLIENTE (pto. 8.2.1)

Como una de las medidas del desempeño del sistema de gestión de la calidad, la organización debe realizar el seguimiento de la información relativa a la percepción del cliente con respecto a si la organización ha cumplido sus requisitos. Deben determinarse los métodos para obtener y utilizar dicha información-

MEJORA (pto. 8.5)

Mejora continua (pto. 8.5.1.)

La organización debe mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad por medio de la utilización de la política de la calidad, objetivos de la calidad, resultados de las auditorías, análisis de datos, acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección.

4.Inserción de la calidad en el ámbito de la seguridad reglamentaria.

La inserción y relación de la calidad, sus técnicas y normativa, en el ámbito de la seguridad reglamentaria cabe calificarla de doble. De una parte, el Enfoque Global de la Unión Europea, al establecer los Procedimientos de Evaluación de la Conformidad a través de la Decisión de Módulos y del Mercado CE, empuja claramente a la implantación de Sistemas de Calidad de acuerdo a las normas ISO 9000 y EN 45000 para el caso de las empresas y laboratorios, respectivamente.

Por otra parte, las propias herramientas de la calidad, en cuanto que tienen en cuenta todos los requisitos aplicables al producto, incorporan necesariamente los debidos a la legislación en vigor, tanto de seguridad como mediambiental.

Así, la calidad se convierte en un vehículo de demostración del cumplimiento de los requisitos de la seguridad aplicables. Esto es de aplicación tanto a los productos, como también a los agentes que intervienen en la Evaluación de la Conformidad. En un entorno de transparencia y libre competencia, es necesario que dichos agentes estén en “estado” de demostrar su buen hacer y competencia técnica, como forma de dar confianza a todo el sistema.



5. La infraestructura de la calidad y la seguridad en España.

En el caso español, el R.D. 2200/1995 de 28 de diciembre de 1995 establece dicha infraestructura, al aprobar el reglamento de la misma. Se establecen los requisitos de organización y funcionamiento que deberán cumplir los agentes públicos o privados que constituyen la infraestructura en cuestión.

Así, como agentes de la pirámide de la infraestructura común a la calidad y a la seguridad industrial aparecen los organismos de normalización y las entidades de acreditación. Los primeros han sido ya descritos en el apartado 2 de este capítulo, y en España es AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación) la que está reconocida para estas tareas.

Entidades de Acreditación:

- Entidades privadas sin ánimo de lucro
- Su finalidad es acreditar a:
 - ❑ Entidades de Certificación
 - ❑ Laboratorios de Ensayo y Calibración
 - ❑ Entidades Auditoras y de Inspección (ámbito voluntario de la Calidad)
 - ❑ Organismos de control (ámbito reglamentario)
 - ❑ Verificadores medioambientales (ámbito reglamentario)

Los agentes más cercanos a las empresas, y por tanto, los que intervienen en primera instancia en la Evaluación de la Conformidad, son las entidades de certificación, los laboratorios de ensayo, las entidades auditoras y de inspección y los laboratorios de calibración industrial.

ENTIDADES DE CERTIFICACIÓN:

- ENTIDADES PÚBLICAS O PRIVADAS
- ESTABLECEN LA CONFORMIDAD, SOLICITADA CON CARÁCTER VOLUNTARIO, DE UNA DETERMINADA EMPRESA, PRODUCTO, PROCESO, SERVICIO O PERSONA
- EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD RESPECTO A LOS REQUISITOS DEFINIDOS EN NORMAS O ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tema 30

LABORATORIOS DE ENSAYO:

- **ENTIDADES PÚBLICAS O PRIVADAS**
- **REALIZAN LOS ENSAYOS SOLICITADOS CON CARÁCTER VOLUNTARIO DEFINIDOS POR UNA NORMA O ESPECIFICACIÓN TÉCNICA**
- **EMITE UN INFORME DE ENSAYO CON LOS RESULTADOS DE LOS MISMOS**

Tiempo: 31

ENTIDADES DE AUDITORIA Y DE INSPECCIÓN:

- **ENTIDADES PÚBLICAS O PRIVADAS**
- **REALIZAN LA COMPROBACIÓN, SOLICITADA CON CARÁCTER VOLUNTARIO, DE QUE LOS PRODUCTOS O INSTALACIONES CUMPLEN CON LAS NORMAS O ESPECIFICACIONES TÉCNICAS QUE LE SEAN DE APLICACIÓN**
- **EMITEN UN CERTIFICADO O INFORME DE INSPECCIÓN**

Tiempo: 31

Para iniciar su actividad, una vez acreditados sólo requieren su inscripción en el Registro de Establecimientos Industriales.

Para la actuación en el ámbito obligatorio de la seguridad, se requiere la Autorización por parte de la Autoridad competente en la materia reglamentaria en cuestión, siendo la acreditación, o la evaluación por ENAC un requisito previo. La infraestructura acreditable para la seguridad industrial se limita a los organismos de control y a los verificadores medioambientales.

INFRAESTRUCTURA ACREDITABLE PARA LA SEGURIDAD INDUSTRIAL

- ORGANISMOS DE CONTROL
- VERIFICADORES MEDIOAMBIENTALES

Temp. 34

ORGANISMOS DE CONTROL

- ENTIDADES PÚBLICAS O PRIVADAS INDEPENDIENTES, RECONOCIDAS POR LA ADMINISTRACIÓN
- VERIFICAN EL CUMPLIMIENTO CON CARÁCTER OBLIGATORIO DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS E INSTALACIONES INDUSTRIALES
- DICHAS CONDICIONES SERÁN LAS ESTABLECIDAS POR LOS REGLAMENTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Temp. 35

VERIFICADORES MEDIOAMBIENTALES

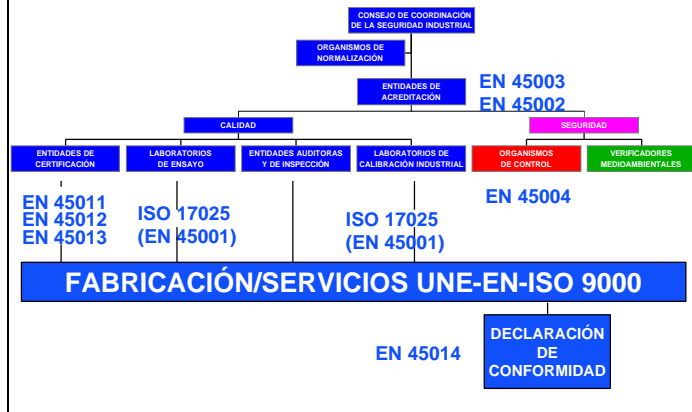
- ENTIDADES PÚBLICAS O PRIVADAS O PERSONAS FÍSICAS, INDEPENDIENTES DE LA EMPRESA SOMETIDA A VERIFICACIÓN
- REALIZAN VERIFICACIONES QUE PERMITEN QUE LA EMPRESA SE ADHIERA CON CARÁCTER VOLUNTARIO AL SISTEMA COMUNITARIO DE GESTIÓN Y AUDITORÍA MEDIOAMBIENTAL

Temp. 36

Finalmente, el cuadro completo se incluye seguidamente, donde también aparecen señaladas las normas de la serie EN45000 que han de cumplir los distintos agentes para ser acreditados y, por tanto, poder demostrar el cumplimiento de los requisitos correspondientes.

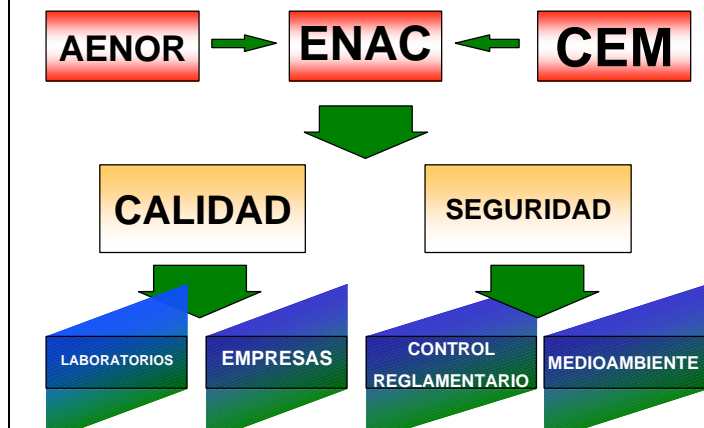
Infraestructura de la Calidad y la Seguridad en España. El R.D. 2200

Transp. 37



Infraestructura de la Calidad y la Seguridad en España. El R.D. 2200

Transp. 38



6. Problemática medioambiental

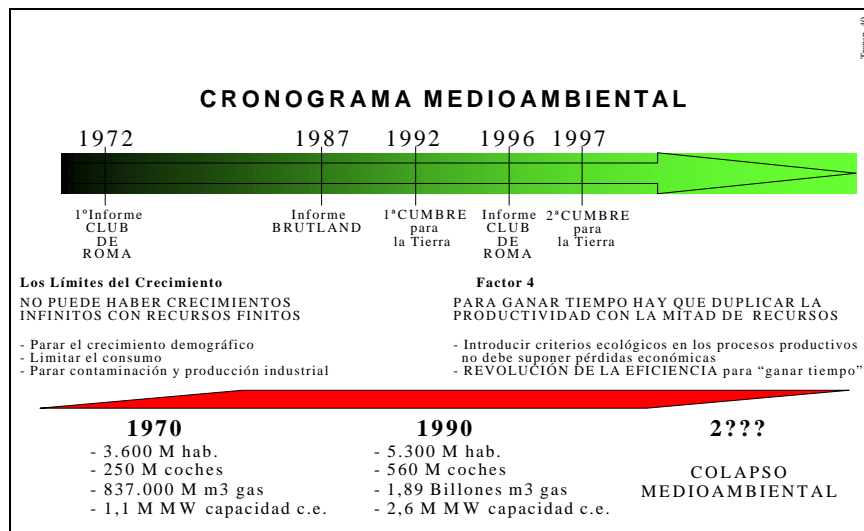
Tal como se enunciaba anteriormente, los productos además de cumplir las especificaciones de calidad y los requisitos de seguridad establecidos, así como las limitaciones de precio, vida útil, etc. antes señaladas, últimamente están también sujetos a otro tipo de requisitos, que pueden englobarse en la denominación de medioambientales.

Estos últimos vienen dados por la toma de conciencia del mundo de los distintos problemas medioambientales tales como los vertidos, el efecto invernadero, la desaparición de especies, el agujero de ozono, el reciclado de materiales o la conservación de los espacios naturales.



El respeto al medio ambiente por tanto, es hoy día para las empresas, además de una obligación legal, un imperativo del propio mercado. Los consumidores demandan y valoran cada vez más los productos y servicios consecuentes con el concepto de “desarrollo sostenible”.

Desde la década de los años setenta han ido apareciendo distintas normativas para limitar la contaminación producida por las concentraciones urbanas e industriales. Como resultado de estas, fueron surgiendo tecnologías de tratamiento de contaminantes al final del proceso de producción, basadas principalmente en la construcción de chimeneas y depuradoras.



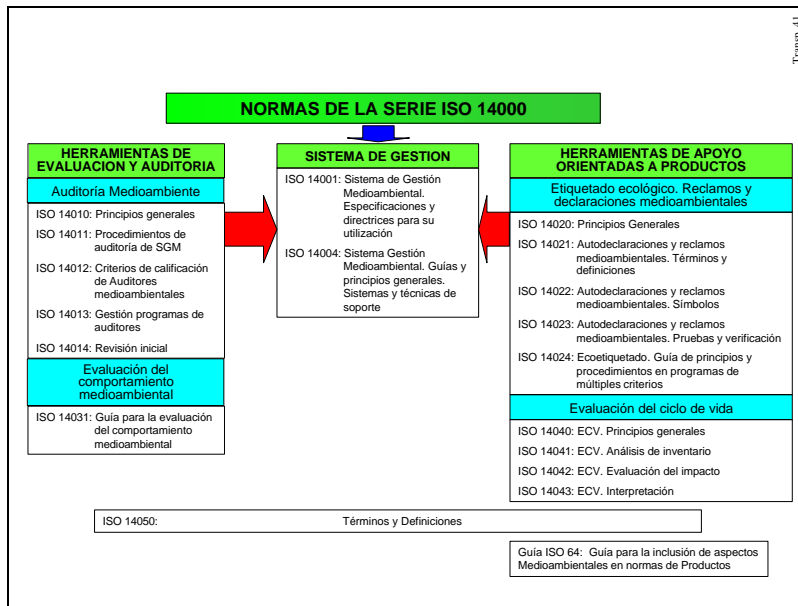
Actualmente lo anterior no es suficiente y hay que tratar el problema desde su origen, a través de la investigación, mejora y replanteamiento (reingeniería en muchos casos) de los procesos y equipos para hacerlos menos contaminantes desde su inicio, lo que hará que tengan un mejor final, así como la utilización de residuos mediante su reciclado.

Las nuevas estrategias de las empresas deben ir desde la posición defensiva hacia el compromiso con el desarrollo sostenible y el aprovechamiento de las oportunidades de mejora, que da lugar a la eficiencia de los procesos, así como la generación de nuevas actividades tales como la recuperación y reciclaje de desechos, etc. También supone un factor de modernización del componente comercial de la empresa, y así surgen nuevos elementos de política comercial como la “etiqueta ecológica”.

Por lo anterior, cabe concluir que, el medio ambiente se convierte en un factor estratégico para la empresa, además de ser una obligación legal como respuesta a la demanda social creciente.

Paralelamente a los sistemas de calidad, también se habla de sistemas de gestión medioambiental, de acuerdo a las serie de normas ISO14000, análogas a las normas ISO9000:1994. Se trata de una serie de normas también de carácter voluntario, y establecen los requisitos para que el Sistema de Gestión Medioambiental permita detectar los aspectos ambientales de su actividad, evaluar los posibles impactos de esos aspectos, establecer la sistemática a seguir para cumplir con una política medioambiental y unos objetivos previamente definidos y establecer la sistemática a seguir para cumplir la legislación vigente.

En el cuadro siguiente se muestra la serie completa de las normas ISO14000, clasificadas en sus distintos ámbitos.



El concepto de Sistema de Gestión Medioambiental (SGMA) actualmente vigente aparece recogido en el Rgto. CEE nº 1836/93 (EMAS), prácticamente coincidente con el correspondiente a la norma ISO14001 1996.

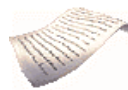
7. Gestión integrada Seguridad-Calidad-Medioambiente.

Es evidente que para las empresas resulta un engorro no fácilmente admisible, tener hasta tres sistemas distintos, para dar cumplimiento a los requisitos de calidad, seguridad y medioambientales. Lo lógico, por el contrario, es la implantación de un único sistema de gestión, que contemple y dé respuesta adecuada a todos los requisitos aplicables de cada una de los tres ámbitos señalados.

La empresa es una y no es lógico triplicar esfuerzos, documentación, recursos, (con el peligro adicional de contradicciones e ineficiencias), etc.

Desde el punto de vista normativo, también es clara la coincidencia redaccional de los distintos requisitos, de forma que aparecen relaciones claras entre las series de normas, correspondientes a los tres ámbitos, como se pone de manifiesto en el cuadro siguiente.

CORRESPONDENCIAS ENTRE ISO 14000, ISO 9000:1994 Y UNE 81900 EX



FAMILIA ISO 9000:1994	FAMILIA ISO 14000	FAMILIA UNE 81900 EX	
ISO 9001/2/3:1994	ISO 14001	UNE 81900 EX	Define requisitos de los sistemas
ISO 9004:1994	ISO 14004	UNE 81905 EX	Guía para la implantación de sistemas
ISO 10011-1/2/3	ISO 14010/1/2	UNE 81901 EX	Realización de auditorías del sistema
ISO 8402	--	UNE 81902 EX	Definiciones de aplicación
--	ISO 14040	--	Herramientas ambientales

Trampy 43

Un análisis detallado del contenido de las tres familias de normas conforma claramente la relación entre las mismas, y muestra de forma inequívoca que la gestión eficiente de la empresa, pasa por la integración de los sistemas.

8.Conclusiones.

Del análisis anterior se desprende que el conocimiento y la experiencia en la sistemática de calidad, debida a la implantación de las normas ISO 9000:1994, es un punto de arranque y consolidación del proceso de integración de los tres sistemas.

Por tanto, aquellas empresas que tengan implantado un sistema de calidad según las normas ISO 9000, tendrán mayor facilidad para la implantación de sistemas de gestión medioambiental y de sistemas de gestión de la seguridad.

Seguridad Laboral

Mario Grau Ríos
Ingeniero industrial,
Profesor asociado de la UNED

Domingo L. Moreno Beltrán
Dr. Ingeniero industrial
Profesor titular de la UPM

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Concepto, objetivos y fundamentos de la Seguridad Laboral	5
2.1 Las condiciones de trabajo	5
2.2 Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	6
2.3 Riesgos de accidente	6
2.4 Riesgos ambientales	7
2.5 Riesgos psicosociales	8
2.6 Prevención de riesgos laborales	8
2.7 Disciplinas básicas	9
2.8 Otras técnicas relacionadas con la prevención	14
2.9 Los principios de prevención	14
2.10 Organización de la prevención	18
2.11 La evaluación de riesgos	22
3. Marco jurídico de la Seguridad Laboral	29
4. La Ley de Prevención de Riesgos Laborales y el Reglamento de los Servicios de Prevención	31
4.1 La Ley de Prevención	31
4.2 El Reglamento de los Servicios de Prevención	35
5. Normativa de prevención de riesgos laborales y otros textos.	38
5.1 Actuaciones de las Administraciones laborales.	39
5.2 Guías, Normas Técnicas y otros textos.	40
6. El contexto de la Unión Europea	41
6.1 Fundamentos de la Política Comunitaria sobre Seguridad y Salud en el Trabajo	41
6.2 La Seguridad y la Salud en el Trabajo en el contexto de la "Dimensión Social" del Mercado Único	43
6.3 Principios generales de la seguridad y salud en el marco de la empresa	51
6.4 La Directiva Marco	52
6.5 Las directivas específicas derivadas de la Directiva Marco	53
6.6 El Tratado de Amsterdam de 1997	54
ANEXO: Normativa española y comunitaria sobre prevención de riesgos laborales	63

1. Introducción

Según el ámbito o la época, en lugar del término *seguridad laboral* se utilizan o se han utilizado diversas denominaciones para un concepto que en realidad es único: las condiciones bajo las que se *trabaja* deben ser *seguras*, es decir, no deben suponer una amenaza o una posibilidad significativa de sufrir un daño de cierta entidad, que pueda incapacitar aunque sea parcial y temporalmente, por parte de los *trabajadores* en relación con *el trabajo*.

Se trata, por lo tanto, de un asunto estrictamente *laboral*, con lo que son los *trabajadores* quienes deben estar suficientemente protegidos para que la posibilidad de sufrir un daño con ocasión del trabajo sea mínima. Puesto que los *trabajadores por cuenta ajena* desempeñan las tareas asignadas por el *empresario* bajo su dirección y en las condiciones de trabajo impuestas por él, es éste quien debe garantizar que tales tareas se lleven a cabo con el menor riesgo de sufrir un daño posible.

El término *seguridad*, aunque responde a un concepto muy amplio, sin embargo unido a la oportuna calificación resulta ser preciso y rotundo, quizás menos ambiguo que otras denominaciones al uso. Así hay quienes prefieren utilizar el término *salud laboral*, refiriéndose al concepto amplio y universal de salud de la Organización Mundial de la Salud OMS, para la que dicha palabra significa no solo ausencia de toda enfermedad, incluidas las lesiones, sino el estado de bienestar físico, psíquico y social, lo que suele llevar a connotaciones casi exclusivamente sanitarias. Con la distinción entre accidentes de trabajo (lesiones y en general daños inmediatos) y enfermedades profesionales (de curso más o menos largo) se *acuñó* el término *seguridad e higiene del trabajo*, refiriéndose tanto a las *técnicas de lucha* contra los accidentes (seguridad) como contra las enfermedades (higiene) como a la *calidad* de unas condiciones de trabajo: Deben mantenerse *seguras e higiénicas*. Así se menciona en la propia Constitución Española de 1978 y así se mantiene la denominación de la principal institución estatal en relación con esta materia: el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, INSHT. Sin embargo existen otras técnicas como la Medicina del Trabajo, la Ergonomía, la Psicología aplicada. En el ámbito de la Unión europea se habla de la *seguridad y salud en el trabajo*, con el mismo significado, aunque quizás hubiera sido más acertado decir *salubridad* en lugar de *salud*. Últimamente, con la aprobación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se optó por tal denominación con una intención esencialmente didáctica: *hay que prevenir* los posibles daños por razón del trabajo.

En todas las denominaciones citadas existe un elemento común: se trata de que *el trabajo* se lleve a cabo de manera *segura*, con la mínima posibilidad de que se produzcan daños significativos. Se *ciñe*, por lo tanto, a la actividad laboral, a la relación laboral, aunque en la realidad ello *atañe* también hoy, con la citada Ley de Prevención, a otras formas de relación de trabajo: las de las personas al servicio de la Administración pública.

Si bien la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo, a través fundamentalmente de la acción preventiva en los centros de trabajo, refleja un estado cultural de fines del siglo XX, no deja de ser una consecuencia más del desarrollo de la humanidad y de su incesante evolución a través de la Historia. Evolución no solo de índole cultural, sino también técnica, científica, sociológica y económica.

Una evolución cuyos comienzos podemos rastrear hasta los albores de la propia humanidad, cuando se atribuían los felices hallazgos y las desgracias a lo mágico, a lo inalcanzable, a lo divino. Los seres humanos estamos inmersos en la Naturaleza viviendo a costa de ella, transformándola, interactuando con ella, intentando dominarla cada vez mejor, aunque muy a menudo a costa de arruinarla, de degradarla, de destruirla. Hasta el

momento actual, caracterizado por la globalidad de las actividades humanas, *la aldea global*, no se ha caído bien en la cuenta que nuestro planeta no es ya una fuente inagotable de bienes ni tiene una capacidad ilimitada de regeneración. Hasta ahora no se había llegado a tener *conciencia* de que la especie humana tiene un papel *activo*, una responsabilidad plena, sobre el estado del planeta y de su futuro. Que por lo tanto hay que prever las posibles consecuencias de nuestras acciones y actuar preventivamente.

Indudablemente el concepto de trabajo, sus características han variado mucho de unas épocas a otras, y ahora mismo sufren una amplia transformación. Aún no están lejos los tiempos y modos de la esclavitud, como tampoco algunas consecuencias de la revolución industrial, y estamos en plena *eclosión* de la multitud de nuevas tecnologías como la cibernética, la informática, las comunicaciones integradas y globales en el seno de un sistema económico mundial que tiende a un mercado unificado.

Sin embargo aún persiste en el entorno del mundo del trabajo, y no solamente en él, una cultura de la *fatalidad*, de lo *inevitable e imprevisible* y, por lo tanto, aparentemente ajeno a nuestra voluntad y nuestro poder. Cuando se habla de que algo ocurre *por accidente*, equivale a decir *por casualidad*, porque se entiende que no es posible preverlo y evitarlo. Y nada más lejos de lo que son los accidentes y enfermedades *causados* por unas inadecuadas condiciones de trabajo.

A lo largo de la historia, los seres humanos han ido aprendiendo a **conocer, primero**, los riesgos y sus características, tanto emanados directamente de la propia Naturaleza, incluido el denominado *Reino Animal*, como de las consecuencias de la propia actividad humana que transforma a la propia Naturaleza, y a **defenderse, después**, de los mismos y sus posibles consecuencias.

En muchas ocasiones, especialmente en lo que se refiere a la *seguridad*, en un sentido más restringido como *lucha contra los accidentes* y sus consecuencias, las guerras han aportado avances al igual que en otros campos de la ciencia y de la técnica. E indudablemente se desarrollaban sistemas *de defensa*, protección, contra las diversas técnicas ofensivas que sucesivamente aparecían. Así surgen los diversos sistemas de *protección*, tanto individual, por ejemplo el casco, como colectiva, *barreras*, que en tiempos de paz se incorporan a la vida cotidiana con fines igualmente de *protección*, pero con relación a otros riesgos: los de accidente.

En cuanto a la pérdida o alteración de la salud, por causas no tan visibles o evidentes como las lesiones corporales o físicas, es decir, lo que se conoce en un sentido más o menos amplio como enfermedad, aun hoy la correlación *causa-efecto* no suele plantearse siquiera, si bien el estado actual de la ciencia es tal, que a pesar de descubrirse nuevas *patologías*, al menos se conocen en la inmensa mayoría de las conocidas sus causas, *etiología*. Aquí es aún más patente la consideración *casual*, fatalista, de la adquisición de una enfermedad, a pesar de los indudables avances en las técnicas preventivas y de promoción de la salud.

En el ámbito de la actividad laboral, ya en la antigüedad se conocía que en determinados trabajos existía una relación entre su naturaleza y la aparición de ciertas enfermedades características de los mismos. Hipócrates, en el siglo IV a.C., describió la enfermedad que aquejaba a quienes trabajaban en la extracción de mineral de plomo, el saturnismo. En el siglo XVI, Paracelso trató en varios de sus escritos las enfermedades que sufrían los mineros y los trabajadores de las fundiciones. Sin embargo hasta el siglo XVII, con el médico italiano Bernardino Ramazzini, no se comienza a tratar como una *ciencia nueva* la Medicina del Trabajo, aunque no es sino al principio del siglo XX, con el desarrollo de las legislaciones de protección de los obreros, (la primera Ley en el mundo data de 1802) cuando aparece las técnicas *sistematizadas* de protección -primero- y de prevención -

después- como la seguridad del trabajo, la propia medicina (preventiva) del trabajo, la higiene industrial y la psicología aplicada al trabajo.

La interacción entre el trabajo, incluido *el ambiente de trabajo*, o lo que se conoce en el sentido más amplio como *condiciones de trabajo*, y la persona contemplado en su conjunto, con objeto de adecuar las primeras a la segundas, tiene sus raíces en el Renacimiento con los estudios de Leonardo da Vinci sobre las dimensiones del cuerpo humano y las posturas y los análisis de Durer sobre los movimientos y las proporciones. Ya en el presente siglo, los arquitectos (Le Corbusier) y más tarde los ingenieros diseñadores, se han preocupado de que sus obras se adapten a una óptima funcionalidad con relación a las características de sus usuarios y los fines que estos persiguen. Lo que ha supuesto la aparición hacia los años 50 de la **ergonomía** como disciplina global e integradora de todos los aspectos del entorno de trabajo.

En el ámbito del Derecho, paralelamente a los avances de la *revolución industrial* en el siglo XIX fueron apareciendo las primeras leyes de protección de los trabajadores. En 1890 tiene lugar en Berlín una Conferencia internacional sobre el trabajo en las fábricas y en las minas, tras la que comienza a configurarse la necesidad de una intervención de la Administración pública para controlar la aplicación de la legislación sobre las limitaciones de ciertos trabajos con fines proteccionistas, en especial hacia las mujeres y los menores. En 1919 se crea la Organización Internacional del Trabajo OIT, adoptándose desde ese mismo año diversos Convenios y Recomendaciones en materia de seguridad y salud en el trabajo junto con otras materias de índole laboral.

Hoy, en el seno de la Unión Europea, la legislación sobre seguridad y salud en el trabajo es objeto de armonización constituyendo un cuerpo normativo bastante completo de disposiciones mínimas. Todos los Estados modernos, en mayor o menor medida conforme a su grado de desarrollo y organización social, poseen actualmente una legislación y los medios adecuados para desarrollar una política eficaz sobre la seguridad y salud en el trabajo.

En España, se desarrolla la Medicina del Trabajo y la Higiene Industrial a mediados del siglo XIX. En 1900 se aprueba la Ley de Accidentes de Trabajo conocida como *Ley Dato*, que tradicionalmente se toma como el inicio del desarrollo en España del Derecho de Seguridad e Higiene en el Trabajo y de la Seguridad Social. En ella se declara que *el Patrono es responsable de los accidentes de trabajo* centrándose en los *riesgos profesionales*, que podían ser objeto de aseguramiento voluntario. En 1932 se adopta una Ley que establece con carácter general el seguro obligatorio de accidentes de trabajo. En 1940 se aprueba el Reglamento General de Higiene en el Trabajo que será derogado por la prácticamente caducada Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 1971. En esta época se aprueba el Plan Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, que más adelante daría lugar al hoy Instituto Nacional del mismo nombre. Antes, en 1956 se crean los Servicios Médicos de Empresa.

La Constitución Española de 1978 señala como uno de los principios rectores de la política social y económica, *velar por la seguridad e higiene en el trabajo*. El Estatuto de los Trabajadores contempla el derecho de los trabajadores a una protección eficaz en materia de seguridad e higiene estableciendo el correlativo deber del empresario.

El momento actual se caracteriza por el inicio de una nueva etapa con la entrada en vigor en febrero de 1996 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales. Entre las novedades que aporta esta Ley conviene destacar:

- La orientación hacia la *acción preventiva en la empresa* como esencial para garantizar el empresario el nivel de protección eficaz en cuanto a la seguridad y la salud de los

trabajadores a su servicio. Se persigue una *cultura de la prevención* a todos los niveles de la población.

- Una eficacia suficiente de la actividad preventiva implica la observación de los principios de prevención y el desarrollo de acciones concretas de información, formación, consulta y participación de los trabajadores.

- El principal protagonismo corresponde al empresario con la participación de los trabajadores que deben cooperar todo lo necesario. La Administración velará por que la mejora progresiva de las condiciones de trabajo sea una realidad, prestando el apoyo y asesoramiento necesario, además de ejercer la vigilancia y control del cumplimiento de la normativa y, en su caso, la potestad sancionadora.

- La integración de la prevención en el proceso productivo y en la organización de la empresa, con el recurso a servicios de prevención, de carácter interdisciplinar.

En el momento presente se ha llegado a la culminación del desarrollo normativo de la Ley, con la constitución de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, compuesta por representantes de la Administración General del Estado y de las Comunidades Autónomas, de las organizaciones empresariales y sindicales más representativas, el Reglamento de los Servicios de Prevención y los Reglamentos específicos que incorporan la legislación comunitaria de la Unión Europea al derecho nacional de España.

2. Concepto, Objetivos y Fundamentos de la Seguridad Laboral

Como en toda disciplina, antes de adentrarse en ella, conviene precisar desde el principio los principales conceptos y términos que se utilizan, con el *lógico* objetivo de conseguir el mejor entendimiento posible. No obstante, es necesario advertir que los conceptos y términos que a continuación se intentan definir y describir, en muchas ocasiones pueden estar utilizados bien bajo otra denominación, como también ocurre a veces que el término aquí empleado tenga otro significado en otro contexto o medio. La imposibilidad de encontrar una terminología tan precisa como en el campo de las ciencias matemáticas, la medicina o el derecho, por ejemplo, alcanzadas por su sólida, larga y, consecuentemente, general implantación, no deja más solución que escoger unas referencias avaladas por instancias de mayor autoridad y aguardar que el análisis y la propia experiencia aporten la *seguridad* en el entendimiento necesario de toda actividad.

2.1 Las condiciones de trabajo

En el ámbito de la seguridad laboral, la referencia a *las condiciones de trabajo* se efectúa con la consideración de que el empresario debe controlar tales *condiciones* para que no supongan una amenaza para la seguridad y la salud del trabajador y, al mismo tiempo, se alcance *una calidad de trabajo*.

En este sentido, se trata de aquellas características del trabajo que pueden influir *significativamente* en la generación de riesgos laborales. Se incluye en ellas:

- Condiciones *de seguridad*:
 - ? Características generales de los locales (espacios, pasillos, suelos, escaleras, etc.)
 - ? Instalaciones (eléctrica, de gases, de vapor, etc.)
 - ? Equipos de trabajo (máquinas, herramientas, aparatos a presión, de elevación, de manutención, etc.)
 - ? Almacenamiento y manipulación de cargas u otros objetos, de materiales y de productos.
 - ? Existencia o utilización de materiales o productos inflamables.
 - ? Existencia o utilización de productos químicos peligrosos en general.

- Condiciones ambientales:
 - ? Exposición a agentes físicos (ruido, vibraciones, radiaciones ionizantes, radiación ultravioleta, radiación infrarroja, microondas, ondas de radio, láser, campos electromagnéticos...)
 - ? Exposición a agentes químicos y ventilación industrial.
 - ? Exposición a agentes biológicos.
 - ? Calor y frío.
 - ? Climatización y ventilación general. Calidad del aire.
 - ? Iluminación.

- Carga de trabajo: física y mental.

- Organización y ordenación del trabajo (monotonía, repetitividad, posibilidad de iniciativa, aislamiento, participación, turnicidad, descansos...).

En la medida en que estas condiciones de trabajo puedan ser origen de *daños para la salud*, incluidas las lesiones (es decir, accidentes, *patologías* o enfermedades), o influyan significativamente en la magnitud de los riesgos, se las suele denominar **factores de**

riesgo o también *peligros, situaciones, actividades, condiciones, peligrosas*, o como dice la Ley de Prevención: *procesos, actividades, operaciones, equipos o productos potencialmente peligrosos*.

2.2 Riesgos laborales y daños derivados del trabajo

En el contexto de la seguridad y salud en el trabajo, se define **riesgo laboral** como la *posibilidad* de que un trabajador sufra un determinado *daño* derivado del trabajo. Se completa esta definición señalando que para **calificar un riesgo**, según su *gravedad*, se valorará conjuntamente la *probabilidad* de que se produzca el daño y su *severidad* o magnitud.

Se consideran **daños derivados del trabajo** a las enfermedades, patologías o lesiones producidas con motivo u ocasión del trabajo. Se trata de lo que en términos más comunes o tradicionalmente se habla como enfermedades o patologías laborales o accidentes laborales, aunque con un sentido más amplio y menos estricto. Es decir, cualquier alteración de la salud, incluidas las posibles lesiones, *debidas al trabajo* realizado bajo unas determinadas condiciones.

La **salud** es un término que todo el mundo asocia al estado o condiciones en que se encuentra el organismo de la persona con relación a su capacidad o ejercicio de las funciones que le corresponden *normalmente*. Cuando se utiliza este término como ese estado o condiciones cuando permiten el desarrollo pleno, *normal*, de las funciones o potencialidades del organismo, se habla de la salud plena, de la *buena salud*, se piensa en la ausencia de enfermedades. Sin embargo, para entendernos hace falta una referencia o fijar qué se entiende por *normalidad*. Quizás sirva la definición de la OMS: *La salud no es una mera ausencia de afecciones y enfermedad, sino el estado de plena satisfacción física, psíquica y social*.

2.3 Riesgos de accidente

Comúnmente se habla de **riesgo de accidente**, por ejemplo, de caída de altura, de atrapamiento, de explosión, etc., que *puede* ser desencadenado por la existencia de uno o, en general, varios *factores de riesgo*. De la probabilidad de que se produzca el accidente, en este caso, y los daños que pueden derivarse como consecuencia de que ocurra, se evalúa el riesgo, pudiendo calificarlo desde el punto de vista de su gravedad.

Hay que tener en cuenta de que se conjugan dos *variables de probabilidad*. Una es la probabilidad de que se produzca el accidente, y otra la probabilidad de que ocurrido el accidente éste dé lugar a mayores o menores daños.

Habrán, por ejemplo, una probabilidad de desprendimiento de objetos desde una cierta altura y una probabilidad de que lleguen a producir lesiones graves. Tanto una posibilidad remota de que se desprenda un objeto, aunque sea pesado y desde una altura apreciable, aunque si llegara a producirse sería muy probable que ocasionara graves lesiones, como la muy probable caída de un pequeño objeto elástico desde una baja altura que sería improbable que produjera lesión alguna, podrían, ambos riesgos, calificarse como leves o irrelevantes.

2.4 Riesgos ambientales

Existe otra *clase* de riesgos además de los de accidente. Se suelen denominar **riesgos ambientales** o riesgos de sufrir una alteración de la salud (enfermedad o patología). Pueden ser desencadenados por uno o varios factores de riesgo ambientales, (agentes químicos o físicos, por ejemplo) o de organización del trabajo.

En el caso de los factores de riesgo ambientales, la probabilidad de que se produzca el daño viene representada por la *dosis* del agente *contaminante* recibida por el organismo. Esta *dosis* puede medirse como energía *recibida* por unidad de tiempo, si se trata de un agente físico, o como cantidad de sustancia que penetra en el organismo por unidad de tiempo, si se trata de un agente químico.

Si se trata de agentes físicos hay que considerar el área, zona u órgano del cuerpo afectado o que pueda verse afectado por la exposición a según qué tipo de agente y tener en cuenta además determinadas características propias del mismo de agente. Así por ejemplo, para una radiación ionizante es muy diferente si se expone el ojo o una parte de la piel, o todo el cuerpo, o si se trata de una sustancia emisora que ha penetrado en el interior del organismo.

En la exposición a agentes químicos hay que considerar las vías de penetración en el organismo. Con ocasión del trabajo, la *vía* más *común* es la respiratoria, aunque existen muchos casos en los que el agente se absorbe, además, a través de la piel. Cualquier otra vía, oral, parenteral, resulta altamente improbable con relación al trabajo.

La severidad del daño que *puede* producirse por exposición a los agentes químicos ambientales, se suele determinar mediante el porcentaje de casos que se presentan para una dosis determinada y se denomina *respuesta*. La relación entre ambos parámetros se denomina *relación dosis-respuesta* y es de difícil obtención. En la práctica común para evaluar un riesgo ambiental se mide el nivel promediado en el tiempo de la presencia del contaminante en el puesto de trabajo (intensidad o concentración media, según se trate de un agente físico o químico) y se compara con los valores límite (intensidades o concentraciones promediadas) de referencia. Para ciertos agentes físicos, como el ruido o las radiaciones ionizantes es relativamente sencillo medir la dosis recibida, por lo que los valores límite se suelen dar en términos de dosis.

Llegados a este punto, en relación con los riesgos ambientales, es decir, *debidos* a agentes ambientales, conviene distinguir dos clases de efectos: los inmediatos y los diferidos en el tiempo.

Con la denominación *efectos inmediatos*, se quiere expresar que el daño se produce *nada más* se desencadena el suceso que lo causa, pudiendo evolucionar a partir de esta *acción* de una manera continuada tanto a un agravamiento como a una mejoría. Este es el caso, por ejemplo, de un accidente de caída de altura con resultado de lesiones. Pero también la exposición a un ruido de impacto (un disparo) con resultado de perforación del tímpano, o la salpicadura de un líquido corrosivo sobre la piel con resultado de una *quemadura química* (destrucción de los tejidos). A esta *posibilidad* se refieren los *riesgos de accidente*, mencionados en el epígrafe anterior, pudiendo intervenir también los agentes físicos y químicos mencionados en éste, cuando actúan produciendo efectos de carácter inmediato, como los de los ejemplos, efectos éstos denominados **efectos agudos**.

Sin embargo, los daños o efectos a los que se refieren los riesgos ambientales son *diferidos* en el tiempo. Es decir, que la exposición continuada o repetida a unos determinados niveles o dosis de uno o más agentes ambientales, supone la posibilidad de sufrir al cabo de un cierto tiempo una alteración de la salud. En este sentido, una pérdida

de la capacidad auditiva por exposición a altos niveles de ruido durante un prolongado espacio de tiempo o un cáncer por haber estado expuesto a un agente cancerígeno años atrás (mesotelioma y exposición por vía respiratoria a fibras de amianto, hasta treinta años o más). Tales efectos, que pueden manifestarse tiempo después, meses y hasta muchos años, se denominan **efectos crónicos** y son característicos de los riesgos ambientales. Aunque no exclusivos de ellos, puesto que existen patologías debidas a otras causas como las malas posturas o los movimientos no adecuados y repetidos, (métodos y organización de la tarea inadecuados, mal diseño y adaptación defectuosa del puesto de trabajo a la persona) que pueden dar lugar con el tiempo a patologías en músculos y huesos.

Caso aparte, aún más complicado por su especial índole, son los riesgos ambientales en los que están implicados agentes biológicos. En general, tanto estos últimos como los demás riesgos ambientales, por la dificultad de advertir sus efectos y relacionarlos con sus causas, que incluso pueden haber desaparecido cuando se ponen de manifiesto los primeros signos que los delatan, por la complejidad y gran diversidad de tales riesgos así como por las técnicas de identificación y evaluación, necesitan de una reglamentación técnica y metodología específica, y de profesionales especializados para su tratamiento.

2.5 Riesgos psicosociales

En cuanto a los factores de riesgo relacionados con la ordenación del trabajo se puede hablar de riesgos psicosociales. La dificultad de su evaluación estriba en que las posibles alteraciones de la salud suelen ser inespecíficas siendo también muy difícil discernir en qué medida se deben a factores de riesgo laborales y a factores extralaborales. Lo cual no quiere decir que carezcan de importancia o que no se deban tomar medidas preventivas. Es más, estos problemas que surgen de la organización del trabajo, pueden ser determinantes en la productividad y en la calidad final del producto o servicio que se ofrece, por lo que la adopción de medidas para su detección y de las soluciones idóneas debe ser prioritario en la gestión de la empresa.

2.6 Prevención de riesgos laborales

Por otra parte, conviene precisar qué se entiende por **prevención de riesgos laborales**. Se trata del conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas, en todas las fases de actividad de la empresa (incluida la concepción, diseño y proyecto de procesos, lugares de trabajo, instalaciones, dispositivos, procedimientos, etc.) dirigidas a evitar o minimizar los riesgos, en este caso, *laborales o derivados del trabajo*.

La Organización Mundial de la Salud OMS distingue tres niveles:

* **Prevención primaria**, dirigida a evitar los riesgos o la aparición de los daños (materialización de los riesgos) mediante el control eficaz de los riesgos que no pueden evitarse. Esta *prevención*, obviamente es la más eficaz, incluso, atendiendo a lo expuesto con anterioridad, es la más eficiente. A su vez puede implicar distintos tipos de acciones, que se describen a continuación por orden decreciente de eficacia:

- **Prevención en el diseño**. Absolutamente lo más eficaz. A la hora de la concepción y diseño de instalaciones, equipos, herramientas, centros y puestos de trabajo, procesos, métodos, organización del trabajo, etc. hay que tener en cuenta los principios de prevención, y en primer término, tratar de *evitar los riesgos*.

- *Prevención en el origen.* Se trata de evitar la aparición de riesgos como resultado de defectos en la fabricación, construcción, implantación e instalación, referido tanto a equipos, procesos, etc., como procedimientos, capacitación, etc., y, en los casos de riesgos inevitables, combatirlos en el origen o foco, mediante técnicas o medidas adecuadas, por ejemplo, mediante el aislamiento o enclaustramiento.
- *Prevención en el medio de transmisión.* Se trata de evitar la exposición al riesgo por interposición de barreras entre el origen y las personas, actuando sobre el medio mismo absorbiendo o anulando el agente o situación de riesgo, e incluso, actuando sobre la misma organización del trabajo, por ejemplo, mediante el alejamiento o sistemas de alarma.
- *Prevención sobre la propia persona.* Mediante la utilización de medios de protección individual, la educación, la información, la formación, la vigilancia de la salud, la vacunación, la disminución del tiempo de exposición, etc.

* *Prevención **secundaria**.* Cuando ha comenzado el proceso de alteración de la salud, aunque no se manifieste de una manera clara; en general puede tratarse de una fase inicial, subclínica, muchas veces reversible. Las actuaciones preventivas en estos casos son principalmente la adecuada vigilancia de la salud para un diagnóstico precoz y un tratamiento eficaz.

* *Prevención **terciaria**.* Hay que aplicarla cuando, existe una alteración patológica de la salud o durante la *convalecencia* de la enfermedad o posteriormente a la misma. Se trata de prevenir la reincidencia o las recaídas, o las posibles "*complicaciones*" o secuelas, mediante el adecuado tratamiento y rehabilitación, como principales medidas.

2.7 Disciplinas básicas

Las actuaciones en materia de prevención de riesgos laborales están *marcadas* por su carácter *interdisciplinario*, y multidisciplinario, y su necesaria *integración* en todas las fases del proceso productivo y en la organización de la empresa. En este sentido, cualquiera que sea el nivel y especialidad de quienes *despliegan una actividad* en ella, deben tener una formación suficiente y adecuada con el objeto de asumir satisfactoriamente y con garantía la prevención en su ámbito de actuación y responsabilidad.

No obstante, actualmente se reconocen cinco *disciplinas básicas* en materia de prevención de riesgos laborales. Una de ellas tiene ya un reconocimiento de *especialidad* con plena validez *académica* en varios Estados miembros de la Unión Europea, entre ellos España. Se trata de la *Medicina del Trabajo*. Las otras aún no han alcanzado este *estatus*, pero se reconocen como tales disciplinas básicas en el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Previamente hay que tener en cuenta que se puede actuar para prevenir los riesgos laborales a cuatro niveles:

- 1) En la *concepción y el diseño*. Aquí es necesario que los profesionales tengan *asumida la filosofía preventiva*, junto con los conocimientos preventivos necesarios en su formación académica y de especialización. Se trata de **evitar el riesgo**, o en todo caso **minimizarlo**.
- 2) *Sobre el origen del riesgo*, con objeto de **eliminar el riesgo** o, en su caso, **reducirlo** todo lo posible.

3) *Sobre el medio ambiente de trabajo o medio de transmisión del riesgo*, con objeto de **controlar el riesgo**.

4) *Sobre la propia persona*, con objeto de **protegerla** mediante *equipos de protección individual* contra los riesgos existentes, de **promover y vigilar su salud** y de **educarla y formarla** adecuadamente. Cabría añadir las instrucciones e información dirigidas individualmente, así como actuaciones de carácter organizativo (cambio de tarea o método, rotación de puestos, etc.).

2.7.1 Seguridad en el Trabajo

La *Seguridad en el Trabajo* consiste en un conjunto de técnicas y procedimientos que tienen por objeto evitar y, en su caso, eliminar o minimizar los riesgos que pueden conducir a la materialización de accidentes con ocasión del trabajo, (lesiones, incluidos los efectos agudos producidos por agentes o productos potencialmente peligrosos).

Es necesario poseer conocimientos de diversa índole, como ingeniería, gestión empresarial, economía, derecho, estadística, psicología, pedagogía, etc.

Se persiguen esencialmente dos tipos de objetivos:

- Evaluación de los riesgos (incluida su identificación) e investigación de accidentes
- Corrección y control de los riesgos (incluida su eliminación), en consecuencia.

Consecuentemente, las técnicas de seguridad se clasifican en *analíticas* y *operativas*.

Según el campo de actuación se cuenta con *técnicas generales* de seguridad, como la organización, economía, estadística, señalización, etc., y con *técnicas específicas*, como seguridad química, seguridad eléctrica, prevención y lucha contra incendios, seguridad de las máquinas, etc. o por sectores de actividad, como seguridad en la construcción, seguridad minera, seguridad en la agricultura, seguridad en el transporte, etc.

Cuando se habla de *seguridad industrial*, se amplía el concepto al integrar en los objetivos de prevención y protección a toda *persona* que pudiera verse afectada por la actividad industrial, tanto en lo que respecta a su integridad física y su salud, como a la integridad de sus bienes, y al medio ambiente.

2.7.2 Higiene Industrial

La aparición de alteraciones *patológicas* de la salud viene determinada por un conjunto de factores:

- 1) La **naturaleza** y **estado físico** de los agentes químicos y el **tipo** y, en su caso, **frecuencia**, de los agentes físicos, así como la naturaleza de los agentes biológicos presentes bajo determinadas condiciones.
- 2) La **concentración** del agente químico presente en el ambiente o la **intensidad** referida al agente físico al que está expuesto el trabajador. Para evaluar el riesgo de exposición se suelen utilizar valores límite de referencia.
- 3) El **tiempo de exposición** al agente en el medio ambiente de trabajo. Los valores límite se suelen referir a un tiempo *normalizado*, como la jornada de trabajo de 8

horas diarias o 40 horas semanales. La consideración conjunta de la concentración o intensidad, según el caso, y el tiempo de exposición da lugar al concepto de **dosis**.

- 4) Las características individuales de cada persona y en particular, determinadas **susceptibilidades** especiales ante algún agente que pudiera existir. Los valores de referencia se establecen con relación a una población *normal* o normalizada, por lo que habrá que determinar si una persona se puede considerar incluida en ese colectivo o no para cada agente al que pudiera estar expuesta.
- 5) La existencia de otros agentes o factores que puedan potenciar o rebajar los posibles efectos de la exposición. Por ejemplo, la temperatura, la presencia de agentes cuyos efectos son aditivos, sinergias como las debidas al humo procedente de fumar tabaco, etc.

La Higiene Industrial, como técnica no médica de prevención de los riesgos laborales relativos a la posibilidad de sufrir alteraciones de la salud por una exposición a agentes físicos, químicos y biológicos, actúa con carácter esencialmente preventivo por procedimientos técnicos mediante, en general, la siguiente secuencia:

- 1) **Identificación** de los diferentes agentes de riesgo.
- 2) **Medición**, en el caso que sea necesario, de la exposición al agente (concentración/intensidad y tiempo de exposición) y aportación de datos complementarios que se precisen.
- 3) **Valoración del riesgo de exposición**, comparando las dosis de exposición con los valores de referencia según los criterios establecidos.
- 4) **Corrección** de la situación, si ha lugar.
- 5) **Controles periódicos** de la eficacia de las medidas preventivas adoptadas y de la exposición y vigilancia periódica de la salud.

2.7.3 Medicina del Trabajo

Si la Medicina se basa en el conocimiento de las funciones, y del *funcionamiento* del organismo humano y de su *interacción* con el medio en que vive y desarrolla su actividad, para alcanzar los objetivos de promoción de la salud, curación de las enfermedades y rehabilitación, la Medicina del Trabajo se *especializa* en la *interacción* con un medio particular, el del trabajo, sin dejar de considerar la misma salud como *un todo*, indivisible, y que el medio *no laboral* interactúa a su vez con el medio *laboral*.

El *trabajo* influye sobre la salud, pero puede hacerlo tanto en sentido positivo como negativo. Lo óptimo consiste en favorecer el primer aspecto y anular o, al menos, rebajar el segundo.

En este empeño se ha de centrar las diferentes técnicas de *promoción de la salud*, y no sólo las *sanitarias* como la *Medicina del Trabajo*. Todas las técnicas preventivas, junto con ésta, la seguridad en el trabajo, la higiene industrial, la psicología laboral, además de controlar los riesgos, persiguiendo su eliminación, o al menos, su minimización, fomentan directa o indirectamente el aspecto positivo de la influencia del trabajo. Objetivo que se hace quizás más patente con la *ergonomía*.

Las *técnicas preventivas* que utiliza la Medicina del Trabajo son fundamentalmente las siguientes:

- *Epidemiología*, mediante la que se investiga sobre una población o grupo de personas la distribución y frecuencia de *signos* y, en general, alteraciones o anomalías en su estado de salud, con objeto de conocer sus posibles causas y los distintos factores que intervienen en su evolución, para que finalmente puedan prevenirse los riesgos correspondientes.
- *Vigilancia de la salud*, con objeto de:
 - Conocer el estado de salud individual y colectivo en relación a los riesgos a los que están expuestos.
 - Indagar la existencia de una posible especial susceptibilidad o sensibilidad individual.
 - Verificar si existe algún *factor* o condición individual y su alcance, tanto temporal o permanente, que pudiera representar un riesgo o agravamiento de los existentes para esa persona y para su entorno.
 - Detectar precozmente alteraciones de la salud.
 - Actuar en consecuencia y participar interdisciplinariamente en la actividad preventiva.
- *Educación sanitaria*, como otro medio muy valioso para la promoción de la salud, con el fin de que, conjuntamente (interdisciplinariamente) con otros profesionales, se alcancen cambios *positivos* al nivel individual y colectivo, modificando hábitos y conductas negativos y fomentando la participación en programas preventivos y, en general, de promoción de la salud.
- Otros aspectos, como el reforzamiento individual, con objeto de hacerle *más resistente* a posibles alteraciones de la salud, mediante vacunaciones y realización de ejercicios físicos por ejemplo y actuaciones en caso de situaciones de urgencia.

Aunque no tienen el reconocimiento de *especialidad académica*, no obstante es necesario mencionar aquí, por su valioso papel, a los Diplomados Universitarios en Enfermería de Empresa.

2.7.4 Psicología del trabajo

Al hablar de los riesgos laborales se realizó la distinción de los denominados *riesgos psicosociales*. También se ha tratado de la importancia de los hábitos, costumbres y actitudes de las personas en relación con el trabajo, e incluso de una *cultura de la prevención*. La especialización en el campo laboral de la *Psicología* y de la *Sociología* se debe a la necesidad de actuar respecto a tales cuestiones desde la perspectiva de estas ciencias, con el objeto de evaluar los riesgos y analizar determinadas situaciones de comportamiento social y de la *psique*, para, a partir de estas aportaciones, actuar convenientemente en la mejora de las *condiciones psicosociales* del trabajo.

Temas esenciales de esta disciplina son, por un lado, el denominado *estrés* en cualquiera de sus variantes o manifestaciones y la *insatisfacción*, y por otro, las cuestiones relativas a

la organización de la empresa, los factores de la tarea, la dirección y el mando y la conducta individual.

Si en la definición de salud se distinguen tres *campos*: el físico, el psíquico o mental y el social, ocurre que mientras las tres disciplinas anteriores se dedican en muy gran medida al primer aspecto, la Psicología del Trabajo interviene con más intensidad en los dos últimos aspectos, sin menoscabo de la propia Medicina del Trabajo, con la que tiene estrecha relación para el desarrollo de actuaciones en estos ámbitos, el psíquico y el social.

2.7.5 Ergonomía

Si bien las anteriores cuatro disciplinas se dirigen a las condiciones de trabajo en función, principalmente, de sus aspectos *negativos*, la *Ergonomía*, también denominada *ciencia del bienestar y del confort*, no solo persigue la mejora de las mismas, a fin de eliminar o rebajar sus efectos negativos sobre los tres *campos* de la salud, físico, psíquico y social, sino que tiende a un concepto más amplio de la salud y de las condiciones de trabajo, para lo que, además, pretende la mejora de cualquier aspecto que incida en el equilibrio de la persona, considerada conjuntamente con su entorno.

Esta ciencia, relativamente reciente, ha sido definida de manera muy diversa. El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo la define como *el conjunto de técnicas cuyo objetivo es la adecuación entre el trabajo y la persona*. De inmediato surgen dos características: su multidisciplinariedad y su actuación global.

Los principales objetivos de la Ergonomía son:

- Seleccionar las técnicas más adecuadas a las personas disponibles.
- Controlar el entorno o medio ambiente de trabajo.
- Evaluar los riesgos de fatiga física y mental.
- Definir los objetivos de formación en relación a las características de puestos de trabajo y personas.
- Optimizar la interrelación entre técnicas utilizadas y personas.
- Favorecer el interés de los trabajadores por la tarea y el proceso productivo así como por el ambiente de trabajo.

Existen diversas orientaciones o enfoques de la Ergonomía. Entre ellas cabe distinguir:

- La *Ergonomía del puesto de trabajo*, con objeto de adaptar las dimensiones, esfuerzos y movimientos, fundamentalmente, a las características individuales de la persona que lo desempeña.
- La *Ergonomía de los sistemas*, que amplía el enfoque anterior al considerar, además, tanto los aspectos *físicos* del entorno del puesto de trabajo (iluminación, microclima, ambiente acústico,...) como los *organizativos* (ritmos de trabajo, pausas, horarios,...).
- Un paso más, consiste en la consideración de la *Ergonomía* de un modo totalizador, dirigida al desarrollo integral de la persona, teniendo en cuenta a los trabajadores no solo como sujetos pasivos sino también activos, fomentando su participación en la mejora de las condiciones de trabajo, con mayor interés, creatividad,... y, por lo tanto, mayor satisfacción personal. (Y con ello mayor productividad y mejor calidad en los resultados del proceso productivo).

Desde este último punto de vista, tan amplio y globalizador, puede considerarse *integradas* en la *Ergonomía* las cuatro grandes disciplinas de carácter general contempladas con anterioridad: Medicina del Trabajo, Seguridad en el Trabajo, Higiene Industrial y Psicología del Trabajo.

2.8 Otras técnicas relacionadas con la prevención

Después de todo lo expuesto en este capítulo, se puede afirmar sin margen a error o exageración, que cualquier ciencia o técnica puede tener cabida en la actividad preventiva a desarrollar en la empresa.

Una cuestión importante, en cuanto a la propia *relación de trabajo*, son las obligaciones de empresarios, directivos y trabajadores en materia de prevención de riesgos laborales, las responsabilidades consecuentes y la garantía del derecho de los trabajadores a una protección eficaz de su seguridad y salud en todos los aspectos relacionados con el trabajo. Esta materia corresponde al Derecho del Trabajo y, en particular, a una *rama* cada vez más extensa y con mayor relevancia: el *Derecho de la Seguridad y Salud en el Trabajo*, además de la cuestiones relacionadas con ésta, también de especial importancia, del *Derecho de Seguridad Social*.

La *Pedagogía*, y especialmente las técnicas de formación de adultos, la Toxicología, la Fisiología, la Estadística, la Economía, la Ecología, las técnicas de Gestión empresarial, las técnicas de Recursos Humanos, las técnicas de Comunicación, Ingeniería, Arquitectura, Física, Química, Biología,... todas aportan conocimientos y *herramientas* que perfectamente pueden considerarse como *técnicas preventivas específicas*.

2.9 Los principios de prevención

2.9.1 Necesidad de la actividad preventiva en la empresa

La normativa europea obliga al empresario a realizar *la prevención* de riesgos laborales mediante la adopción de *cuantas medidas sean necesarias* con el fin de *garantizar una protección eficaz* de la seguridad y la salud de los trabajadores a su *servicio en todos los aspectos* relacionados con el trabajo.

Esta *obligación*, manifestada de esta manera tan absoluta, es una consecuencia del *poder de dirección* del empresario, que asigna determinadas tareas y funciones, en unas condiciones de trabajo fijadas por él. Estas condiciones de trabajo deben ser tales que no supongan una amenaza para la salud y para la integridad física de los trabajadores. En suma: no deben *provocar ni favorecer* la aparición de accidentes y enfermedades o patologías.

Como tampoco deben ser estas condiciones de trabajo las que perturben la buena marcha del sistema productivo y sean fuente de errores, pérdidas, retrasos, defectos, etc., que correspondan a una mala gestión de la empresa, traducida finalmente en una baja productividad y una calidad defectuosa del producto o servicio que se ofrece.

En un mercado tan marcadamente competitivo actualmente, como el *Mercado Único Europeo*, abierto al mercado global mundial, los objetivos de calidad son imprescindibles para la supervivencia y desarrollo de las empresas. Para alcanzar la calidad del producto o servicio que se ofrece al final del proceso productivo, se debe mantener una coherencia

entre todas las funciones que se ejercen en la organización de la empresa, con unos objetivos de calidad en todas las fases del sistema productivo: En la misma fase inicial de concepción y diseño, la adquisición de equipos y materiales y materias primas *de calidad adecuada*, la implantación (y el *buen* mantenimiento y control) de las instalaciones y equipos, con una calidad en la gestión de la empresa, en el proceso productivo y en el producto final, incluida su puesta en el mercado. Desde esta *perspectiva* se comprende que debe estar incluida la *calidad* de las condiciones de trabajo para los objetivos de *calidad total*.

Siguiendo el dicho *la cadena se rompe por el eslabón más débil*, en el concepto de *calidad total* se excluye cualquier "*dejadez*" en ningún aspecto del sistema productivo. Es obvio la necesidad de aplicar el mismo rigor en todos los ámbitos si no se quiere exponer al fracaso la estrategia de calidad que se pretende establecer.

Es crucial, pues, partir del convencimiento de la *necesidad* de diseñar, mantener y controlar unas *buenas (de calidad)* condiciones de trabajo. Se impone, además un clima de mutua confianza y colaboración con los trabajadores. De aquí el valor de unos cauces de comunicación y participación. En definitiva, la gestión de la prevención de los riesgos laborales debe estar integrada en la gestión global de la empresa, con la determinación de unos objetivos formando parte de los objetivos de calidad, planificando y organizando la actividad preventiva en el conjunto del sistema productivo y de la organización de la empresa.

2.9.2 Requisitos para una adecuada política de prevención en la empresa

Sentada la premisa del punto anterior, conviene recordar aquí lo descrito en cuanto a qué se entiende por condiciones de trabajo y por riesgos laborales, para tratar de sintetizar el conjunto de principios sobre los que debe asentarse una adecuada política de prevención en la empresa (Figura 1).

Esta política parte de la premisa de que el empresario es el **primer responsable**, aunque no el único, de la seguridad y salud de los trabajadores a su servicio, en todos los aspectos relacionados con el trabajo, y por lo tanto, está obligado a todo un conjunto de acciones en la empresa que lo garantice. Estas serán esencialmente **preventivas** y deberán responder a una **organización** y **planificación** previas, debiendo **integrarse** en todos sus aspectos productivos y organizativos, interesando a todos los niveles jerárquicos. La acción preventiva no deberá subordinarse a criterios puramente económicos ni será objeto de discriminación alguna y tenderá a la mejora progresiva del medio de trabajo.

LA PREVENCIÓN DE RIESGOS EN EL TRABAJO

- UNIVERSALIDAD
- IGUAL NIVEL DE PROTECCIÓN PARA TODOS
- RESPONSABILIDAD DEL EMPRESARIO
- PRIMACÍA DE LA PREVENCIÓN
- INTEGRACIÓN EN LA ORGANIZACIÓN Y EN LA PRODUCCIÓN
- EVALUACIÓN, PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN
- MEJORA PROGRESIVA
- NO SUBORDINACIÓN A CRITERIOS PURAMENTE ECONÓMICOS
- INFORMACIÓN
- FORMACIÓN
- PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES
- VIGILANCIA DE LA SALUD
- COORDINACIÓN y COOPERACIÓN
- RIESGOS AÑADIDOS POR ESPECIAL *SENSIBILIDAD*
- DERECHOS / OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES
- ACTUACIONES DE LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

Figura 1

En el caso de concurrencia de varias empresas, o en el caso de contratas o subcontratas, es imprescindible la **coordinación y cooperación** de los empresarios en las cuestiones preventivas, sin perjuicio de las obligaciones concretas del empresario principal o del titular del centro de trabajo.

Puntos esenciales de la acción preventiva en la empresa son la **información**, la **formación** y la **participación equilibrada de los trabajadores** en todo lo que atañe a su seguridad y salud en el trabajo.

Los trabajadores deben tener un buen nivel de protección que ha de ser **equivalente** para todos. Para ello habrá de tenerse en cuenta los riesgos "**especiales**" o particulares que determinados trabajadores, en razón de su estado biológico o por ciertas características temporales o permanentes, debiendo tomarse las medidas complementarias necesarias.

La **vigilancia de la salud**, respecto de los posibles efectos a causa de los riesgos a los que puedan estar expuestos los trabajadores con ocasión de su trabajo, se considera como derecho exigible por los mismos y otra de las acciones preventivas esenciales.

Finalmente los trabajadores deben cumplir con sus **obligaciones** de seguridad y salud para consigo mismos y con sus compañeros, de acuerdo con las **instrucciones** recibidas por parte del empresario.

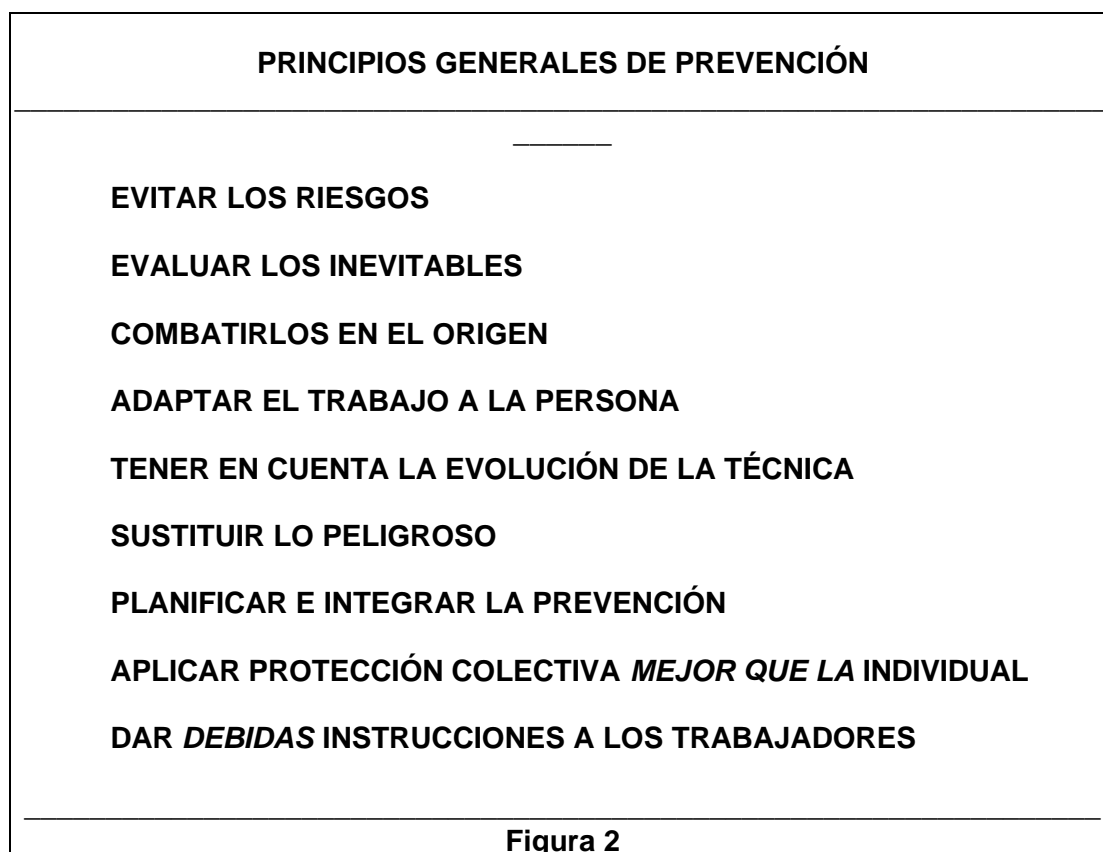
No obstante el *protagonismo* esencial de empresarios y trabajadores, las Administraciones Públicas tienen un papel esencial en la promoción, asesoramiento y asistencia a empresarios, trabajadores y profesionales, así como de establecer los mecanismos de

vigilancia y control del cumplimiento de la normativa sin perjuicio de la mediación y arbitraje y, en su caso, los diversos niveles de sanción sin olvidar el sistema de previsión.

2.9.3 Los principios de prevención

El empresario o por delegación la gerencia o la dirección ejecutiva, los directivos, los profesionales (pertenecan a la empresa o sean ajenos a ella) y los propios trabajadores deben tener en cuenta los principios de prevención que se describen a continuación, según su *cuota de responsabilidad* y las funciones y tareas que desarrollen, especialmente en la adopción de medidas de prevención, y más aún, a la hora de tomar cualquier decisión que pueda repercutir en la seguridad y salud de los trabajadores o bien si se es consultado previamente o al elaborar propuestas al respecto.

En la figura 2 se enuncian los principios generales de prevención de los riesgos laborales, en un cierto orden de prioridad, con la primera exigencia de evitarlos y en caso de no ser esto posible, combatirlos en el origen. Hay que planificar la prevención desde la misma concepción del proceso productivo, el diseño de los puestos de trabajo, la elección de los equipos de trabajo y la organización y métodos de las tareas a desarrollar. El **trabajo se adaptará a la persona** y se procurará sustituir lo peligroso por lo que no lo sea o lo sea en menor medida. La organización de la prevención se integrará en todos los niveles de actividad y de la estructura jerárquica de la Empresa. En todo caso se antepondrán soluciones de **protección colectiva** a las medidas de protección individual. Se procurará progresar a mejores niveles de seguridad y salud, teniendo en cuenta especialmente la evolución de la técnica.



Los principios de prevención deben ser asumidos por toda la empresa, por todos los que en el orden jerárquico la integran, desde la Dirección hasta cualquier trabajador, pasando por toda la cadena (organigrama) de diferentes mandos intermedios. Es más, la acción preventiva debe estar *integrada* en el proceso productivo y en la organización de la empresa. Todos, cada uno en la medida que les corresponde, deben *jugar un papel* en el sistema de prevención de la empresa. **Todos deben participar en la prevención.**

2.10 Organización de la prevención

2.10.1 Integración de la prevención

La gestión de la prevención de riesgos laborales debe estar integrada en la propia gestión de la empresa. Se debe partir de una *política de prevención de riesgos* en la empresa, que es conveniente que se exprese mediante una declaración de principios que incluyan los criterios que deben inspirar su actividad preventiva. Para lograr su máxima eficacia debe influir en todas las decisiones y actividades de la empresa y, particularmente, estar estrechamente unida a otras afines: medio ambiente *exterior*, seguridad patrimonial, seguridad industrial, etc.

Según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario deberá realizar la *prevención* mediante *la adopción de cuantas medidas sean necesarias*.

El empresario *planificará* estas medidas de acuerdo con los resultados de la **evaluación inicial de los riesgos** existentes, debiendo destinar para ello los medios humanos y materiales necesarios.

Llegados a este punto, conviene distinguir entre la actividad de la empresa en sí, que tiene asumidos los principios de prevención y, por extensión, la política preventiva de la empresa (por ejemplo, el departamento de contrataciones y compras, que deberá tener en cuenta *lo que más conviene* a los objetivos de la empresa, *incluidos* los de prevención, las unidades de producción que seguirán unas instrucciones o normativa interna en materia de prevención, etc.) y la actividad preventiva *especializada* de la empresa, en cuanto a la evaluación de riesgos, el control de las medidas adoptadas, el asesoramiento en materia preventiva al resto de las unidades, etc.

Para este último objetivo, el empresario debe **designar** uno o más trabajadores para realizar tales actividades preventivas necesarias. Si por el tamaño de la empresa o por los riesgos existentes y su distribución en la misma, esto *no fuera suficiente*, deberá recurrir a uno o varios **Servicios de Prevención**, *propios o ajenos*, que en su conjunto adopten todas las medidas necesarias para **garantizar** la seguridad y salud de los trabajadores.

La regulación de los Servicios de Prevención en España, por medio del Reglamento de 1997, parte del reconocimiento de la diversidad de situaciones, dado el ámbito de aplicación universal de la Ley de Prevención. Concede mayor importancia a la actividad preventiva que a los medios para realizarla, permitiendo que la acción preventiva pueda estructurarse a través de diversas alternativas: uno o más trabajadores con funciones preventivas; constitución de un Servicio de Prevención propio; y el recurso a una entidad especializada externa a la empresa, acreditada por la Autoridad Laboral como Servicio de Prevención *ajeno*.

Deben considerarse, ahora, las diferencias entre los dos medios más significativos para realizar la actividad preventiva. Estos son: *la designación* de uno o más trabajadores con medios, capacidad y tiempo suficiente para la ejecución de la actividad preventiva; y el

recurso a un *Servicio de Prevención*. En el primer caso, la acción preventiva es efectuada por uno o más trabajadores, de acuerdo con las necesidades preventivas de la empresa, sin que ello suponga, necesariamente, una dedicación exclusiva, pudiendo, incluso, ser compatible esta actividad con otras productivas propias de la empresa.

Los Servicios de Prevención, son algo más complejo, ya que se constituyen por un *conjunto de medios humanos y materiales* necesarios para realizar las actividades preventivas, que debe tener un carácter *interdisciplinario*. Como tal está obligado a *asesorar y asistir* no solo al empresario, sino también a los trabajadores, a sus representantes y a los órganos de representación especializados. Todas estas premisas y condiciones exigen una *estructura organizativa* apropiada.

La situación en el organigrama de la empresa debe ser lo más próxima a la Dirección y como *staff* a ella.

2.10.2 Órganos especializados en materia preventiva

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece las siguientes modalidades de órganos especializados en materia preventiva:

- De alcance general preventivo a decidir por el empresario previa consulta a los trabajadores:
 - El propio empresario, si la empresa cuenta con menos de seis trabajadores, si desarrolla de forma habitual su trabajo en la empresa y tiene la capacidad necesaria para ello.
 - Uno o más trabajadores designados para ejercer funciones puramente preventivas, aunque puede que no con exclusividad.
 - Servicios ajenos a la empresa para realizar determinadas actividades preventivas (por ejemplo, evaluación de la exposición a ruido, vigilancia de la salud, etc.). Cabe la posibilidad en determinadas condiciones de que varias empresas constituyan un servicio mancomunado, que en todo caso tendrá la consideración de servicio propio de las mismas.
 - Servicio de prevención propio, con posibilidad o no de concertar determinados servicios especializados fuera de la empresa)
- Unidades especiales a designar por el propio empresario previa consulta de los trabajadores:
 - Personal formado y con medios necesarios para realizar los primeros auxilios en caso de accidente y contactar con servicios externos de urgencia.
 - Personal encargado de la lucha contra incendios.
 - Personal encargado de la evacuación y salvamento en situaciones de emergencia.
 - Servicio médico de empresa.

- Servicio de mantenimiento con planes de *mantenimiento preventivo* y control de la eficacia de dispositivos de alarma y de actuación automática. Este caso no está previsto por la legislación que necesariamente sea consultado a los trabajadores.
- Delegados de Prevención, representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos laborales. Son elegidos por y entre los representantes del personal con arreglo a una escala determinada por la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. (figura 3)
- El Comité de Seguridad y Salud, órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención. A partir de los 50 trabajadores es obligatoria su constitución por parte del empresario si así lo deciden los delegados de prevención. Está integrado por los delegados de prevención y por igual número de representantes de la empresa.

NÚMERO DE DELEGADOS DE PREVENCIÓN	
(según el número de trabajadores en la empresa o centro de trabajo)	
De 6 a 30 trabajadores	El propio Delegado de Personal (1)
De 31 a 49 trabajadores	1
De 50 a 100 trabajadores	2
De 101 a 500 trabajadores	3
De 501 a 1000 trabajadores	4
De 1001 a 2000 trabajadores	5
De 2001 a 3000 trabajadores	6
De 3001 a 4000 trabajadores	7
De 4001 en adelante	8

Figura 3

2.10.3 Los Servicios de Prevención

Cualquier manual de organización empresarial enuncia el concepto de organización como el proceso mediante el cual se concretan y definen las necesarias actividades para alcanzar los objetivos previstos. La organización debe regirse por un conjunto de principios entre los que destacan, entre otros, los de división del trabajo y especialización, jerarquía, unidad de objetivo, eficacia, así como el de autoridad en el que se integra la función de

control del cumplimiento de objetivos. Todo ello unido a una *dedicación exclusiva* a las tareas del servicio.

El Servicio de Prevención, tiene una acepción organizativa, que en el diccionario de la Real Academia está definida como: "*organización y personal destinados a cuidar intereses o satisfacer necesidades del público o de una entidad oficial o privada*". Es ésta la nota característica del Servicio de Prevención. Sea propio o ajeno, la Ley española le atribuye la misión de el *asesoramiento y apoyo* a la empresa que ésta precise *en función de los tipos de riesgo en ella existentes* y en lo referente a las cuestiones específicas que se describen en la figura 4.

Con tal que el objetivo principal, la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores frente a los riesgos en el trabajo, quede *garantizado*, el empresario, en principio, puede elegir los medios y la forma, siempre que sean *suficientes y adecuados* para tal fin.

Principales funciones de los SERVICIOS DE PREVENCIÓN

- 1. Diseño, aplicación y coordinación de planes y programas de actuación preventiva**
- 2. Evaluación de los riesgos laborales existentes**
- 3. Determinación de prioridades en la adopción de medidas preventivas y vigilancia y control de la eficacia de las mismas**
- 4. Información y formación de los trabajadores**
- 5. Planes de emergencia y primeros auxilios**
- 6. Vigilancia de la salud de los trabajadores con relación a los riesgos a los que están expuestos**

Figura 4

La normativa establece diversas cautelas y mecanismos, para asegurar que en la práctica se mantendrán tales garantías de protección y que el modelo de organización utilizado es el adecuado:

- La reglamentación establece el alcance de la potestad del empresario para la designación de los trabajadores que realicen las actividades preventivas, así como las capacidades necesarias y los medios y dedicación precisos, en función del tamaño de la empresa y los riesgos y su distribución en la misma. Se incluye aquí la posibilidad de que en empresas de menos de seis trabajadores, sea el propio empresario quien asuma tales funciones, si reúne los requisitos necesarios.
- Se establece la obligación de una auditoría o evaluación externa del sistema de prevención de una empresa, cuando el empresario considere que es *autosuficiente* para garantizar la protección de los trabajadores con recursos propios, sin perjuicio de que para determinadas actuaciones, dado su especial carácter, puedan ser encargadas a servicios ajenos.

- También se dispone la obligatoriedad de recurrir a Servicios de Prevención, propios o ajenos, así como los requisitos que deben cumplir.
- Se requiere la necesaria acreditación por la Autoridad laboral de las entidades especializadas para poder actuar como Servicios de Prevención externos. Se incluyen las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales, que quedan facultadas para desarrollar tales funciones en las empresas asociadas.
- Las decisiones en todos estos aspectos deberán ser *consultadas* previamente por el empresario a los trabajadores o sus representantes.
- En todo caso, la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, vigilará el cumplimiento de la aplicación de la normativa, asesorando e informando a las empresas y a los trabajadores sobre la manera más efectiva del cumplimiento del deber de protección, comprobando en particular el cumplimiento de las obligaciones asumidas por los Servicios de Prevención.

En cualquier caso, cuando exista un servicio de prevención en la propia empresa, éste asumirá, por la propia índole de ser un *servicio organizado* para desarrollar la actividad preventiva de la empresa, las unidades citadas anteriormente dedicadas a primeros auxilios, lucha contra incendios, evacuación y salvamento y servicio médico, así como otras que pudieran existir, además de establecer una relación estrecha con el resto de unidades de la empresa, especialmente con las de mantenimiento, relaciones humanas, adquisiciones y contrataciones, control de calidad, etc., y con los servicios especializados ajenos a la empresa que le presten determinada asistencia preventiva, debiendo prestarles toda la colaboración necesaria.

La experiencia muestra que en muchos casos, particularmente pequeñas y medianas empresas y del sector servicios (pequeños comercios y oficinas, por ejemplo), ante la escasa entidad de los riesgos existentes, las medidas necesarias a adoptar no requieren de grandes medios y dedicación y mucho menos de una organización expresa de unos Servicios de Prevención internos o del recurso a servicios externos especializados. Frente a tales riesgos puede no ser siquiera necesarios reconocimientos médicos preventivos en el sentido que la citada Ley establece ("*El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud **en función de los riesgos inherentes al trabajo***").

Finalmente hay que hacer una mención especial, como posible servicio de prevención externo de la empresa, a las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social, entidades de carácter privado y sin ánimo de lucro, colaboradoras del sistema de la Seguridad Social, que están habilitadas, si cumplen los requisitos establecidos por el Reglamento de los Servicios de Prevención, para poder desarrollar funciones de prevención para sus empresas asociadas en el caso de que lo soliciten.

2.11 Evaluación de los riesgos

2.11.1 Concepto y necesidad de la evaluación de riesgos

El empresario, para conseguir satisfactoriamente los objetivos de un nivel de protección eficaz de la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo, deberá mantener unas condiciones de trabajo *sanas y seguras*. Para tomar *todas las medidas necesarias, las más*

adecuadas, con el fin de conseguir este objetivo, el empresario debe partir del conocimiento de la situación a través del análisis de las condiciones de trabajo y la consiguiente evaluación de riesgos.

Tal es su importancia, que debe ser la primera actividad preventiva a emprender para, partiendo de sus resultados, planificar adecuadamente, o en su caso, modificar el plan existente, el resto de la actividad preventiva. Hay que advertir que la actividad preventiva incluye la información y la formación de los trabajadores y *necesita* su participación.

Es conveniente lo siguiente:

- Realizar una *evaluación inicial* en la empresa, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad e incluyendo aquellos trabajadores que sean especialmente sensibles a determinados riesgos.
- Realizar una evaluación con ocasión de la elección de equipos de trabajo, de productos químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.
- Se tendrá en cuenta la reglamentación sobre riesgos específicos y sobre actividades peligrosas. (Por ejemplo, las vigentes sobre ruido, plomo, radiaciones ionizantes, etc.)
- Se actualizará cuando cambien las condiciones de trabajo.
- Se revisará con ocasión de que se produzcan daños para la salud.
- Si el resultado de la evaluación lo hace necesario, se realizarán controles periódicos.
- Se realizará una investigación con objeto de detectar y analizar las causas, con ocasión de que se produzcan daños para la salud o cuando a través de la vigilancia de la salud aparezcan indicios de que no son adecuadas o suficientes las medidas de prevención.
- Se deberá contar con la colaboración de los trabajadores y la participación de sus representantes, especialmente de los delegados de prevención.
- Se informará de sus resultados a los trabajadores concernidos y a sus representantes.
- Se registrarán todos los datos relevantes, los cuales estarán a disposición de las autoridades laborales y sanitarias y de los trabajadores designados para ejercer funciones de prevención, y en su caso, de los Servicios de Prevención.

La evaluación de riesgos es una *herramienta* indispensable en la actividad preventiva, mediante la cual se obtiene la información precisa para determinar las decisiones apropiadas en orden a adoptar las medidas necesarias de prevención y su planificación, estableciendo las prioridades que correspondan.

La evaluación de riesgos es en sí misma una actividad *preventiva*, la primera, puesto que se dirige a identificar los factores de riesgo y *prever* los posibles daños y su magnitud, para poder elegir los medios para eliminarlos o minimizarlos. Por lo tanto, se trata de tomar *las medidas adecuadas a tiempo*, de actuar con anticipación, *preventivamente*, para no tener que lamentar que se produzcan daños y que su análisis, entonces *a posteriori*, nos delate

los factores de riesgo que los han desencadenado y tener que actuar, ya **a destiempo**, corrigiendo las incorrectas o defectuosas condiciones de trabajo.

El concepto de evaluación de riesgos difiere según el objeto que se persigue, el motivo por el que se hace, quién la realiza, sobre qué *elementos*, en qué sector y en qué actividades. Así es diferente la efectuada en relación con el medio ambiente que la relativa a prevención de riesgos laborales, por imperativo legal o con objetivos de calidad, si la realiza un actuario o un higienista industrial, si se refiere a equipos o productos que se van a comercializar o a lugares de trabajo, si se trata de una instalación radiactiva o una sala de espectáculos o un establecimiento hotelero. Se debe añadir los diferentes enfoques según la *tradición* en los diferentes Estados, sectores, culturas, etc.

El objeto de este *trabajo* impide la extensión sobre las distintas opciones, ni siquiera centrándose exclusivamente en la prevención de riesgos laborales, por lo que se ceñirá, como referencia, a la *orientación* de la Comisión Europea basada en un documento sobre *Directrices para la evaluación de riesgos en el lugar de trabajo*, en el que los autores han participado.

2.11.2 Características básicas de la evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos consiste esencialmente en un análisis sistemático de las condiciones de trabajo con objeto de identificar los factores de riesgo, en la valoración de los riesgos, en el estudio de la posibilidad de eliminarlos y de las medidas de prevención en su caso.

Debe contarse con la colaboración y participación de los trabajadores y de los distintos niveles jerárquicos.

La evaluación de riesgos consta fundamentalmente de las siguientes etapas:

- Identificación de los factores de riesgo (también denominados *peligros*, si bien este *término* puede tener otra acepción diferente, relacionada con la inminencia de la materialización del riesgo)
- Identificación de los trabajadores expuestos a los riesgos.
- Valoración, cualitativa o cuantitativa, de los riesgos (*Evaluación*) existentes.
- Análisis de las posibles medidas para eliminar o controlar el riesgo.
- Decisión sobre las medidas más adecuadas, implantación de las mismas, su mantenimiento y control.

La evaluación debe referirse a los riesgos que pueda entrañar la actividad laboral y que puedan tener una cierta entidad, tanto por una cierta probabilidad de que se materialice como por la significación del daño *esperado*. En general, no hay porqué tener en cuenta los *riesgos comunes* de la vida ordinaria que no son motivo de preocupación, salvo que otros factores de las condiciones de trabajo los acrecienten.

La evaluación de riesgos debe afectar a todos los *puestos de trabajo*. Podrán omitirse otros puestos *equivalentes* a uno ya evaluado, con el fin de evitar evaluaciones repetidas sin utilidad alguna.

La evaluación de riesgos exige un conocimiento profundo de las *condiciones de trabajo*.

2.11.3 Procedimientos de evaluación de riesgos

No existe un único procedimiento o método de evaluación de riesgos con carácter general. La bibliografía ofrece una amplia gama de métodos de todo tipo, unos más sencillos (dirigidos a la pequeña y mediana empresa), otros más complejos dedicados a ciertas actividades de mayor envergadura, sectoriales, para riesgos específicos, etc.

En los casos que exista un procedimiento determinado en un Reglamento específico (por ejemplo, sobre ruido, fibras de amianto, plomo ambiental, etc.) se deberá aplicar exclusivamente dicho método.

En general deberán atenerse a las características básicas descritas anteriormente.

Se pueden adoptar diferentes enfoques siempre que, en general, se lleven a cabo las siguientes actuaciones:

- Estudio del entorno del puesto de trabajo (condiciones termohigrométricas, iluminación, instalaciones, equipos, suelo, accesos, ruido, etc.)
- Identificación y estudio de las diferentes tareas.
- Estudio de las pautas de trabajo y de la ejecución de las tareas, así como de su adecuación a los métodos establecidos.
- Análisis de los factores externos que puedan influir en los riesgos (por ejemplo: condiciones meteorológicas en trabajos al aire libre)
- Análisis de factores fisiológicos, psicológicos y sociales, que puedan interaccionar.
- Análisis del sistema de prevención implantado.

Se adoptará un determinado enfoque en función de:

- el tipo del puesto de trabajo (en un lugar estable, provisional, móvil, etc.)
- la clase de proceso (en cadena, repetitivo, nuevo, etc.)
- las características de la tarea (monótona, ocasional, de alto riesgo, en espacios confinados, etc.)
- la complejidad técnica

En ocasiones con un único procedimiento se podrá evaluar el conjunto de todos los riesgos. En otras, sin embargo, será más adecuado adoptar *enfoques* diferentes para distintos aspectos de la actividad.

A veces es útil realizar la evaluación de riesgos como una sucesión de diferentes etapas, en las que se avanza hacia un conocimiento más preciso o más profundo. De esta manera, se puede comenzar por una *evaluación global* que agrupe los riesgos en dos clases: aquellos *conocidos* que requieren medidas de control también conocidas, que pueden

adoptarse de inmediato y son fácilmente comprobables, y aquellos otros que necesitan de un análisis más detallado. En esta *evaluación global*, cuando sea posible, se determinarán los riesgos cuya eliminación es factible.

A menudo, la fuente de información más completa se obtiene mediante una entrevista con los trabajadores involucrados en la actividad que se pretende evaluar. Ellos pueden describir todos los detalles de las tareas y funciones que desempeñan, hábitos y precauciones que toman, pueden opinar sobre los posibles problemas que presentan, señalar factores de riesgo y fallos del sistema de prevención, y proponer mejoras.

Las evaluaciones más detalladas se abordarán siguiendo las etapas señaladas con ocasión de la descripción de las *características básicas de la evaluación de riesgos*. Estas etapas se tratan con mayor amplitud más adelante.

2.11.4 Criterios de evaluación

La evaluación de riesgos deberá realizarse con sujeción a los procedimientos y criterios contenidos en la reglamentación, cuando exista. (ruido, amianto, etc.).

En ausencia de reglamentación específica que sea de aplicación, se seguirán normas nacionales, guías y documentos de apoyo publicados por organismos competentes, códigos de buena práctica, recomendaciones de entidades reconocidas internacionalmente (Comisión Europea, CEN/CENELEC, AENOR, ISO, OIT, OMS, OCDE, OSHA, etc.), métodos, instrucciones, guías y documentos análogos de entidades de prestigio, especializadas o comprometidas que ofrezcan un nivel de confianza que pueda equipararse a los anteriores (Universidades, Mutuas, Asociaciones profesionales, Sindicatos, Organizaciones Empresariales, Asociaciones de fabricantes, etc.)

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo ha publicado varios métodos de carácter general, uno de ellos dirigido a las pequeñas y medianas empresas, así como diversos métodos específicos referidos a tipos de riesgos y clases de actividades.

En todo caso, se deberán tener en cuenta los principios de prevención de riesgos ya descritos, válidos no solamente para estos aspectos de la prevención sino para todo el sistema preventivo de la empresa.

2.11.5 Identificación de los factores de riesgo (peligros)

Puede resultar muy valiosa la colaboración de los trabajadores implicados así como de sus representantes, que pueden aportar sus apreciaciones basadas en la experiencia y el conocimiento más cercano de las condiciones de trabajo.

En los casos más sencillos se pueden identificar los factores de riesgo por la observación directa del lugar de trabajo, de las instalaciones, del desarrollo de la actividad, las operaciones de mantenimiento y limpieza, etc.

En otros casos, se debe examinar detenidamente el funcionamiento de una maquinaria, la evolución de determinadas operaciones, la planificación de actuaciones ante emergencias previsibles, etc.

En los casos más complejos habrá que recurrir a métodos e instrumentación especializada, en particular con los factores de riesgo ocultos (riesgos eléctricos, agentes químicos, agentes biológicos, radiaciones ionizantes, etc.)

Habrá que analizar, además, los factores de riesgo introducidos por las interacciones entre los otros peligros y los propios trabajadores.

2.11.6 Identificación de trabajadores expuestos

Habrá que tener en cuenta tanto la interacción directa como la indirecta entre los trabajadores y las condiciones de trabajo que les afecten. Así por ejemplo la exposición a radiación ultravioleta en una operación de soldadura, que afecta directamente al propio soldador e indirectamente a otros trabajadores que realicen otras tareas y tengan expuesta la vista al foco de la soldadura.

Se deberá tener en cuenta a aquellos trabajadores con especial sensibilidad a determinados riesgos:

- Trabajadoras en el período de embarazo, post-parto y lactancia.
- Trabajadores menores de dieciocho años.
- Trabajadores con alguna discapacidad temporal o permanente.
- Trabajadores de edad avanzada.
- Trabajadores sensibilizados a determinados agentes (alérgicos)
- Trabajadores vulnerables por convalecencia o por estar sometidos a ciertos tratamientos médicos invalidantes para determinadas tareas.
- Trabajadores cuyo estado biológico (enfermedad, inmunodeficiencia, cansancio, etc.) les hace especialmente vulnerables.
- Trabajadores con alguna especial predisposición (vértigo) o susceptibilidad.
- Trabajadores de escasa experiencia o recientemente incorporados al trabajo.

2.11.7 Valoración de los riesgos

Se trata de la evaluación propiamente dicha. Se necesita para conocer la *importancia relativa* de los riesgos y para obtener los datos acerca de su *alcance y naturaleza*, con el fin de tomar la decisión sobre las medidas más adecuadas para su prevención (control).

La importancia relativa de los riesgos se determina mediante el cálculo o apreciación de la probabilidad de que se materialice, conjuntamente con la severidad del daño esperado.

La evaluación puede realizarse de modo sencillo, basándose en simples apreciaciones sin necesidad de llegar a una cuantificación del riesgo ni de recurrir a técnicas complejas ni conocimientos especializados. Tal es el caso de puestos de trabajo donde los riesgos son de escasa importancia o se trata de riesgos bien conocidos, de fácil identificación y con posibles medidas de prevención al alcance y de inmediata aplicación.

En el otro extremo puede tratarse de situaciones complejas, como la evaluación de riesgos de accidentes mayores en actividades de la industria química, por ejemplo, o que requieren unos conocimientos y medios especializados, como ocurre con los riesgos que se incluyen en el campo de la higiene industrial, (riesgos por exposición a agentes físicos, químicos y biológicos), que pueden exigir muestreos ambientales, análisis de contaminantes y vigilancia especializada de la salud.

La vigilancia de la salud es concebida por la normativa europea con respecto a los posibles riesgos a que puedan estar expuestos los trabajadores, como un derecho de éstos y no como una obligación, salvo determinados supuestos específicos.

Existen diversos y variados criterios para establecer la importancia relativa de los riesgos. La Comisión Europea, en el documento referido, establece una clasificación de los daños esperados y de la probabilidad de que lleguen a producirse:

- Severidad de los daños esperados:
 - ? Nulos (en blanco)
 - ? Sin lesiones.
 - ? Lesiones leves (contusiones)
 - ? Lesiones graves.
 - ? Muerte
 - ? Varias muertes

- Probabilidad de materialización del riesgo:
 - ? Improbable.
 - ? Posible.
 - ? Probable.
 - ? Inevitable.

2.11.8 Mapas de riesgos laborales y auditorías de seguridad y salud

Generalmente, la elaboración de un mapa de riesgos en el ámbito de la empresa consiste en, realizada la evaluación de riesgos, situar éstos sobre las distintas zonas del centro de trabajo y en las diferentes etapas del proceso productivo, con el fin de fijar prioridades en la planificación de las medidas preventivas adecuadas, seguir su aplicación y verificar su eficacia.

Respecto a un sector de actividad, los mapas de riesgos se elaboran a partir de los datos recogidos por medio de las estadísticas de accidentes y enfermedades profesionales, encuestas sobre las condiciones de trabajo y otros estudios, con el objeto de tener un diagnóstico de las empresas de un sector, o también de una determinada zona geográfica, polígono industrial, etc., y determinar las prioridades para una campaña de promoción de la prevención, necesidades de divulgación y formación, entre otras posibles actuaciones de las Administraciones Públicas y entidades colaboradoras. Al mismo tiempo, su inventario de riesgos sirve de referencia a las propias empresas, y otras afines, para planificar su propia actividad preventiva.

Además de la técnica de los mapas de riesgos, es conveniente realizar la auditoría interna de seguridad y salud de una empresa. Ésta es una *herramienta* que se utiliza para conocer la *realidad* en términos de nivel de protección de los trabajadores frente a los riesgos laborales, mediante la determinación de *puntos débiles y fuertes*. Se trata de una evaluación objetiva del sistema de prevención de la empresa que proporciona una valoración de su eficacia y que constituye la base para la adopción de un plan de actuación acorde con las verdaderas y particulares necesidades de la propia empresa, no solo en los aspectos preventivos sino con la productividad y la calidad, tan íntimamente relacionados.

3. Marco jurídico de la Seguridad Laboral

Hasta la aprobación de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de *Prevención de Riesgos Laborales*, la legislación española relacionada con *la seguridad e higiene en el trabajo* se ha caracterizado por su dispersión en múltiples y diversas disposiciones. La mayor parte de ellas, salvo las que resultan de la transposición de directivas comunitarias anteriores a la Directiva Marco, resultan demasiado anticuadas, principalmente por obedecer a concepciones ya superadas y pertenecer a una época anterior a la Constitución, caracterizada sobre todo por un marco de relaciones laborales e institucionales diferente del presente.

Por lo tanto, varias razones han llevado a la necesidad, manifestada de forma unánime desde todas las instancias, de adaptar la legislación laboral sobre seguridad e higiene a la realidad actual y de cara al futuro. Entre ellas pueden citarse la de adecuación al nuevo marco Constitucional, de organización del Estado y de relaciones laborales, la obligación de transposición de la Directiva Marco y sus directivas específicas, la necesidad de actualización a los conocimientos de hoy, la de ordenar y clarificar el actual caos reglamentario, etc.

La propia Constitución Española de 1978 señala en su *artículo 40.2* que los *poderes públicos*, entre otras cuestiones, *velarán por la Seguridad e Higiene en el Trabajo*. Aunque aquí no señala la responsabilidad de los empresarios en este ámbito, sí que constituye un principio general a respetar y tener en cuenta que obliga al Estado a desarrollar una política coherente en la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, lo que se añade al otro deber de protección de la salud de todos los ciudadanos, contenido en el *artículo 43.1*, y al derecho de todos a la vida y a la integridad física y moral del *artículo 15*. La expresión del primer *mandato* ha conducido a la aprobación por las Cortes Generales de la citada Ley de Prevención de Riesgos Laborales que constituye el texto fundamental de referencia en todo lo que atañe a la protección de los trabajadores en cuanto a su seguridad y salud en todos los aspectos relacionados con el trabajo.

En el marco de la estructuración del *Estado de las Autonomías*, la legislación en materia laboral, y en particular la que concierne a la seguridad y la higiene en el trabajo, corresponde en exclusiva al Estado. Sin embargo, compete a las Comunidades Autónomas la ejecución de la legislación laboral en las cuestiones sobre prevención de riesgos laborales. A fecha de enero de 2000 han asumido plenamente estas competencias todas las Comunidades Autónomas completándose con la del Principado de Asturias a primeros del 2000. Las Ciudades Autónomas de Ceuta y Melilla no tienen previsto en su Estatuto vigente la asunción de tales competencias.

España está también obligada al desarrollo de una política eficaz en materia de seguridad e higiene en el trabajo por la ratificación de diversos Convenios de la Organización Internacional del Trabajo OIT, en particular el número 155, de 22 de junio de 1981, sobre **seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo**, ratificado el 26 de julio de 1985 (BOE 11.11.1985).

También hay que señalar, en el marco de nuestros compromisos internacionales, la **Carta Social Europea** del Consejo de Europa de 1961, ratificada en 1980 (BOE 26.6.1980)

El **Estatuto de los Trabajadores**, en su texto refundido por el Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, dedica fundamentalmente los artículos 19 y parte del 4 y 5 a estos temas. En estos dos últimos reconoce entre los derechos de los trabajadores el de **su integridad física y una adecuada política de Seguridad e Higiene** y entre sus deberes básicos el de **observar las medidas de Seguridad e Higiene que se adopten**. El *artículo*

19, a lo largo de cinco apartados, establece la correspondiente regulación básica, dentro de la relación individual en el contrato de trabajo, recogiendo el deber de seguridad del empresario.

La **Ley General de la Seguridad Social** (Texto refundido por Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio) entiende la prevención de riesgos profesionales como complementaria a las prestaciones del Sistema de la Seguridad Social, dedicando especial atención a la seguridad e higiene en el trabajo en sus artículos 17 (*primas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales*), 38 (*acción protectora del sistema de la Seguridad Social*), 108 y 109 (*cotización por accidentes de trabajo y enfermedades profesionales*), a los conceptos de accidente de trabajo y enfermedad profesional definidos en los artículos 115 y 116 respectivamente, al recargo de las prestaciones económicas en el caso de accidentes y enfermedades profesionales (art. 123), responsabilidad en orden a las prestaciones (art. 126 y 127), normas específicas para estos casos (art. 196, 197 y 201), a las Mutuas de Prevención de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales (art. 67 a 76) y otras cuestiones, que se consideran fuera de los objetivos marcados.

Otros textos básicos que también se relacionan con el tema que nos ocupa y en los que tampoco se entra en detalle son entre otros:

- * Ley General de Sanidad 14/1986 (BOE 29.4.86) *Salud laboral* en art. 21 y 22.
- * Ley de Industria 21/1992 (BOE 23.7.92) *Seguridad industrial, seguridad del producto y calidad industrial*.
- * Ley de Infracciones y Sanciones de Orden Social 8/1988 (BOE 15.4.88), derogada en gran parte y especialmente en lo que respecta a las infracciones y sanciones relacionadas con la seguridad e higiene en el trabajo, derogada y sustituida por la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Se puede introducir con fuerza legal reglamentaciones adicionales mediante la negociación colectiva en los Convenios Colectivos. Muchos de ellos, los sectoriales, conservan los contenidos dispositivos en materia de seguridad e higiene de las antiguas Ordenanzas de su sector, ya derogadas.

Hasta la aprobación de la Ley de Prevención, la disposición más importante de todas, que está en gran parte derogada y acabará siéndolo del todo cuando entren en vigor las reglamentaciones que la acaben de sustituir por completo, tiene rango de Orden Ministerial. Se trata de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de 9.3.1971 (BOE 16 y 17.3.71). Un texto que ha sido de gran utilidad, pero que junto a cuestiones aún vigentes contenía otras muchas que urgía actualizar. En tanto en cuanto no sea sustituido por la reglamentación correspondiente, permanece en vigor parte de su Título II, sobre *Condiciones generales de los Centros de Trabajo y de los mecanismos y medidas de protección*, en lo que no esté derogado por otras disposiciones y en tanto no contradiga a lo establecido en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

4. La ley de Prevención de Riesgos Laborales y el Reglamento de los Servicios de Prevención

4.1 La Ley de Prevención

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, **de Prevención de Riesgos Laborales**, se centra en la relación *contractual* entre el empresario y sus trabajadores, extendiéndose al ámbito administrativo en cuanto a las relaciones de las distintas Administraciones públicas con respecto al personal civil a su servicio, funcionarios y personal con relación de carácter estatuario. El empresario, o en su caso la Administración pública para la que se presta servicio, *deberá garantizar la seguridad y la salud de sus trabajadores en todos los aspectos relacionados con el trabajo*. tal como se establece en el *artículo 14, apartado 2*. En este artículo se insiste, y menciona en primer lugar, en el apartado primero, que se trata del derecho de los trabajadores *a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo*, y se declara expresamente que forma parte de ese derecho, la información, formación, consulta y participación en materia *preventiva*, así como la paralización de la actividad en caso de riesgo grave e inminente y la adecuada vigilancia de la salud (específica, en relación con los posibles riesgos a los que pueden estar expuestos).

En otras palabras, el empresario es quien impone unas condiciones de trabajo y una determinada organización y quien dirige la marcha de la empresa, asignando las correspondientes funciones y tareas a cada trabajador. Tales *condiciones de trabajo* pueden determinar o influir en la aparición de **riesgos** para la seguridad y la salud de los trabajadores en relación con su trabajo. Estas condiciones de trabajo incluyen las características de los centros de trabajo, sus instalaciones, equipos, materias primas y productos, la naturaleza y nivel de presencia en el ambiente de agentes físicos, químicos y biológicos, los métodos y procedimientos de trabajo, carga y ritmo de trabajo, etc.

Visto de otra manera: Se trata que las condiciones de trabajo que fija el empresario no deben suponer una amenaza para la integridad física (seguridad) y la salud de sus trabajadores. Como ya se ha dicho, el empresario es el garante, y por lo tanto el responsable, de la seguridad y la salud de sus trabajadores en relación con su trabajo. Es él quien fundamentalmente debe tomar *cuantas medidas sean necesarias para la prevención de los riesgos* para la seguridad y la salud que puedan emanar de las condiciones de trabajo que él mismo determina. Independientemente de las disposiciones legales que especifican determinadas medidas concretas que obligan al empresario a cumplir, está el deber genérico de aplicar **todas las medidas y precauciones necesarias**, fundamentalmente **preventivas**, para que el medio de trabajo, y mejor aún, las condiciones de trabajo, sean *seguras y sanas* para los trabajadores.

Esta responsabilidad sobre los riesgos profesionales generados, afecta al empresario independientemente de las que pueda corresponder a los distintos mandos de la empresa, a los servicios de prevención o seguridad internos o externos y a los propios trabajadores en el ejercicio de sus obligaciones concretas, en particular sobre seguridad y salud, ya que en todo caso están sometidos a su disciplina.

La Ley en su *artículo primero* define como *normativa de prevención de riesgos laborales* al conjunto de normas jurídicas constituido por la propia Ley, las disposiciones complementarias y de desarrollo de la misma, las que resulten de la negociación colectiva y cualquier otra de otros ámbitos, como el de *Industria, Sanidad, Fomento*, etc., que contengan prescripciones cuya aplicación suponga una mejora de las condiciones de seguridad y salud laborales de los trabajadores.

Asimismo, la Ley extiende su campo de aplicación más allá de la relación contractual laboral entre empresario y trabajador, con la única excepción del trabajo al servicio del hogar familiar, siendo aplicable con el resto de la *normativa de prevención* al personal civil al servicio de las Administraciones públicas, cualquiera que sea su relación como funcionario, personal estatutario o personal laboral, así como a los socios cooperativistas cuando presten su trabajo personal a la sociedad cooperativa.

La Ley está estructurada en una Exposición de motivos, siete Capítulos, trece Disposiciones adicionales, dos Disposiciones transitorias, una Disposición derogatoria y dos Disposiciones finales. Los Capítulos son los siguientes:

- I *Objeto, ámbito de aplicación y definiciones.*
- II *Política en materia de prevención de riesgos para proteger la seguridad y la salud en el trabajo.*
- III *Derechos y obligaciones.*
- IV *Servicios de prevención.*
- V *Consulta y participación de los trabajadores.*
- VI *Obligaciones de los fabricantes, importadores y suministradores.*
- VII *Responsabilidades y sanciones.*

Del resto de su contenido se trata en diversas partes de este trabajo.

4.1.1 Derecho necesario mínimo indisponible y responsabilidad objetiva

No obstante conviene subrayar dos aspectos esenciales de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y de la normativa *laboral* de prevención de riesgos laborales. Su carácter de Derecho necesario mínimo indisponible y la responsabilidad empresarial objetiva. En el *apartado* número 2 del *artículo segundo* de la Ley se establece lo siguiente:

2.2 Las disposiciones de carácter laboral contenidas en esta Ley y en sus normas reglamentarias tendrán en todo caso el carácter de Derecho necesario, mínimo indisponible, pudiendo ser mejoradas y desarrolladas en los convenios colectivos.

Derecho necesario o imperativo cuyo cumplimiento es inexcusable y no admite ningún argumento o razón que pueda justificar su no aplicación, o la aplicación parcial o aplazada.

Derecho mínimo, por el que de acuerdo con el Estatuto de los Trabajadores (*artículo 3*) prevalece la norma de rango superior en cuanto a los **mínimos** que establecen como derecho de los trabajadores. Es decir, no puede rebajar una *norma* inferior lo establecido en otra que está por encima. Por otra parte, en relación con la aplicación de lo acordado en un contrato de trabajo, se recuerda que éste no es fuente del derecho sino de la *obligación*, pudiendo las partes establecer las condiciones que convengan siempre que no contradigan o rebajen los derechos de los trabajadores establecidos en la normativa laboral incluido los convenios colectivos aplicables. Por otra parte, el carácter de *mínimo* significa un límite a no rebasar en el sentido de disminución de los objetivos, en este caso, el nivel de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores en relación con el trabajo, por lo que bien por propia decisión empresarial o por la negociación colectiva por medio del Convenio Colectivo tales mínimos legislados y reglamentados pueden ser superados en favor de una mejor protección.

Derecho indisponible o irrenunciable. Este principio se aplica a los actos o pactos individuales en relación a las normas de derecho necesario y los convenios colectivos, en el sentido de que es nula la renuncia por el trabajador a través de un contrato individual a

los derechos reconocidos en ambos tipos de normas, de acuerdo con lo establecido en el *artículo 3.5* del Estatuto de los Trabajadores. Obviamente, al no ser negociable *a la baja*, tampoco puede ser objeto de ningún menoscabo *para el trabajador* por la vía de la negociación colectiva.

Se ha insistido hasta la saciedad en que el empresario es *deudor* contractual de la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo. La Ley lo expresa (*Art. 14*) como el correlativo deber del empresario de *protección de los trabajadores frente a los riesgos laborales* respecto del derecho de los trabajadores a una *protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo*. Para los trabajadores existen dos obligaciones esenciales: una de **reparación** de los daños causados por un accidente de trabajo o una enfermedad profesional (asistencia, rehabilitación, cobertura, indemnización) que se garantiza a través del Sistema de la Seguridad Social, y otra de **prevención**, con medidas *anticipadoras* que tratan de evitar o disminuir, en todo caso, el riesgo de sufrir un daño derivado del trabajo, lo que supone rebajar tanto la probabilidad de que llegue a materializarse como de aminorar las posibles consecuencias si, a pesar de toda la diligencia desplegada, llegara a producirse.

Esta obligación empresarial de *prevención*, es por lo tanto más que una obligación de *medios*, una obligación de *resultados* (que no se originen daños), por lo que supone una **responsabilidad empresarial objetiva**. El citado *artículo 14* de la Ley establece que *en cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio [...], desarrollará una acción permanente con el fin de perfeccionar los niveles de protección existentes [...], no disminuyendo tal responsabilidad por las funciones y acciones encomendadas a trabajadores y servicios especializados en prevención ni por las obligaciones de los propios trabajadores en estas materias. En el artículo 15 se determina entre otras cuestiones que a la hora de adoptar las medidas preventivas deberá tener en cuenta la evolución de la técnica [...], el empresario tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el momento de encomendarles tareas [...] o bien la efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.*

4.1.2 Lo esencial: la actitud y la actuación preventiva

Por otra parte, la aplicación de la reglamentación del Mercado Interior Único supone un instrumento muy valioso para la seguridad y salud en el trabajo. Al impedir la circulación de productos que no se atengan a los requisitos esenciales de seguridad y salud que les sea de aplicación, el empresario tendrá mucho avanzado, en su deber de proteger la seguridad y salud de sus trabajadores, al adquirir los equipos y productos necesarios garantizados como "seguros". Solo le queda utilizarlos y mantenerlos de acuerdo con las instrucciones que los acompañan y aplicar correctamente lo dispuesto en la reglamentación de *utilización* correspondiente, la mayoría de la cual está prevista en la Ley como incorporación al derecho nacional de lo establecido en las Directivas basadas en el antiguo *artículo 118A*, sustituido por el actual *artículo 137.2* del Tratado de la Comunidad Europea (Disposiciones **mínimas** de seguridad y salud en el trabajo).

En este sentido, ambas reglamentaciones, la de la seguridad de los productos que se comercializan en el Mercado Interior Único, y las que se refieren a la seguridad y la salud en el trabajo, se complementan mutuamente desde la perspectiva de las obligaciones del empresario para prevenir los riesgos laborales.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales se basa esencialmente en la **prevención** y establece bajo este espíritu un conjunto de obligaciones, fundamentalmente de los

empresarios, aunque también de los trabajadores, con un especial acento en la eliminación de factores de riesgo y la **información**, la **formación** y la **participación de los trabajadores** en la actividad preventiva de la empresa. Esta no solo supone la planificación y aplicación de un conjunto de medidas sino que además **condiciona** cualquier decisión que se vaya a adoptar, incluidas - y éstas con mayor acento si cabe - las relativas a la concepción, proyecto y diseño de los puestos de trabajo, de los procesos y métodos de producción y de la misma organización.

En la Ley se establece el principio general de la responsabilidad del empresario por cuanto éste "**debe garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores en todos los aspectos relacionados con el trabajo**". Esta responsabilidad no disminuye por las obligaciones específicas de quienes ejerzan funciones de prevención, tanto por designación del propio empresario como por los trabajadores por sí mismos o por representación. En virtud de este principio, el empresario debe adoptar **todas las medidas necesarias** para hacer efectiva tal garantía.

4.1.3 Sujetos de responsabilidad en materia preventiva laboral

Por otra parte, también se establecen obligaciones de los trabajadores sin menoscabo de la responsabilidad primera que le corresponde al empresario. Cada trabajador tiene la obligación de "**velar, según sus posibilidades, por su seguridad y su salud**", así como por las demás personas afectadas por su actividad, tanto por actos u omisiones, de acuerdo con su formación y las instrucciones del empresario. Además se describen unas obligaciones concretas.

No obstante, la normativa *laboral* de prevención de riesgos laborales contempla los siguientes **sujetos** de responsabilidad en esta materia:

- a) Los propios empresarios, personas tanto físicas como jurídicas, con inclusión de las Administraciones públicas (en relación con el derecho del personal *civil* a su servicio, que lo presta por medio de una relación de carácter laboral, administrativo o estatutario), de las comunidades de bienes (que reciban la prestación de servicios de otra persona por medio de una relación laboral regulada por el Estatuto de los Trabajadores) y de las sociedades cooperativas (con relación a los socios que presten su trabajo personal a la misma). En el caso de incumplimiento de la normativa se le puede exigir las responsabilidades de tipo *administrativo* (establecidas en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales), *penal* (exclusivamente a personas físicas), *civil* y de *recargo de prestaciones*.
- b) Los directivos (Máxima responsabilidad en una empresa. Responsabilidad penal y civil).
- c) Los trabajadores (Disciplinaria ante el empresario; penal y civil).
- d) Las empresas de trabajo temporal y las empresas usuarias.
- e) Los contratistas y subcontratistas.
- f) Los trabajadores por cuenta propia.
- g) Los promotores y los propietarios de obras.
- h) Los Servicios de Prevención ajenos a las empresas.

- i) Las personas o entidades auditoras del sistema de prevención de las empresas.
- j) Los fabricantes, importadores y suministradores.
- k) Los titulares de Centros de trabajo.
- l) Los proyectistas.
- k) Los coordinadores en materia de seguridad y de salud, tanto en la fase de elaboración del proyecto de una obra de construcción como en la fase de su ejecución la misma.
- l) Los técnicos de prevención.

4.1.4 Las medidas disuasorias como último recurso para promover el cumplimiento de las obligaciones en materia de prevención

Aunque la Ley de Prevención propugna medidas *esencialmente preventivas*, en su objetivo de ser una Ley *completa* en sí misma, no puede dejar de contemplar, como lo hace, un *Capítulo VII* sobre *responsabilidades y sanciones*. Capítulo que, en la globalidad de los principios que inspiran a la Ley, hay que entender como *la última medida a la que se deba recurrir*, cuando persiste el incumplimiento del deber de prevención. Esto, obviamente, como *medida disuasoria*, que anime por esta vía, si no lo ha sido por las otras, del convencimiento de la necesidad de las medidas preventivas, del *buen orden* en la empresa y de los objetivos de calidad del proceso productivo.

En esta Ley se establecen las responsabilidades de orden administrativo, tipificando las posibles infracciones del empresario o de otras figuras, ya sean personas físicas o jurídicas, así como los criterios para determinar las sanciones por estas infracciones. Se declaran compatibles estas responsabilidades administrativas con las indemnizaciones por los daños y perjuicios causados y con el recargo de prestaciones económicas del Sistema de Seguridad Social, pero se advierte que no podrán ser sancionados *los hechos que ya hayan sido sancionados penal o administrativamente, en los casos en que se aprecie identidad de sujeto, hecho y fundamento*.

En definitiva: según el *artículo 42* de la Ley de Prevención, *el incumplimiento por los empresarios de sus obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales dará lugar a responsabilidades administrativas, así como, en su caso, a responsabilidades penales y a las civiles por los daños y perjuicios que puedan derivarse de dicho incumplimiento*. Hay que añadir las de **recargo de Seguridad Social** antes mencionadas, si hubiere lugar.

4.2 El Reglamento de los Servicios de Prevención

Con fecha 17 de enero de 1997 se aprobó por Real Decreto 39/1997, el Reglamento de los Servicios de Prevención que cumple con el papel de ser un Reglamento de *desarrollo general* de la propia Ley. Posteriormente ha sido modificado por el Real decreto 780/1998, de 30 de abril, en cuestiones de plazo de aplicación y de reconocimiento de las capacidades y certificación de la formación equivalente para casos anteriores a la publicación de la Ley. Además este Reglamento ha sido desarrollado a su vez mediante dos Órdenes del Minsitro de Trabajo y Asuntos Sociales.

Estructurado en siete Capítulos y con seis Anexos, el Reglamento amplía y detalla los aspectos relacionados con las obligaciones empresariales en materia preventiva, así como las cuestiones relativas a las capacidades y aptitudes de los profesionales de la prevención laboral.

El *primer Capítulo* sobre *Disposiciones generales* está dedicado a la integración de la actividad preventiva en la empresa, tanto en el orden jerárquico de su estructura organizativa como en el sistema productivo, explicando como debe desarrollarse dicha actividad preventiva a partir de la evaluación de los riesgos mediante la correspondiente planificación y organización de los medios humanos y materiales necesarios.

El *segundo Capítulo* se refiere a la *Evaluación de los riesgos y planificación de la actividad preventiva*, a lo que ya se ha hecho referencia con anterioridad.

El *tercer Capítulo* aborda la *Organización de recursos para las actividades preventivas*, también tratado en la parte segunda de este trabajo. Se establece la obligación de constituir un servicio de prevención propio mínimo en aquellas empresas con más de 500 empleados o en aquellas otras que desarrollen actividades de especial riesgo, descritas en el Anexo I del Reglamento, cuenten con 250 empleados o más en su plantilla.

El *cuarto Capítulo* detalla los aspectos relacionados con la *Acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención ajenos a las empresas*, que son desarrollados por la Orden Ministerial de 27 de junio de 1997. Estas entidades deben cumplir con un conjunto de requisitos y ser acreditadas por la Autoridad laboral de la Comunidad Autónoma en donde esté situada su sede principal para poder concertar con las empresas los servicios correspondientes a todas o parte de las funciones como servicio de prevención. En cualquier caso no pueden mantener con tales empresas concertadas vinculaciones comerciales, financieras o de cualquier otro tipo, distintas a las propias de prevención, con la única excepción de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social, que solo pueden actuar como tales servicios de prevención ajenos para las empresas a ellas asociadas.

El *quinto Capítulo* trata de las *Auditorías* o evaluaciones externas del sistema de prevención de aquellas empresas que no tuvieran concertados los servicios de prevención con una entidad acreditada ajena. La realización de estas auditorías corresponde a entidades que cumpliendo los requisitos establecidos en este reglamento y en la Orden Ministerial de 27 de junio de 1997, estén acreditadas por la Autoridad Laboral de la Comunidad Autónoma correspondiente al lugar donde radiquen sus instalaciones principales.

El *sexto Capítulo* describe las *Funciones y niveles de cualificación* a efectos de la determinación de las capacidades y aptitudes necesarias para la evaluación de riesgos y el desarrollo de la actividad preventiva. Se distinguen tres niveles esenciales: básico, intermedio y superior, a los que se hace corresponder una formación mínima de 30/50 horas, 300 horas y 600 horas, respectivamente, el nivel básico en una entidad de reconocido prestigio con capacidad reconocida para ello o por un servicio de prevención y los niveles intermedio y superior en una entidad formadora acreditada por la Autoridad Laboral donde radiquen sus instalaciones, salvo en el caso de la enseñanza a distancia que deberá ser por la Autoridad Laboral donde esté su sede principal. En el nivel superior se distinguen cuatro especializaciones: Seguridad en el Trabajo, Higiene Industrial, Ergonomía y Psicología Aplicada y Medicina del Trabajo / Enfermería de Empresa. Esta última especialidad corresponde a la carrera de Medicina con la correspondiente especialización vía Médico Interno Residente MIR, y a la Diplomatura Universitaria de Enfermería de Empresa. En los anexos III, IV, V y VI del Reglamento se establecen tanto los criterios generales para el desempeño de programas formativos para los tres niveles,

como los contenidos mínimos de los programas de formación para cada nivel y especialización, salvo obviamente los de Medicina del trabajo y Enfermería de Empresa, que corresponden al ámbito académico.

Finalmente el *séptimo Capítulo* establece la necesaria *Colaboración de los servicios de prevención con el Sistema Nacional de Salud*.

Para determinar y delimitar las actuaciones preventivas a desarrollar por las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social, como entidades colaboradoras del Sistema de Seguridad Social que son y sin ánimo de lucro, fue aprobada la Orden Ministerial de 22 de abril de 1997. En esta Orden se establecen las actuaciones preventivas que las Mutuas pueden realizar con cargo a las cuotas satisfechas por sus empresas asociadas por las contingencias de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales y cuáles, también exclusivamente para sus empresas asociadas, deben concertarse con ellas y ser pagadas de acuerdo con las tarifas oficiales de la Secretaría de Estado por corresponder a las acciones propias de un servicio de prevención.

5 Normativa de prevención de riesgos laborales y otros textos

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en el Capítulo I relativo a *Objeto, ámbito de aplicación y definiciones*, comienza por definir este término en el *Artículo 1*:

"Artículo 1. Normativa sobre prevención de riesgos laborales.

La normativa sobre prevención de riesgos laborales está constituida por la presente Ley, sus disposiciones de desarrollo o complementarias y cuantas otras normas, legales o convencionales, contengan prescripciones relativas a la adopción de medidas preventivas en el ámbito laboral o susceptibles de producirlas en dicho ámbito."

Por otra parte, en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) se exige *realizar la prevención de riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores* [art. 14.2 LPRL] por parte del empresario. Éste, en cualquier caso, *deberá cumplir las obligaciones establecidas en la normativa sobre prevención de riesgos laborales* [art. 14.3 LPRL] que le sea aplicable con independencia del deber general de *protección de los trabajadores frente a los riesgos laborales* [art. 14.1 LPRL].

Todo ello significa que en el ámbito de lo legislado y reglamentado, junto con lo convenido y pactado, se tendrá la obligación de observar y cumplir como tal *normativa sobre prevención de riesgos laborales* lo siguiente:

- 1) La propia Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- 2) Disposiciones de desarrollo de la LPRL. (El Reglamento de los *Servicios de Prevención*, los Reglamentos que transponen al derecho nacional las directivas comunitarias, como los relativos a *lugares de trabajo, utilización de equipos de trabajo, protección contra la exposición a agentes cancerígenos*, etc.)
- 3) Otras disposiciones complementarias o específicas. (La reglamentación anterior a la entrada en vigor de la LPRL que esté vigente, como es el caso de los reglamentos de protección de los trabajadores contra la *exposición al ruido* o contra la *exposición a fibras de amianto*; otras reglamentaciones como las relativas al *parte de accidentes, lista de enfermedades profesionales*, etc.)
- 4) Otras Leyes de ámbito laboral como la que aprueba el *Estatuto de los Trabajadores*, la *Ley General de la Seguridad Social*, la *Ley de Empresas de Trabajo Temporal*, etc.
- 5) Otras disposiciones de carácter laboral como el Real Decreto sobre *jornadas especiales de trabajo*.
- 6) Leyes de otros ámbitos, como la *Ley de Industria* y la *Ley General de Sanidad*.
- 7) Reglamentación de otros ámbitos, como la *Norma Básica de Edificación NBE-CPI/96 sobre condiciones de protección contra incendios de los edificios* [Fomento], el Reglamento sobre *protección sanitaria contra las radiaciones ionizantes* [Sanidad / Industria / Consejo de Seguridad Nuclear], la reglamentación sobre *Prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales* [Medio Ambiente y Protección Civil], el *Reglamento*

Electrotécnico de Baja Tensión [Industria] y la reglamentación sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y preparados peligrosos [Sanidad / Seguridad del Producto], entre otros.

- 8) Leyes y Reglamentos de las Comunidades Autónomas y Ordenanzas de las entidades locales, particularmente del ámbito industrial y sanitario. Por ejemplo: El Decreto de la Comunidad de Madrid sobre *Gestión de los residuos biosanitarios y citotóxicos* y la Ordenanza del Ayuntamiento de Madrid de *Prevención de Incendios*.
- 9) Convenios Colectivos como el *General de Industrias Químicas* y el del Sector de la *Construcción*.

5.1 Actuaciones de las Administraciones Laborales

La LPRL establece [Art.7] que las *Administraciones públicas competentes en materia laboral desarrollarán funciones de promoción de la prevención, asesoramiento técnico, vigilancia y control del cumplimiento por los sujetos comprendidos en su ámbito de aplicación de la normativa de prevención de riesgos laborales, y sancionarán las infracciones a dicha normativa (...)*. Fundamentalmente la actuación de promoción y asesoramiento se realiza por los *órganos técnicos* de la Administración autonómica, con la denominación específica correspondiente que se les ha impuesto a los antiguos Gabinetes Técnicos Provinciales de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), órgano científico técnico especializado de la Administración General del Estado [art. 8 LPRL], cuenta entre sus funciones la del asesoramiento técnico en la normativa legal y en el desarrollo de la normalización. Además como centro de referencia nacional en relación con las Instituciones de la Unión Europea, es el punto focal de la *Red Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo*, en interconexión con la *Red Europea*, cuyo punto focal es la Agencia Europea de Seguridad y Salud en el Trabajo, que tiene su sede en Bilbao. En este sentido, el INSHT garantiza la coordinación y transmisión de la información que *fluye* por la *red*. El acceso puede realizarse a través de la *página* <http://www.mtas.es/insht> o a través de la *página* propia de la Agencia Europea <http://osha.eu.int>.

A la Inspección de Trabajo y Seguridad Social [art. 9 LPRL] le corresponde *la función de la vigilancia y control de la normativa de prevención de riesgos laborales*. En el artículo de referencia se insiste en que la *Inspección* vigila el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales, *así como de las normas jurídico-técnicas que incidan en las condiciones de trabajo en materia de prevención, aunque no tuvieran la calificación directa de normativa laboral (...)*.

La Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, *órgano colegiado asesor de las Administraciones públicas en la formulación de políticas de prevención y órgano de participación institucional en materia de seguridad y salud en el trabajo*, [art.13 LPRL], integrada por representantes de la Administración General del Estado y de las Administraciones Autonómicas y representantes de las organizaciones sindicales y empresariales más representativas, *debe conocer* las actuaciones de las Administraciones competentes en materia de promoción de la prevención de riesgos laborales, de asesoramiento técnico y de vigilancia y control y podrá informar y formular propuestas en relación con estas actuaciones, y en particular, entre otras cuestiones, sobre proyectos de disposiciones.

En el Anexo se facilita el detalle de las disposiciones del ámbito laboral en materia de prevención de riesgos laborales actualmente vigentes así como las directivas actualmente en vigor, junto con los proyectos de directivas y los principales anteproyectos.

5.2 Guías, Normas Técnicas y otros textos

Además de los *textos legales*, los Reglamentos específicos de desarrollo de la Ley encomiendan al Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT, en una *Disposición final*, la elaboración y mantenimiento actualizado de una **Guía Técnica**, de carácter *no vinculante*, para la evaluación y prevención de los riesgos comprendidos en el campo de aplicación del Reglamento respectivo.

Esto se debe a que los Reglamentos, como las directivas comunitarias de las que proceden, de manera contraria a la costumbre de reglamentaciones anteriores a la Ley de Prevención, no contienen disposiciones muy detalladas o concretas, sino disposiciones de carácter más o menos general, que dan margen a que las empresas, según sus propias características y circunstancias a adoptar las soluciones preventivas más convenientes en cada caso, siendo suficiente que cumplan con eficacia, y mejor con *eficiencia*, con lo dispuesto en los textos legales que les atañen. Esto es así porque, además, es una tarea actualmente imposible el adoptar textos con fuerza obligatoria para un conjunto de supuestos tan extraordinariamente numeroso como diverso, que no puedan entrar en contradicción en algunos casos o resultar prácticamente inviable su aplicación, cuando no se pudiera impedir en ocasiones la aplicación de medidas más convenientes por lo eficaces y por su posible menor coste. Si se añade el cada vez más vertiginoso avance de los conocimientos científicos y tecnológicos. Con potenciales crecientes de innovación, se comprende que no sea en algún modo conveniente (ni posible) llegar a redactar Reglamentos mucho más detallados y concretos, que por otra parte serían excesivamente voluminosos y de difícil aplicación.

No obstante son muy útiles las Guías Técnicas de carácter orientativo como las del INSHT, que tratan de ofrecer una referencia oficial a la vez que autorizada por su experiencia y por la consulta con los interlocutores sociales, las Comunidades Autónomas, las Administraciones de otros ámbitos como el industrial y el sanitario, así como asociaciones técnicas, científicas y profesionales. Esta referencia consiste en la elección de las soluciones y medidas más habituales en el ámbito de la práctica de la prevención de riesgos laborales, sin menoscabo de cualquier otra solución que en casos específicos sea más conveniente aplicar o de cualquier otra Guía, Código de Buenas Prácticas o cualquier otra recomendación de otra índole que pudiera ofrecer otras posibilidades igualmente válidas sino mejores.

Obviamente, en muchas cuestiones se puede acudir a las *normas técnicas* que en España desarrolla AENOR (normas UNE) y a las internacionales procedentes del CEN/CENELEC, ETSI, ISO, CEI, etc., así como a Guías y Repertorios de Buenas Prácticas de la Comisión Europea, OCDE, OIT, OMS, y de organizaciones de prestigio consolidado como ACGIH, NFPA, etc.

6 El contexto de la Unión Europea

6.1 Fundamentos de la Política Comunitaria sobre Seguridad y Salud en el Trabajo

Hasta la primera gran reforma de los Tratados de las Comunidades Europeas, el **Acta Única Europea** de 1986, no se puede hablar de una Política comunitario en materia de seguridad y salud en el trabajo, propiamente dicha. Es a partir de la entrada en vigor en julio de 1987 de este Acta Única, que aporta los elementos jurídicos necesarios y definitivos para la puesta en marcha del **Mercado Único**, cuando a la par que se reconocen e introducen otras *políticas comunes*, como la de Medio Ambiente y la relativa a Investigación y Desarrollo Tecnológico, por ejemplo, se aporta la base jurídica necesaria dentro del Título III relativo a la Política Social del Tratado CE: el artículo *entonces* 118A, derogado y sustituido por el *artículo 137.2* tras la entrada en vigor del Tratado de Amsterdam¹.

Con este artículo (fig.5), se realiza una labor legislativa que consiste en la constitución de un cuerpo legal que **armonice** las legislaciones de los Estados Miembros en materia de seguridad y salud en el trabajo en unos niveles mínimos, a partir de los cuales se deberá avanzar progresivamente.

Se trata siempre de Directivas sobre **Disposiciones mínimas de seguridad y de salud**, que como tales necesitan de una **transposición** o desarrollo posterior en los respectivos derechos internos nacionales en el plazo por ellas señaladas, y donde podrán superarse dichos mínimos siempre que no se contradigan las demás disposiciones de los Tratados: por ejemplo, que no supongan un elemento de competencia desleal o un obstáculo para el funcionamiento del Mercado Único.

El objetivo fundamental es la **protección de la seguridad y de la salud de los trabajadores** y para ello los Estados Miembros deben llevar a cabo una política que promueva la **mejora, especialmente, del medio de trabajo**.

Durante el período de la aplicación y desarrollo del Acta Única para la puesta en marcha del Mercado Único, es decir desde primero de julio de 1987 hasta el presente, se han

¹ Hasta la entrada en vigor, el 1 de mayo de 1999, del Tratado de Amsterdam de 1997, las directivas sobre seguridad y salud en el trabajo se basaban en el, entonces, *artículo 118A*:

1. Los Estados miembros procurarán promover la mejora, en particular, del medio de trabajo, para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores, y se fijarán como objetivo de armonización, dentro del progreso, de las condiciones existentes en ese ámbito.

2. Para contribuir a la consecución del objetivo previsto en el apartado 1, el Consejo, y por mayoría cualificada, a la propuesta de la Comisión, en cooperación con el Parlamento Europeo y previa consulta al Comité Económico y Social, adoptará mediante directivas, las disposiciones mínimas que habrán de aplicarse progresivamente teniendo en cuenta las condiciones y regulaciones técnicas existentes en cada uno de los Estados miembros.

Tales directivas evitarán establecer trabas de carácter administrativo, financiero y jurídico que obstaculicen la creación y el desarrollo de pequeñas y medianas empresas.

3. Las disposiciones establecidas en virtud del presente artículo no serán obstáculo para el mantenimiento y la adopción, por parte de cada Estado miembro, de medidas de mayor protección de las condiciones de trabajo, compatibles con el presente Tratado.

Tratado de la Comunidad Europea
(Versión consolidada por el Tratado de Amsterdam)

TÍTULO XI: POLÍTICA SOCIAL, DE EDUCACIÓN, DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y DE JUVENTUD. Capítulo 1: Disposiciones sociales.

Artículo 136

La Comunidad y los Estados miembros, teniendo presentes derechos sociales fundamentales como los que se indican en la Carta Social Europea, firmada en Turín el 18 de octubre de 1961, y en la Carta comunitaria de los derechos sociales fundamentales de los trabajadores, de 1989, tendrán como objetivo el fomento del empleo, la mejora de las condiciones de vida y de trabajo, a fin de conseguir su equiparación por la vía del progreso, una protección social adecuada, el diálogo social, el desarrollo de los recursos humanos para conseguir un nivel de empleo elevado y duradero y la lucha contra las exclusiones.

A tal fin, la Comunidad y los Estados miembros emprenderán acciones en las que se tengan en cuenta la diversidad de las prácticas nacionales, en particular en el ámbito de las relaciones contractuales, así como la necesidad de mantener la competitividad de la economía de la Comunidad.

Consideran que esta evolución resultará tanto del funcionamiento del mercado común, que favorecerá la armonización de los sistemas sociales, como de los procedimientos previstos en el presente Tratado y de la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas.

Artículo 137

1. Para la consecución de los objetivos del artículo 136, la Comunidad apoyará y completará la acción de los Estados miembros en los siguientes ámbitos:

- la mejora, en concreto del entorno de trabajo, para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores;*
- las condiciones de trabajo;*
- la información y la consulta a los trabajadores;*
- la integración de las personas excluidas del mercado laboral, sin perjuicio de las disposiciones del artículo 150;*
- la igualdad entre hombres y mujeres por lo que respecta a las oportunidades en el mercado laboral y al trato en el trabajo.*

2. A tal fin, el Consejo podrá adoptar, mediante directivas, las disposiciones mínimas que habrán de aplicarse progresivamente, teniendo en cuenta las condiciones y reglamentaciones técnicas existentes en cada uno de los Estados miembros. Tales directivas evitarán establecer trabas de carácter administrativo, financiero y jurídico que obstaculicen la creación y el desarrollo de pequeñas y medianas empresas.

El Consejo decidirá con arreglo al procedimiento previsto en el artículo 251 [procedimiento de codecisión] y previa consulta al Comité Económico y Social y al Comité de las Regiones.[...]

Figura 5

adoptado las principales directivas sobre Seguridad y Salud en el Trabajo: la llamada Directiva Marco y las Directivas específicas derivadas de ella.

No obstante, con anterioridad y con una base jurídica correspondiente a la constitución del Mercado Común, según el Tratado CE (entonces CEE) de 1957, el antiguo artículo 100, ya se habían aprobado algunas Directivas, sobre señalización de seguridad en los centros de

trabajo y sobre higiene industrial (exposición a cloruro de vinilo, plomo, amianto, ruido y ciertos potentes agentes cancerígenos del tipo *bifenilo*). Todas ellas demostraron con su aplicación la eficacia de una política comunitaria de seguridad y salud en el trabajo y han sido actualizadas y adaptadas a las disposiciones de la Directiva Marco.

También con anterioridad, se desarrollaron diversas acciones de promoción, cooperación y desarrollo de una cierta política comunitaria, de las que cabe destacar la creación en 1974 del *Comité Consultivo para la Seguridad, la Higiene y la Protección de la Salud de los Trabajadores en los Centros de Trabajo*, de composición tripartita con representantes de los Gobiernos, Sindicatos y Organizaciones Empresariales de cada uno de los Estados, cuyas funciones se exponen en la figura 6, y la creación en 1975 de la *Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo*, que impulsa entre otras, acciones de promoción, estudio e investigación, tal como puede observarse en el último Plan Cuatrienal que se resume en la figura 7. También hay que añadir los cuatro *Planes de Acción* de la Comisión Europea en esta materia, mostrándose en la figura 8 el esquema del IV, actualmente vigente para el período 1996-2000.

En el ámbito del Tratado CE se han adoptado otras acciones, como las Recomendaciones, sin valor vinculante, sobre *Enfermedades Profesionales y Medicina del Trabajo*, o como las Directivas sobre *Prevención de Accidentes Graves* en determinadas actividades industriales (industria química fundamentalmente) basadas principalmente en el *artículo 175* (antiguo 130S) en el Título XIX relativo al Medio Ambiente². Se trata de las llamadas Directivas *post-Seveso* o CORAG (Control de Riesgos de Accidentes Graves).

En el ámbito del Tratado CECA, (*Comunidad Europea del Carbón y del Acero*), se han desarrollado siempre acciones y planes de seguridad y salud en las industrias extractivas y siderometalúrgicas, destacando la creación en 1957 del *Órgano Permanente para la Seguridad y la Salubridad en las Minas*, con representación de Gobiernos, Sindicatos y Organizaciones Empresariales del Sector.

En el marco del Tratado EURATOM, (*Comunidad Europea de la Energía Atómica*), cabe destacar las Directivas que desde 1959 se dirigen a la protección sanitaria, tanto de la población en general como de los trabajadores, contra los riesgos por exposición a radiaciones ionizantes.

Un esquema de la evolución de esta política se facilita en la figura 9.

6.2 La Seguridad y la Salud en el Trabajo en el contexto de la "Dimensión Social" del Mercado Único

El principal objetivo del desarrollo de la Comunidad Europea y, quizás su motor, prescindiendo de los históricos que movieron a sus fundadores en los años '50, ha sido y es, sin duda, el económico. No en balde el principal Tratado se llamaba de la Comunidad **Económica** Europea, hasta que en noviembre de 1993 entró en vigor el de la Unión Europea (Maastricht 1992) que lo ha cambiado por el actual de "Comunidad Europea".

² Después de la reforma de Maastricht, la política comunitaria sobre *Medio Ambiente* estuvo encuadrada en el *Título XVI, Medio Ambiente*, (artículos 130 R, 130 S y 130 T), de la Tercera Parte, *Políticas de la Comunidad* del *Tratado constitutivo de la Comunidad Europea*. El Tratado de Amsterdam modifica los artículos 130 R y 130 S y con el nuevo sistema de numeración del articulado del Tratado CE han pasado a ser respectivamente: *Título XIX* y artículos 174, 175 y 176.

No obstante, siempre se ha considerado, e incluso reconocido en los propios Tratados, que los posibles logros alcanzados en el campo de lo económico no serían tales si no se tradujeran en un verdadero progreso social. Así se reconoció en la reunión del Consejo Europeo de París en 1972, en plena crisis económica de los años '70, con la declaración de que el desarrollo económico no es un fin en sí mismo y debe permitir prioritariamente atenuar las disparidades de las condiciones de vida y traducirse en una mejora de la calidad de vida.

Ello supuso el primer impulso a una política comunitaria en particular sobre seguridad y salud en el trabajo.

Sin embargo hasta el Tratado de Amsterdam no ha llegado a desarrollarse una verdadera *Política Social Común*. Los últimos intentos, que tuvieron la oposición del Reino Unido que entonces la consideró como exclusiva de los Estados y por lo tanto como no competencia de la Comunidad, han sido la *Carta Comunitaria de Derechos Sociales Fundamentales de los Trabajadores* de 1989, asumida por solo 11 de los entonces doce Estados, más conocida por la *Carta Social*, (que no debe confundirse con la Carta así llamada del *Consejo de Europa*), y su no inclusión como Política Común en el Tratado de la Unión Europea, aunque permitida por el propio Reino Unido en un *Protocolo Adicional* para desarrollarse en el seno de la Comunidad sin que sea vinculante para él.³

³ En el Tratado de Amsterdam de 1997, en vigor desde 1.5.1999, sí que se incorpora todo el *bagage* relativo a la Política Social del que en su día se excluyó el Reino Unido, figurando entonces en un Protocolo anejo al Tratado de Maastricht.

FUNCIONES del COMITÉ CONSULTIVO para la SEGURIDAD, la HIGIENE y la PROTECCIÓN de la SALUD en el LUGAR de TRABAJO

1. Asistir a la Comisión en la **preparación y puesta en práctica de actividades** en el ámbito (*) de la Seguridad, la higiene y la protección de la salud en el lugar de trabajo.

Se excluye el ámbito de los Tratados CECA y EURATOM.

2. Intercambiar **puntos de vista y experiencias** respecto a reglamentaciones existentes o en proyecto.

3. Contribuir a **elaborar un método común** para resolver los problemas que se plantean en este ámbito (*), determinar **prioridades comunitarias** y decidir medidas para su realización.

4. Señalar a la Comisión los **sectores** donde se necesitan adquirir **nuevos conocimientos** y llevar a cabo acciones de **formación e investigación**.

5. Definir, en el marco de los Programas de Acción Comunitaria, y en colaboración con el Órgano Permanente (1):

- **criterios y objetivos** de la **lucha contra los riesgos** de accidentes de trabajo y los peligros para la salud en la empresa
- **métodos que permitan a las empresas** y a su personal **evaluar y mejorar el nivel de protección**

6. Contribuir a **informar** a las Administraciones Nacionales y a las Organizaciones sindicales y empresariales sobre **proyectos comunitarios**, a fin de facilitar su cooperación y promover códigos de buena práctica.

(*). Siempre que se mencione "*ámbito*" se referirá a éste.

(1) En el ámbito del TCECA el Órgano Permanente para la Seguridad y la Salud en las Industrias Extractivas ejerce funciones análogas a las de este Comité Consultivo.

Figura 6

Comunitaria de Derechos Sociales Fundamentales de los Trabajadores de 1989, asumida por solo 11 de los entonces doce Estados, más conocida por la *Carta Social*, (que no debe confundirse con la Carta así llamada del *Consejo de EUROPA*), y su no inclusión como Política Común en el Tratado de la Unión Europea, aunque permitida por el propio Reino Unido en un *Protocolo Adicional* para desarrollarse en el seno de la Comunidad sin que sea vinculante para él³

³En el Tratado de Amsterdam de 1997, en vigor desde 1.5.1999, sí que se incorpora todo el *bagage* relativo a la Política Social del que en su día se excluyó el Reino Unido, figurando entonces en un Protocolo anejo al Tratado de Maastricht.

**FUNDACIÓN EUROPEA PARA LA MEJORA DE
LAS CONDICIONES DE VIDA Y TRABAJO**

PROGRAMA CUATRIENAL 1997 - 2000

DESAFÍOS:

Las actividades de la Fundación abordarán de una forma integrada los siguientes *desafíos*, derivados de la crisis concomitante del *estado del bienestar*, unida a la necesidad de garantizar la *solidaridad social*, teniendo en cuenta las relaciones y vínculos existentes entre los principales factores de cambio que afectan a la *calidad de vida* y a las *condiciones de trabajo* en Europa.

EMPLEO:

- * El potencial de creación de empleo generado a través de mejoras en las condiciones de vida y de trabajo.
- * La mejora de calidad del empleo y de las condiciones de trabajo.
- * El logro de un acceso mejor y más equitativo a buenas oportunidades de empleo para los grupos y las regiones desfavorecidos.

- # Determinar obstáculos y oportunidades para el crecimiento del empleo
- # Evaluar posibilidades por aumento de la flexibilidad y la evolución de modelos de vida, trabajo y aprendizaje.
- # Analizar nuevos enfoques y métodos de trabajo, que fomenten la participación de los agentes sociales en lo que se relaciona con la creación de empleo.
- # Mejorar la comprensión de las posibilidades de creación de empleo de la economía social y el desarrollo de una sociedad más activa.

IGUALDAD DE OPORTUNIDADES:

- # Evaluación de estrategias para promover prácticas de igualdad de oportunidades en el lugar de trabajo y en la sociedad en genera.
- # Análisis de las barreras a la mejora de la igualdad de oportunidades.
- # Análisis del impacto de la sociedad de la información. la unión económica y monetaria y la transformación de l mercado de trabajo en la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres y otros grupos objeto de discriminación.

SALUD Y BIENESTAR:

- * Seguimiento y evaluación de las condiciones de trabajo y salud en el trabajo.
 - * Determinación de estrategias, políticas e instrumentos centrados especialmente en la prevención y promoción de la salud.
 - * Creación de redes y difusión con públicos clave con organizaciones que se ocupan de estos temas.
- # Investigar nuevos métodos para mejorar la calidad de vida, salud y bienestar.
 - # Determinar costes y ventajas de la promoción de la salud en el trabajo y en la vida privada.
 - # Evaluar calidad y eficacia de los servicios públicos relacionados con la salud y el bienestar.

**DESARROLLO SOSTENIBLE
COHESIÓN SOCIAL
PARTICIPACIÓN**

Figura 7

En consecuencia, en el ámbito legislativo comunitario, las Directivas sobre *disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en el Trabajo* han sido hasta el Tratado de Amsterdam, prácticamente la única expresión de la llamada "*Dimensión Social*" del Mercado Único.

Por otra parte, las Directivas del Mercado Único, basadas en el artículo 95 (antiguo 100A) del Tratado CE, que se refieren a la *Aproximación de las Legislaciones de los Estados Miembros* sobre los distintos productos que se pueden poner en circulación, contienen un casi exclusivo conjunto de disposiciones que se refieren a los **requisitos básicos de seguridad y de salud** que deben cumplir como condición necesaria para que tales productos se puedan comercializar. En otras palabras, en el Mercado Único solo pueden circular productos "*sanos y seguros*", entendiéndose por ello que utilizados correctamente por el usuario según las instrucciones facilitadas por el fabricante, distribuidor o importador, no supondrán ningún peligro para él, para otras personas y para el entorno.

Esta característica de tales Directivas del Mercado Interior Único resulta de muy especial relevancia desde la perspectiva de una política de seguridad y salud a desarrollar en cualquier empresa para la protección de los trabajadores. Como se verá más adelante, tal política debe ser esencialmente **preventiva**, y como tal, las acciones encaminadas a este objetivo para tener una mayor garantía de máxima eficacia deben dirigirse al origen de los posibles riesgos.

En este sentido, la aplicación de estas Directivas de Mercado Interior constituyen un instrumento muy valioso para la seguridad y salud en el trabajo. Al impedir la circulación de productos que no sean "sanos y seguros", el empresario tendrá mucho avanzado en su deber de proteger la seguridad y salud de sus trabajadores al adquirir los equipos y productos necesarios garantizados como "seguros". Solo le queda utilizarlos y mantenerlos de acuerdo con las instrucciones que les acompañan y aplicando correctamente lo dispuesto en las Directivas basadas en el artículo 137.2 (antiguo 118A) sobre seguridad y salud en el trabajo.

Visto desde la perspectiva de estas obligaciones del empresario para con la seguridad y salud de sus trabajadores, las Directivas del Mercado Único son una referencia indispensable, y casi siempre necesaria, constituyendo ambos conjuntos de Directivas, las 95 y las 137.2, (*antes* "100A" y las "118A"), un cuerpo o sistema de disposiciones que confluyen en esos objetivos, complementándose en favor de una mayor garantía en la prevención de accidentes y enfermedades profesionales con ocasión del trabajo.

**CARTA COMUNITARIA DE LOS DERECHOS SOCIALES
FUNDAMENTALES DE LOS TRABAJADORES**

PUNTOS FUNDAMENTALES:

- LIBRE CIRCULACIÓN DE LOS TRABAJADORES
- DERECHO AL EMPLEO Y REMUNERACIÓN JUSTA
- MEJORA DE LAS CONDICIONES DE VIDA Y DE TRABAJO
- DERECHO A UNA PROTECCIÓN SOCIAL ADECUADA
- LIBERTAD DE ASOCIACIÓN Y NEGOCIACIÓN COLECTIVA
- FORMACIÓN PROFESIONAL
- IGUALDAD DE TRATO ENTRE HOMBRES Y MUJERES
- INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES
- PROTECCIÓN DE LA SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO
- PROTECCIÓN DE NIÑOS Y ADOLESCENTES
- TERCERA EDAD
- MINUSVÁLIDOS

**IV PROGRAMA DE ACCIÓN
de Seguridad, Higiene y Salud en el Trabajo
(1996 - 2000)**

I Medidas NO LEGISLATIVAS para mejorar la seguridad y la salud en el trabajo

Acción 1

Guías orientativas sobre la legislación

Acción 2

Información, educación y formación sobre asuntos no legislativos

Acción 3

Investigación, estudios y análisis sobre la aparición de nuevos riesgos

Acción 4

Programa SAFE (Acciones de Seguridad para Europa)

II Medidas LEGISLATIVAS

Acción 5

Correcta aplicación de la legislación CE adoptada

Acción 6

Progreso de las Propuestas presentadas al Consejo

Acción 7

Revisión de la legislación CE

Acción 8

Nuevas propuestas para :
 Actividades de alto riesgo
 Ciertas categorías de trabajadores

III Seguridad y Salud en otras Políticas

Acción 9

Mayor coherencia en la Comisión

Acción 10

Vínculos con terceros países *asociados*

Acción 11

Cooperación

Figura 8

**EVOLUCIÓN DE LA POLÍTICA COMUNITARIA SOBRE
SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

1951 1957 1959 1972	<p>Tratado CECA Tratados CE (entonces CEE) y CEEA (Euratom) ÓRGANO PERMANENTE Seguridad y Salud en minas *Directivas de protección contra Radiaciones IONIZANTES CONSEJO EUROPEO DE PARÍS</p>
1974 1975 1978 1982 1984 1986	<p>Programa de ACCIÓN SOCIAL COMITÉ CONSULTIVO DE S S T (tripartito) FUNDACIÓN EUROPEA (Dublín) Primer PROGRAMA DE ACCIÓN * Directiva General de HIGIENE INDUSTRIAL * Directiva post - SEVESO Segundo PROGRAMA DE ACCIÓN ACTA ÚNICA EUROPEA (antiguo art. 118 A)</p>
1987 1989 1992 1993	<p>Tercer PROGRAMA DE ACCIÓN Directiva MARCO SST CARTA SOCIAL TRATADO SOBRE LA UNIÓN EUROPEA (Desde 1.11.93) Acuerdo sobre el ESPACIO ECONÓMICO EUROPEO Mercado Único y aplicación de las Directivas SST</p>
1996 1997	<p>Cuarto PROGRAMA DE ACCIÓN AGENCIA EUROPEA SST + RED EUROPEA SST Tratado de Amsterdam (Desde 1.5.1999)</p>

S S T = Seguridad y Salud en el Trabajo.

Figura 9

6.3 Principios generales de la seguridad y salud en el marco de la empresa

En la primera sesión del Consejo de Ministros de Trabajo y Asuntos Sociales siguiente a la entrada en vigor del *Acta Única*, mediante una Resolución que lleva por fecha el 21 de diciembre de 1987, se dio el impulso que conduciría a unos primeros cinco años de intenso trabajo legislativo que culminarían con la celebración del *Año Europeo de la Seguridad, la Higiene y la Salud en el Trabajo 1992-93* clausurado a finales del mes de octubre de 1993. Si bien el proyecto legislativo previsto aún no se ha completado.

Con esta Resolución, el Consejo efectúa unas puntualizaciones sobre el desarrollo de una Política Comunitaria en materia de Seguridad y de Salud en el Trabajo. Considera que deben mantenerse al mismo nivel de importancia tanto los objetivos **económicos** como los **sociales** en el Mercado Único. Declara que las Directivas que se adopten deben perseguir un **alto nivel de protección** de los trabajadores e incluir medidas de tipo ergonómico. Insiste en la **colaboración de los interlocutores sociales** tanto a nivel comunitario como nacional en la aprobación de las distintas legislaciones y en la concepción y aplicación de políticas nacionales, hasta llegar al nivel de la Empresa en la determinación de las condiciones del medio de trabajo y de las medidas de prevención y protección necesarias. Subraya la importancia de la **información, sensibilización y formación** de empresarios y trabajadores para alcanzar los óptimos resultados en las acciones preventivas. Invita a una intensificación del **intercambio de información y experiencias**, así como la **cooperación** entre los Estados y con organismos con funciones relacionadas con la prevención. Finalmente sugiere la celebración de un *Año Europeo* en 1992.

Al mismo tiempo, esta Resolución acoge favorablemente el *III Programa de Acción* de la Comisión que se publicó a continuación en el Diario Oficial de la Comunidad Europea, en el número 28 de la serie C de 3 de febrero de 1988.

Con este III Programa la Comisión Europea afirmó su voluntad de reforzar el aspecto social de la realización del Mercado Único con la utilización de tres instrumentos principalmente:

- * La **armonización dentro del progreso** de las condiciones de protección.
- * La posibilidad de los Estados de **aplicar medidas de mayor protección**.
- * La promoción del **diálogo entre los interlocutores sociales**.

Considera la Comisión que la política social no depende únicamente de la adopción de Directivas y aboga por la estrecha colaboración de los Estados con ella, no sólo en la elaboración de los textos sino también en la realización de estudios, dictámenes, consultas y resolución de problemas.

Este Programa de Acción se centró en cinco grandes temas:

- * Protección de la **salud** de los trabajadores en el trabajo.
- * Desarrollo de la **seguridad** en el trabajo, con inclusión de la **ergonomía**.
- * Política de **formación e información**.
- * Iniciativas concretas para las **PYME**.
- * **Diálogo social**.

Actualmente se desarrolla el *IV Programa de acción* para el período 1996-2000, (figura 8), que a la vez que continua el anterior persigue la consolidación de la actividad legislativa y la "*exportación*" del *sistema europeo* a los Estados del centro y este del continente, próximos *socios*, y al resto del mundo, en el marco del *mercado global* preconizado por la *Organización Mundial del Comercio*.

Toda esta Política se centra en que el *empresario es el primer responsable de la seguridad y salud de sus trabajadores* en relación con el trabajo y por lo tanto está obligado a todo un conjunto de acciones en la empresa que la garanticen. Estas serán esencialmente **preventivas** y deberán responder a una **organización y planificación** previas, debiendo **integrarse** en todos sus aspectos productivos y organizativos interesando a todos los niveles jerárquicos. La acción preventiva no deberá subordinarse a criterios puramente económicos y tenderá a la mejora progresiva del medio de trabajo.

Puntos esenciales de la acción preventiva en la empresa son la **información, formación y participación equilibrada de los trabajadores** en todo lo que atañe a su seguridad y salud en el trabajo que desarrollan.

Los trabajadores deben tener un buen nivel de protección que ha de ser **igual** para todos. Para ello habrá de tenerse en cuenta los riesgos "**especiales**" o particulares que determinados trabajadores en razón de su estado biológico o por ciertas características temporales o permanentes, debiendo tomarse las medidas complementarias necesarias.

La **vigilancia de la salud**, respecto de los posibles efectos a causa de los riesgos a los que puedan estar expuestos los trabajadores con ocasión de su trabajo, se considera como derecho exigible por los mismos y otra de las acciones preventivas esenciales.

Finalmente los trabajadores deben cumplir con sus **obligaciones** de seguridad y salud para consigo mismos y con sus compañeros de acuerdo con las **instrucciones** recibidas por parte del empresario. (Esquema en la figura 10)

Como colofón a este panorama se añade la creación de la *Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo*, con sede en Bilbao, que comenzó a ser operativa durante 1998.(figura 11)

6.4 La Directiva Marco 89/391/CEE

Como ya se ha mencionado, en el terreno legislativo la expresión de la filosofía preventiva en la Empresa está contenida, en términos generales, en la llamada Directiva MARCO relativa a la *aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo*.

Esta Directiva establece las disposiciones que en todo caso se han de aplicar con fines fundamentalmente de prevención y protección, cualquiera que sea la actividad que se desarrolle, pública o privada, siempre que exista una **prestación de servicios por cuenta ajena**.

En ella se describen los principios generales de prevención de los riesgos profesionales, con la primera exigencia de evitarlos y en caso de no ser esto posible, combatirlos en el origen. Hay que planificar la prevención desde la misma concepción del proceso productivo, el diseño de los puestos de trabajo, la elección de los equipos de trabajo y la organización y métodos de las tareas a desarrollar.

El *trabajo se adaptará a la persona* y se procurará sustituir lo peligroso por lo que no lo sea o lo sea en menor medida. La organización de la prevención se integrará en todos los niveles de actividad y de la estructura jerárquica de la Empresa. En todo caso se antepondrán soluciones de **protección colectiva** a las medidas de protección individual. Se procurará progresar a mejores niveles de seguridad y salud, teniendo en cuenta especialmente la evolución de la técnica.

La Directiva establece el principio general de la responsabilidad del empresario por cuanto **"debe garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores en todos los aspectos relacionados con el trabajo"**. Esta responsabilidad no disminuye por las obligaciones de específicas de quienes ejerzan funciones de prevención, tanto por designación del propio empresario como por los trabajadores por sí mismos o por representación. En virtud de este principio, el empresario debe adoptar *todas las medidas necesarias* para hacer efectiva tal garantía.

Para ello se establecen las obligaciones generales de los empresarios que de forma condensada se describen en la figura 12.

Para cumplir con sus obligaciones, el empresario puede recurrir a **los servicios de prevención** propios (puede ser una o varias personas o todo un equipo o, en ciertas condiciones, él mismo) y en caso de no ser suficiente, servicios externos a la empresa. En cualquier caso, estos servicios, en principio de carácter multidisciplinar, deberán contar con los medios humanos y materiales adecuados y suficientes.

La Directiva hace hincapié en el derecho de los trabajadores a interrumpir su actividad y abandonar inmediatamente el lugar de trabajo para ponerse a salvo en caso de **peligro grave e inminente**. El empresario deberá prever las medidas necesarias para afrontar estas situaciones si llegaran a producirse, en particular la evacuación.

Se efectúa un especial énfasis, por considerarlas esenciales para una eficaz política preventiva en la empresa, las medidas a adoptar por el empresario para la adecuada *información, formación, consulta y participación de los trabajadores*.

Los trabajadores tienen la obligación de *"velar, según sus posibilidades, por su seguridad y su salud"*, así como por las demás personas afectadas por su actividad, de acuerdo con su formación y las instrucciones del empresario. Se describen unas obligaciones concretas, resumidas en la figura 10.

Los trabajadores tienen *derecho a recurrir* ante la autoridad laboral competente en caso de disconformidad con la actividad preventiva del empresario y a una adecuada *vigilancia de la salud*, en relación a los riesgos a los que están expuestos.

Esta Directiva *Marco* se ha incorporado al derecho nacional español mediante la aprobación de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, *de Prevención de Riesgos Laborales*, junto con la adopción del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el *Reglamento de los Servicios de Prevención*, modificado por el Reglamento 780/1998, de 30 de abril, y completado por las Órdenes Ministeriales de 22 de abril de 1997 (*desarrollo de las actividades de prevención por las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social*) y de 27 de junio de 1997 (*Acreditación de Servicios de Prevención ajenos, de Entidades Auditoras y de Entidades de Formación en materia Preventiva*).

6.5 Las Directivas específicas derivadas de la Directiva Marco

En el momento actual, está muy avanzado el cuerpo legislativo, que se pretende sea completo, sobre la *armonización*, por mínimos, de las disposiciones sobre seguridad y salud en el trabajo.

Las Directivas se pueden agrupar o clasificar, sin que ello suponga ninguna valoración añadida, ni siquiera jerárquica, en:

- * Directivas que completan la Directiva Marco, ampliando algunos aspectos (p.e. tiempo de trabajo), puntualizando otros (p.e. responsabilidades de empresas de trabajo temporal), etc.
- * Directivas dirigidas a colectivos particulares (mujeres embarazadas, menores, discapacitados,...)
- * Directivas sobre centros de trabajo en general y en determinados sectores a los que por su peculiaridad no se puede aplicar las disposiciones de la general (construcción, industrias extractivas, pesca, transporte, agricultura,..)
- * Directivas sobre utilización de equipos de trabajo (máquinas, herramientas, instalaciones, pantallas de visualización de datos, etc.)
- * Directivas sobre elección y utilización de equipos de protección individual (EPI)
- * Directivas de Higiene Industrial para la prevención de riesgos por exposición a agentes químicos, físicos y biológicos
- * Directivas sobre determinadas operaciones (manejo de cargas pesadas, trabajos en atmósferas explosivas,...)

En el Anexo se describen los principales Actos jurídicos de la CE basados en el Artículo 137.2 (antiguo 118A) del Tratado de la Comunidad Europea que actualmente están vigentes.

El desarrollo reglamentario de la Ley de *Prevención de Riesgos Laborales*, incluye la *transposición* de todas estas Directivas al derecho nacional español.

En cuanto a la legislación comunitaria se prevé completar este cuerpo legislativo antes de 2005 y revisar y perfeccionar las ya aprobadas, a la vista de la experiencia de su aplicación y de los avances científicos y técnicos.

6.6 El Tratado de Amsterdam de 1997

El dos de octubre de 1997 se firmó en Amsterdam el Tratado que lleva el nombre de esta ciudad, que no llegó a satisfacer las expectativas de grandes reformas y, en cierto modo, audaces novedades, buena parte de ellas indispensables para la prevista gran ampliación de la Unión Europea a nuevos Estados que han presentado su candidatura a la plena integración. Este es el resultado de los trabajos de la Conferencia Intergubernamental convocada al efecto en Turín el 29 de marzo de 1996.

Se trata, o mejor dicho se trataba, de cuestiones especialmente referentes a las reformas institucionales y de los mecanismos de toma de decisiones, a la introducción de nuevos tipos de actos legislativos y otras nuevas políticas de acompañamiento a la Unión Económica y Monetaria, así como la posible *fusión* de las tres Comunidades en una sola y la comunitarización de parte del *tercer pilar*. Muchas de estas *posibles reformas* y de avances en otros ámbitos se postergan para una nueva Conferencia Intergubernamental, recientemente convocada en este año 2000, mediante un procedimiento posiblemente *más comunitario*, a partir de una propuesta de la Comisión Europea y previo dictamen del Parlamento Europeo.

El Tratado de Amsterdam consta de quince artículos, repartidos en tres *partes*, un anexo, trece *protocolos* anejos y un *Acta final* con 51 *declaraciones* anejas y ocho *declaraciones particulares* incorporadas también al *Acta*, junto con los textos resultantes, a *título exclusivamente ilustrativo*, de los Tratados de la *Unión Europea* y de la *Comunidad Europea*, después de las modificaciones introducidas por la Conferencia Intergubernamental.

La *Primera Parte* del Tratado contiene las modificaciones sustantivas repartidas como sigue:

El *Artículo 1* con las modificaciones del Tratado de la Unión Europea, entre las que cabe destacar la nueva redacción del *Artículo B* (*Artículo 2* en la *versión consolidada*):

"La Unión tendrá los siguientes objetivos:

- *promover el progreso económico y social, un alto nivel de empleo y conseguir un desarrollo equilibrado y sostenible, principalmente mediante la creación de un espacio sin fronteras interiores, el fortalecimiento de la cohesión económica y social y el establecimiento de una unión económica y monetaria que implicará, en su momento, una moneda única, conforme a las disposiciones del presente Tratado;*
- *afirmar su identidad en el ámbito internacional, en particular mediante la realización de una política exterior y de seguridad común que incluya la definición progresiva de una política de defensa común que podría conducir a una defensa común, de conformidad con las disposiciones del artículo J.7 [17, en la versión consolidada];*
- *reforzar la protección de los derechos e intereses de los nacionales de sus Estados miembros mediante la creación de una ciudadanía de la Unión;*
- *mantener y desarrollar la Unión como un espacio de libertad, seguridad y justicia, en el que esté garantizada la libre circulación de personas conjuntamente con medidas adecuadas respecto al control de las fronteras exteriores, el asilo, la inmigración y la prevención y la lucha contra la delincuencia;*
- *mantener íntegramente el acervo comunitario y desarrollarlo con el fin de examinar la medida en que las políticas y formas de cooperación establecidas en el presente Tratado deben ser revisadas, para asegurar la eficacia de los mecanismos e instituciones comunitarios.*

Los objetivos de la Unión se alcanzarán conforme a las disposiciones del presente Tratado, en las condiciones y según los ritmos previstos y en el respeto del principio de subsidiariedad tal y como se define en el artículo 3B [5 en la versión consolidada del Tratado constitutivo de la Comunidad Europea."

También se modifica el Título V, *Disposiciones relativas a la Política Exterior y de Seguridad Común* (PESC, el *segundo pilar*) con una nueva redacción que sustituye al texto correspondiente del Tratado de Maastricht. Análogamente el Título VI es sustituido por uno de nueva redacción, titulado *Disposiciones relativas a la Cooperación Policial y Judicial en Materia Penal* (el *tercer pilar*).

Se introduce un nuevo Título VI bis (Título VII en la *versión consolidada*) sobre *Disposiciones sobre una Cooperación Reforzada*, que permite a los Estados miembros que se lo propongan establecer entre sí una *cooperación reforzada*, utilizando las instituciones,

procedimientos y mecanismos del Tratado de la Unión Europea y del Tratado de la Comunidad Europea, siempre que se observen determinadas condiciones que se describen en este mismo Título.

El *Artículo 2*, introduce diversas modificaciones del Tratado CE a la vez que lo reestructura. Se destaca la nueva redacción del artículo 2:

"La Comunidad tendrá por misión promover, mediante el establecimiento de un mercado común y de una unión económica y monetaria y mediante la realización de las políticas o acciones comunes contempladas en los artículos 3 y 3A [3 y 4 en la versión consolidada], un desarrollo armonioso, equilibrado y sostenible de las actividades económicas en el conjunto de la Comunidad, un alto nivel de empleo y de protección social, la igualdad entre el hombre y la mujer, un crecimiento sostenible y no inflacionista, un alto grado de competitividad y de convergencia de los resultados económicos, un alto nivel de protección y de mejora de la calidad del medio ambiente, la elevación del nivel y de la calidad de vida, la cohesión económica y social y la solidaridad entre los Estados miembros."

También se destaca la comunitarización, mediante la inserción de un nuevo Título III bis en la Tercera Parte (Título IV en la *versión consolidada* del Tratado CE) de la política sobre *Visados, Asilo, Inmigración y Otras Políticas relacionadas con la Libre Circulación de Personas*.

Se modifica el artículo 100A (artículo 95 en la *versión consolidada* del Tratado CE) relativo a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros que tengan por objeto el establecimiento y funcionamiento del *mercado interior*, completándolo en ciertos aspectos, especialmente en lo que se refiere a la adaptación al progreso y a la facultad de los Estados de adoptar ciertas disposiciones nacionales en determinadas condiciones.

Asimismo se introduce un nuevo Título VI bis de la Tercera Parte (Título VIII en la *versión consolidada* del Tratado CE) sobre *Empleo* y un nuevo Título VII bis (Título X en la *versión consolidada*) sobre *Cooperación Aduanera*.

El antiguo Título VIII sobre *Política Social, de Educación, de Formación Profesional y de Juventud*, (Título XI en la *versión consolidada*) sufre profundas modificaciones, especialmente al asumir el *Protocolo Social del Tratado de Maastricht*, con la plena integración del Reino Unido y la desaparición por tanto de la fórmula de exclusión de este Estado en la aplicación de la Política Social. Por su relación con la seguridad y salud en el trabajo se reproducen a continuación los textos correspondientes de la *versión consolidada* :

"Artículo 136 (Art. 117 del Tratado CE modificado por el T. de Amsterdam [TA])
La Comunidad y los Estados miembros, teniendo presentes derechos sociales fundamentales como los que se indican en la Carta Social Europea, firmada en Turín el 18 de octubre de 1961, y en la Carta comunitaria de los derechos sociales fundamentales de los trabajadores, de 1989, tendrán como objetivo el fomento del empleo, la mejora de las condiciones de vida y de trabajo, a fin de conseguir su equiparación por la vía del progreso, una protección social adecuada, el diálogo social, el desarrollo de los recursos humanos para conseguir un nivel de empleo elevado y duradero y la lucha contra las exclusiones.

A tal fin, la Comunidad y los Estados miembros emprenderán acciones en las que se tengan en cuenta la diversidad de las prácticas nacionales, en particular en el ámbito de las relaciones contractuales, así como la necesidad de mantener la competitividad de la economía de la Comunidad.

Consideran que esta evolución resultará tanto del funcionamiento del mercado común, que favorecerá la armonización de los sistemas sociales, como de los procedimientos previstos en el presente Tratado y de la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas.

Artículo 137 (Artículo 118 del TCE según las modificaciones del TA) [Sustituye junto con el Art. 136 al antiguo 118A e integra el *Protocolo Social* del Tratado de Maastricht]

1. Para la consecución de los objetivos del artículo 137 [117 TCE según TA], la Comunidad apoyará y completará la acción de los Estados miembros en los siguientes ámbitos:

- la mejora, en concreto del entorno de trabajo, para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores;*
- las condiciones de trabajo;*
- la información y la consulta a los trabajadores;*
- la integración de las personas excluidas del mercado laboral, sin perjuicio de las disposiciones del artículo 150 [art. 127 TCE según TA];*
- la igualdad entre hombres y mujeres por lo que respecta a las oportunidades en el mercado laboral y al trato en el trabajo.*

2. A tal fin, el Consejo podrá adoptar, mediante directivas, las disposiciones mínimas que habrán de aplicarse progresivamente, teniendo en cuenta las condiciones y reglamentaciones técnicas existentes en cada uno de los Estados miembros. Tales directivas evitarán establecer trabas de carácter administrativo, financiero y jurídico que obstaculicen la creación y el desarrollo de pequeñas y medianas empresas.

El Consejo decidirá con arreglo al procedimiento previsto en el artículo 251 [art. 189B TCE según TA: procedimiento de codecisión] y previa consulta al Comité Económico y Social y al Comité de las Regiones.

El Consejo, siguiendo el mismo procedimiento, podrá adoptar medidas destinadas a fomentar la cooperación entre los Estados miembros mediante iniciativas para mejorar el conocimiento, desarrollar el intercambio de información y de buenas prácticas, y promover fórmulas innovadoras y experiencias de evaluación con el fin de luchar contra la exclusión social.

3. Sin embargo el Consejo decidirá por unanimidad, a propuesta de la Comisión y previa consulta al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social y al Comité de las Regiones, en los siguientes ámbitos:

- seguridad social y protección social de los trabajadores;*
- protección de los trabajadores en caso de rescisión de contrato laboral;*
- representación y defensa colectiva de los intereses de los trabajadores y de los empresarios, incluida la cogestión, sin perjuicio de lo establecido en el apartado 6;*

- *condiciones de empleo de los nacionales de terceros países que residan legalmente en el territorio de la Comunidad;*
- *contribuciones financieras dirigidas al fomento del empleo y a la creación de empleo, sin perjuicio de las disposiciones relativas al Fondo Social Europeo.*

4. *Todo Estado miembro podrá confiar a los interlocutores sociales, a petición conjunta de estos últimos, la aplicación de las directivas adoptadas en virtud de los apartados 2 y 3.*

En tal caso se asegurará de que, a más tardar en la fecha en la que deba estar transpuesta una directiva con arreglo al artículo 249 [art. 189 TCE según TA: carácter de las directivas, entre otros], los interlocutores sociales hayan establecido mediante acuerdo, las disposiciones necesarias; el Estado miembro interesado deberá tomar todas las disposiciones necesarias para poder garantizar, en todo momento, los resultados fijados por dicha directiva.

5. *Las disposiciones adoptadas en virtud del presente artículo no impedirán a los Estados miembros mantener o introducir medidas de protección más estrictas compatibles con el presente Tratado.*

6. *Las disposiciones del presente artículo no se aplicarán a las remuneraciones, al derecho de asociación y sindicación, al derecho de huelga ni al derecho de cierre patronal.*

El artículo 138 de la *versión consolidada* [Art. 118A TCE según TA] se refiere a la consulta de la Comisión a los interlocutores sociales a *nivel comunitario*, pudiendo remitir éstos un *dictamen* o en su caso una *recomendación*, respecto a las propuestas presentadas en el ámbito de la política social.

El artículo 139 de la *versión consolidada* [Art. 118B TCE según TA] se refiere a la posibilidad de que el diálogo entre interlocutores sociales conduzca al establecimiento de *relaciones convencionales, acuerdos incluidos*. La aplicación de estos acuerdos a nivel comunitario sobre la base de una decisión del Consejo adoptada a propuesta de la Comisión.

El artículo 140 de la *versión consolidada* [Art. 118C TCE según TA] se refiere a la colaboración entre los Estados miembros y a la coordinación de sus acciones en los ámbitos de la política social, especialmente en lo relativo a la *protección contra los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales y la higiene del trabajo*, entre otras materias.

El *artículo 3* del Tratado de Amsterdam modifica el Tratado CECA y el *artículo 4* modifica el Tratado CEEA o Euratom, mientras que el *artículo 5* modifica las disposiciones relativas a la elección de los representantes en el Parlamento Europeo.

La *segunda parte* del T.A. que abarca los artículos 6 al 11 se refiere a la *simplificación* de los Tratados, con el fin de suprimir disposiciones obsoletas y adaptar los textos de determinadas disposiciones. Además deroga el Convenio de 25 de marzo de 1957 sobre instituciones comunes de las Comunidades y el Tratado *de Fusión* de 8 de abril de 1965 sobre instituciones únicas.

La *tercera parte* del T.A. contiene las *disposiciones generales y finales*. A destacar la reenumeración de los artículos del Tratado de la Unión Europea y del Tratado de la

Directiva Marco 89/391/CEE

OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES

*** *Velar por su seguridad y su salud y la de las personas que puedan ser afectadas:***

- ? **Por actos u omisiones**
- ? **De acuerdo con su formación y las instrucciones del empresario**

*** *En particular:***

- ? **Utilizar correctamente EQUIPOS y MATERIALES**
- ? **Utilizar correctamente los Equipos de Protección Individual (EPI)**
- ? **No alterar el funcionamiento de DISPOSITIVOS de SEGURIDAD**
- ? **Comunicar inmediatamente todo PELIGRO GRAVE E INMINENTE y defectos de los SISTEMAS DE PROTECCIÓN**
- ? **COLABORAR para la mejora de la seguridad y la salud en el trabajo**
- ? **CONTRIBUIR a cumplir las exigencias de la autoridad competente**

Figura 10

Comunidad Europea, con arreglo al Anexo de equivalencias que forma parte del Tratado de Amsterdam. Este Tratado debe ser ratificado por todas las Partes Contratantes, de conformidad con sus respectivas normas constitucionales, y entrará en vigor el primer día del segundo mes siguiente al depósito del instrumento de ratificación del último Estado signatario que cumpla con tal formalidad.

Entre los Protocolos anejos, merecen destacarse el que integra el *acervo de Schengen* (libre circulación de personas y supresión de los controles en las fronteras comunes) en el marco de la Unión Europea, el que se refiere a la aplicación de los principios de *subsidiariedad* y *proporcionalidad*, el relativo a las instituciones en la perspectiva de la ampliación de la UE.

AGENCIA EUROPEA
para la SEGURIDAD y la SALUD en el TRABAJO

Objetivo: *Proporcionar a los organismos comunitarios, a los Estados miembros y a los medios interesados toda la información técnica, científica y económica útil en el ámbito de la seguridad y la salud en el trabajo SST al objeto de fomentar la mejora, principalmente del medio de trabajo, para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores.*

Misión:

? Recoger y difundir información técnica, científica y económica sobre:

- *Prioridades y programas nacionales *para determinar los de la CE.*
- *Actividades y resultados de **investigación** en relación a la SST.
- *Aplicación de la legislación y otras medidas y sus repercusiones.
- *Métodos e instrumentos para la realización de actividades preventivas.

? Fomentar y apoyar la cooperación e intercambio en materia de información y experiencias.

? Organizar conferencias y seminarios e intercambios de expertos en SST.

? Recoger y difundir información sobre SST de terceros países y organizaciones internacionales

? Contribuir al desarrollo de futuros programas de acción comunitarios.

? Establecer y coordinar la RED Europea de SST.

? Colaborar con institutos, fundaciones, organismos especializados y programas existentes en la UE a fin de evitar la duplicación de tareas.

RED EUROPEA de SEGURIDAD y SALUD en el TRABAJO:

- ? **Redes nacionales**
- ? **Centros de Referencia Nacionales**
- ? **Centros temáticos**

Figura 11

OBLIGACIONES GENERALES DE LOS EMPRESARIOS

El Empresario *garantizará* la seguridad y salud de sus trabajadores en todos los aspectos relacionados con el trabajo.

Para ello ADOPTARÁ LAS MEDIDAS NECESARIAS, INCLUYENDO:

- * PREVENCIÓN DE RIESGOS
- * INFORMACIÓN
- * FORMACIÓN
- * PARTICIPACIÓN y CONSULTA
- * DISPOSICIÓN DE MEDIOS NECESARIOS

*teniendo en cuenta el cambio de circunstancias
tendiendo a la mejora del nivel de protección existente
siguiendo los principios de prevención*

El EMPRESARIO deberá, en particular:

- * EVALUAR LOS RIESGOS
- * ORGANIZAR LA PREVENCIÓN Y EL TRABAJO
- * INTEGRAR LA PREVENCIÓN:
 - En las actividades de la Empresa
 - En todos los niveles jerárquicos
- * TENER EN CUENTA CAPACIDADES DE LOS TRABAJADORES
- * LIMITAR EL ACCESO a ZONAS DE GRAVE RIESGO
- * COOPERAR y COORDINARSE con los demás EMPRESARIOS
- * Contar con los SERVICIOS DE PREVENCIÓN
- * ADOPTAR MEDIDAS SOBRE:
 - Primeros auxilios
 - Lucha contra incendios
 - Evacuación y salvamento
 - Peligro grave e inminente
 - Asistencia médica de urgencia
- * DISPONER DOCUMENTOS ACTUALIZADOS sobre:
 - Evaluación de riesgos
 - Medidas de prevención y protección
 - Relaciones e informes de accidentes
- * ADOPTAR MEDIDAS DE INFORMACIÓN y FORMACIÓN
- ADOPTAR MEDIDAS PARA LA CONSULTA Y PARTICIPACIÓN

Figura 12

BIBLIOGRAFÍA

Publicaciones del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
c/ Torrelaguna, 73 28027-MADRID Teléfono: (91)4037000 Fax: (91)4030050

- * *Comunidad Europea: Instituciones y Derecho Comunitarios*
Mario GRAU RÍOS (1992)
- * *Comunidad Europea: La Seguridad y la Salud en el Trabajo ante el Horizonte de 1993*
Mario GRAU RÍOS y otros autores (1990)
- * *Comunidad Europea: La Directiva Marco sobre la Seguridad y la Salud en el Trabajo*
Mario GRAU RÍOS, Javier PINILLA GARCÍA (1991)
- * *Comunidad Europea: Repertorio de Directivas vigentes y programadas sobre
SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO*
Mario GRAU RÍOS y otros autores (1998)
- * *Comunidad Europea: Repertorio de Directivas vigentes y programadas sobre
SEGURIDAD EN LOS PRODUCTOS*
Mario GRAU RÍOS y otros autores (1998)

ANEXO

**NORMATIVA ESPAÑOLA Y COMUNITARIA SOBRE
PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

**ESTADO DE LA TRANSPOSICIÓN DE LAS
DIRECTIVAS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
Y PREVISIONES NORMATIVAS**

enero 2000

DIRECTIVA MARCO Y DIRECTIVAS ESPECÍFICAS
sobre seguridad y salud en el trabajo
transpuestas o con plazo de transposición vencido
(Base jurídica: art. 137.2 del Tratado CE)

- | | | |
|-----|------------|---|
| 1) | 89/391/CEE | Directiva Marco ^{(L)(SP)(AGE)} |
| 2) | 91/383/CEE | Seguridad y Salud de los Trabajadores Temporales ^{(L)(1)} |
| 3) | 93/104/CE | Ordenación del Tiempo de Trabajo ^(a) |
| 4) | 89/654/CEE | Lugares de Trabajo ^{(D)(CN)} |
| 5) | 89/655/CEE | Utilización de Equipos de Trabajo ^{(D)(CN)} |
| 6) | 95/63/CE | Primera Modificación de la anterior 89/655/CEE ^{(D)(CN)} |
| 7) | 89/656/CEE | Utilización de Equipos de Protección Individual (EPI) ^{(D)(CN)} |
| 8) | 90/269/CEE | Manipulación Manual de Cargas ^{(D)(CN)} |
| 9) | 90/270/CEE | Pantallas de Visualización de Datos (PVD) ^{(D)(CN)} |
| 10) | 90/394/CEE | Exposición a Agentes Cancerígenos ^{(D)(CN)} |
| 11) | 90/679/CEE | Exposición a Agentes Biológicos ^{(D)(CN)} |
| 12) | 93/88/CEE | Primera modificación de la anterior 90/679/CEE ^{(D)(CN)} |
| 13) | 95/30/CE | Primera adaptación al progreso técnico de la 90/679/CEE ^{(D)(CN)} |
| 14) | 97/59/CE | Segunda adaptación al progreso técnico de la 90/679/CEE ^{(D)(CN)} |
| 15) | 97/65/CE | Tercera adaptación al progreso técnico de la 90/679/CEE ^{(D)(CN)} |
| 16) | 92/57/CEE | Seguridad y Salud en las Obras de Construcción ^{(D)(CN)} |
| 17) | 92/58/CEE | Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo ^{(D)(CN)} |
| 18) | 92/85/CEE | Seguridad y Salud de Trabajadoras en Embarazo y Lactancia ^{(L)(2)} |
| 19) | 92/91/CEE | Seguridad y Salud en Industrias Extractivas por Sondeos ^(a) |
| 20) | 92/104/CEE | Sobre Seguridad y Salud en Minas y Canteras ^{(M)(CN)} |
| 21) | 93/103/CE | Sobre Seguridad y Salud a Bordo de los Buques de Pesca ^{(D)(CN)} |
| 22) | 92/29/CEE | Sobre Asistencia Médica a Bordo de los Buques ^(CN) |
| 23) | 94/33/CE | Protección de los Jóvenes en el trabajo ^{(L)(3)} |

(L) Transpuesta al derecho español por la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

(SP) Completada su transposición por el Reglamento de los Servicios de Prevención^{(D)(CN)}.

(AGE) Disposición específica de adaptación para su aplicación en la Administración General del Estado^(CN).

(D) Tratada en la fase de proyecto de la transposición con los interlocutores sociales: Mesa tripartita del Diálogo Social.

(CN) Proyecto de disposición Informado favorablemente por la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

(M) Competencia normativa del Ministerio de Industria y Energía. Tratado en el seno de la Comisión de Seguridad Minera.

(a) Completada su transposición antes de la aprobación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales

(1) Completado con R.D. 216/1999, sobre Seguridad y Salud en el trabajo en el ámbito de las E.T.T.

(2) Transpuesta la mayor parte por la Ley de Prevención. A la espera de Directrices específicas de la Comisión Europea.

(3) Transpuesta por la Ley de Prevención. A falta de actualizar el Decreto de julio de 1957 de trabajos prohibidos a menores

**ESTADO DE TRANSPOSICIÓN AL DERECHO NACIONAL ESPAÑOL DE
DIRECTIVAS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
A partir de la Directiva Marco**

I Directivas adoptadas:

1 DIRECTIVA 89/391/CEE del Consejo de 12.06.1989 relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo (**DIRECTIVA MARCO**)

- * Incorporada por:
 - **Ley 31/1995** de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. (BOE 10.11.1995)
 - + Modificada por la Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social (BOE 31.12.1998) [Capítulo VII: **Responsabilidades y sanciones**, de la Ley 31/1995]

- * Completada por:
 - R.D. 1879/1996, de 2 de agosto, por el que se regula la composición de la **Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo**. (B.O.E. 9.8.1996)
 - + O.M. de 30.septiembre.1996, por la que se **nombran los miembros de la Comisión Nacional** de Seguridad y Salud en el Trabajo. (B.O.E. 1.10.1996)
 - R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los **Servicios de Prevención**. (BOE 31.01.1997)
 - + R.D. 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el R.D. 39/1997, por el que se aprueba el Reglamento de los **Servicios de Prevención**. (BOE 1.5.1998)
 - + O.M. de 22.abril.1997, por la que se regula el régimen de funcionamiento de las **Mutuas** de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social en el desarrollo de actividades de prevención de riesgos laborales. (BOE 24.04.1997)
 - + Resolución de 22.diciembre.1998 de la Secretaría de Estado de la Seguridad Social, por la que se determinan los criterios a seguir en relación con la **compensación de costes** prevista en el artículo 10 de la O.M. de 22 de abril de 1997. (BOE 9.01.1999 y corrección de errores BOE 10.02.1999)
 - + O.M. de 27.junio.1997, por la que se desarrolla el R.D. 39/1997 en relación con las condiciones de **acreditación** de las entidades especializadas como **servicios de prevención ajenos** a las empresas, de **autorización** de las personas o entidades

especializadas que pretendan desarrollar la actividad de **auditoría** del sistema de prevención de las empresas y de autorización de las entidades públicas o privadas para desarrollar y certificar **actividades formativas** en materia de prevención de riesgos laborales. (BOE 4.07.1997)

- * Adaptada por: - R.D. 1488/1998, de 10 de julio, de Adaptación de la legislación de prevención de riesgos laborales a la **Administración General del Estado**. (BOE 17.07.1998)
 - + Resolución de 23 de julio de 1998, de la Secretaría de Estado para la Administración Pública, por la que se ordena la publicación del Acuerdo de Consejo de Ministros de 10 de julio de 1998, por el que se aprueba el **Acuerdo Administración-Sindicatos** de Adaptación de la legislación de prevención de riesgos laborales a la **Administración General del Estado**. (BOE 1.08.1998)
 - R.D. 1932/1998, de 11 de septiembre, de Adaptación de los Capítulos III y V de la Ley 31/1995 al ámbito de los **centros y establecimientos militares**. (BOE 18.09.1998)
 - Proyecto de R.D. de actuación de la **Inspección de Trabajo y Seguridad Social** en el ámbito de la Administración Pública en relación con el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.
- * Disposiciones complementarias: + O.M. de 30.marzo.1999, por la que se establece el **día 28 de abril** de cada año como *Día de la Seguridad y la Salud en el Trabajo*. (BOE 13.04.1999)

2 DIRECTIVA 91/383/CEE del Consejo de 25.06.1991 por la que se completan las medidas tendentes a promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de los trabajadores con una relación laboral de duración determinada o de empresas de **TRABAJO TEMPORAL**

- * Incorporada por: -**Ley** 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- * Completado por: - Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las **Empresas de Trabajo Temporal (ETT)**. (BOE 24.02.1999)
 - Ley 14/1994, de 1 de junio, por la que se regulan las ETT, modificada por la Ley 50/1998, de 30 de diciembre, y por la Ley 29/1999, de 16 de julio, de Modificación de la Ley 14/1994.

3 DIRECTIVA 93/104/CE del Consejo de 23.11.1993 relativa a determinados aspectos de la ordenación del **TIEMPO DE TRABAJO**.

- * Completada su incorporación por:- R.D. 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre **jornadas especiales** de trabajo. (BOE 26.09.1995)

4 DIRECTIVA 1999/63/CE del Consejo de 21.06.1999 relativa al Acuerdo sobre la ordenación del **TIEMPO DE TRABAJO DE LA GENTE DEL MAR**, suscrito por la Asociación de Armadores de la CE (ECSA) y la Federación de Sindicatos del Transporte de la UE (FST).

- * Pendiente de transposición. Plazo: 30.06.2002.

5 DIRECTIVA 1999/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 13.12.1999 sobre el cumplimiento de las disposiciones relativas al **tiempo de trabajo de la gente de mar a bordo de buques** que hagan escala en puertos de la Comunidad

- * Pendiente de transposición. Plazo: 30.06.2002.

6 DIRECTIVA 89/654/CEE del Consejo de 30.11.1989 relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en los **LUGARES DE TRABAJO** (1ª específica)

- * Incorporada por: - R.D. 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en los **lugares de trabajo**. (BOE 23.04.1997)
- * Guía del INSHT 1999.

7 DIRECTIVA 89/655/CEE del Consejo de 30.11.1989 relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los **EQUIPOS DE TRABAJO** (2ª específica). Modificada por primera vez por la **Directiva 95/63/CE**.

- * Incorporadas por: - R.D. 1215/1997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los **equipos de trabajo**. (BOE 7.08.1997)
- * Guía INSHT 2000 (1ª Parte)

8 DIRECTIVA 89/656/CEE del Consejo de 30.11.1989 relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL** (3ª específica)

- * Incorporada por: - R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de **equipos de protección individual**. (BOE 12.06.1997)

* Guía del INSHT 1999.

9 COMUNICACIÓN 89/C328/02 de la Comisión relativa a la valoración, desde el punto de vista de la seguridad, de los **equipos de protección individual** con vistas a su **elección y utilización**

* Tenida en cuenta por: - R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de **equipos de protección individual**.

* Guía del INSHT 1999.

10 DIRECTIVA 90/269/CEE del Consejo de 29.05.1990 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la **MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS** que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (4ª específica)

* Incorporada por: - R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la **manipulación manual de cargas** que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. (BOE 23.04.1997)

* Guía del INSHT 1998.

11 DIRECTIVA 90/270/CEE del Consejo de 29.05.1990 referente a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas al trabajo con equipos que incluyen **PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN** (5ª específica)

* Incorporada por: - R.D. 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas al trabajo con equipos que incluyen **pantallas de visualización**. (BOE 23.04.1997)

* Guía del INSHT 1998.

12 DIRECTIVA 90/394/CEE del Consejo de 28.06.1990 relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a **AGENTES CARCINÓGENOS** durante el trabajo (6ª específica). Modificada por primera vez por la Directiva **97/42/CE** y por segunda vez por la Directiva **1999/38/CE**.

* Incorporada por: -R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a **agentes cancerígenos** durante el trabajo. (BOE 24.05.1997)

* La directiva 97/42/CE está pendiente de transposición. Plazo: hasta 27 de junio de 2000.

* La directiva 1999/38/CE está pendiente de transposición. Plazo: hasta 29 de abril de 2003.

13 DIRECTIVA 90/679/CEE del Consejo de 26.11.1990 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a **AGENTES BIOLÓGICOS** durante el trabajo (7ª específica). Ha sido modificada por la **Directiva 93/88/CEE** y adaptada al progreso técnico por las **Directivas 95/30/CE, 97/59/CE y 97/65/CE**.

* Incorporadas por: - R.D. 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a **agentes biológicos** durante el trabajo. (BOE 24.05.1997)

+ O.M. de 25 de marzo de 1998, por la que se adapta en función del progreso técnico el R.D. 664/1997. (BOE 30.03.1998)

14 DIRECTIVA 92/57/CEE del Consejo de 24.06.1992 relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las **OBRAS DE CONSTRUCCIÓN** temporales o móviles (8ª específica)

* Incorporada por: - R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las **obras de construcción**. (BOE 25.10.1997)

* La Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, concreta en la *Disposición adicional cuarta* la titulación académica y profesional de los *Coordinadores de Seguridad y Salud en las obras de edificación*. (BOE 6.11.1999)

15 DIRECTIVA 92/58/CEE del Consejo de 24.06.1992 relativa a las disposiciones mínimas en materia de **SEÑALIZACIÓN** de seguridad y de salud en el trabajo (9ª específica)

* Incorporada por: - R.D.485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de **señalización** de seguridad y de salud en el trabajo. (BOE 23.04.1997)

* Guía INSHT 2000.

16 DIRECTIVA 92/85/CEE del Consejo de 19.10.1992 relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la **TRABAJADORA EMBARAZADA**, que haya dado a luz o en período de lactancia (10ª específica)

* Incorporada por: - **Ley 31/1995** de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

* Ampliada por: - **Ley 39/1999**, de 5 de noviembre, para promover la conciliación de la vida familiar y laboral de las personas trabajadoras. (B.O.E. 6.11.1999)

- * Pendiente de completar para la aplicación de sus anexos. (A la espera de Directrices de la Comisión Europea prevista en el año 2000)

17 DIRECTIVA 92/91/CEE del Consejo de 3.11.1992 relativa a las disposiciones mínimas destinadas a mejorar la protección en materia de seguridad y de salud de los trabajadores de las **INDUSTRIAS EXTRACTIVAS POR SONDEOS** (11ª específica)

- * Incorporada por: - R.D. 150/1996, de 2 de febrero, por el que se modifica el artículo 109 de las **Normas Básicas de Seguridad Minera.** (BOE 8.03.1996)

18 DIRECTIVA 92/104/CEE del Consejo de 3.12.1992 relativa a las disposiciones mínimas destinadas a mejorar la protección en materia de seguridad y de salud de los trabajadores de las **INDUSTRIAS EXTRACTIVAS A CIELO ABIERTO O SUBTERRÁNEAS** (12ª específica)

- * Incorporada por: -R.D. 1389/1997, de 5 de septiembre de 1997, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y salud de los trabajadores en las **actividades mineras.** (BOE 7.10.1997)

19 DIRECTIVA 93/103/CE del Consejo de 23.11.1993 relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en el trabajo a bordo de los **BUQUES DE PESCA** (13ª específica)

- * Incorporada por: - R.D. 1216/1997, de 18 de julio de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en el trabajo a bordo de los **buques de pesca.** (BOE 7.08.1997)

20 DIRECTIVA 92/29/CEE del Consejo de 31.03.1992 relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para promover una mejor **ASISTENCIA MÉDICA A BORDO DE LOS BUQUES**

- * incorporada por: - R. D. 258/1997, de 12 de febrero de 1999, por el que se establecen condiciones mínimas sobre la protección de la salud y la **asistencia médica de los trabajadores del mar.** (BOE 24.02.1999)

21 DIRECTIVA 94/33/CE del Consejo de 22.06.1994 relativa a la protección de los **JÓVENES** en el trabajo.

- * Incorporada por: - **Ley 31/1995** de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- * Pendiente de completar por la actualización (y derogación) prevista del Decreto de julio de 1957 sobre trabajos prohibidos a menores.

22 DIRECTIVA 98/24/CE del Consejo, de 7.04.1998 relativa a la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los **AGENTES QUÍMICOS** durante el trabajo. (14ª directiva específica)

* Pendiente de transposición. Plazo: Hasta 5 de mayo de 2001.

* Lista INSHT de Valores Límite 1999.

23 DIRECTIVA 1999/92/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16.12.1999 relativa a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de **ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS** durante el trabajo. (15ª directiva específica)

* Pendiente de transposición. Plazo: Hasta 30 de junio de 2003.

NOTA:

No se han incluido las Directivas anteriores a la Marco o las que habiendo sido aprobadas después de ésta se refieren a las citadas, ni las del Tratado Euratom (radiaciones ionizantes) ni las llamadas Post-Seveso o CORAG. Todas ellas se han trasladado al derecho nacional español actualmente vigente, excepto la última aprobada sobre *radiaciones ionizantes*, cuyo plazo de transposición es el 13 de mayo de 2000, en la que se está trabajando para su transposición, y la 96/82/CE relativa al control de los riesgos inherentes a los *accidentes graves* (CORAG o SEVESO II) en los que intervengan sustancias peligrosas, que ha sido incorporada al derecho nacional español por el Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, *por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas*. (BOE 20.07.1999).

Tampoco se incluyen las relativas al *mercado interior único europeo* (EEE).

II PROYECTOS presentados por la Comisión Europea al Consejo de la Unión que se encuentran pendientes de aprobación:

1 Traslado en condiciones seguras y sanas de los trabajadores con **discapacidad por movilidad reducida**, del domicilio al trabajo y v/v.

- * Propuesta de Directiva 11.02.1991: COM(90) 588 final - [ant. SYN 327] - 1990/0327 (COD).
- * Dictamen del Comité Económico y Social: 29.5.1991
- * Dictamen del Parlamento Europeo (1ª lectura: 20.11.91).
- * Propuesta modificada de Directiva 20.12.1991: COM (91) 539.
- * Bloqueada en el Consejo, desde 15.2.1993.

2 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo a bordo de los **medios de transporte**.

- * Propuesta de Directiva 17.11.1992: COM(92) 234 final - [ant. SYN 420] - 1992/0420 (COD).
- * Dictamen del Comité Económico y Social: 28.4.1993
- * Dictamen del Parlamento Europeo (1ª lectura: 14.7.1993).
- * Propuesta modificada de Directiva 1.10.1993: COM(93) 421 final.
- * Bloqueada en el Consejo desde 1993.

3 Protección de los trabajadores contra la exposición a **agentes físicos** en el trabajo.

- * Propuesta de Directiva 8.02.1993: COM(92) 560 final - [ant.SYN 449] - 1992/0449 (COD).
- * Dictamen del Comité Económico y Social: 30.6.1993
- * Dictamen del Parlamento Europeo (1ªlectura: 20.4.1994).
- * Propuesta modificada de Directiva 8.07.1994. COM(94) 284 final.
- * Bloqueada en el Consejo, de 25.7.1994 al 2.2.1999..
- * Reanudados los trabajos el 02.02.1999. [Solo sobre riesgos por *vibraciones mecánicas*]

4 Segunda modificación de la Directiva 89/655/CEE relativa a la utilización de los **equipos de trabajo**. (equipos de trabajo para trabajos en altura: escaleras de mano, andamios, etc.)

- * Propuesta de Directiva 27.11.1998: COM(98) 678 final - [ant. SYN 327] - 1998/0327 (COD).
- * Dictamen del Comité Económico y Social: 25.3.1999.
- * Se inician los trabajos en el Consejo el 20 de julio de 1999.

5 Propuesta de Directiva relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a **agentes carcinógenos** durante el trabajo.(Versión codificada) [Directivas 90/394/CEE + 97/42/CE]

- * Propuesta de Directiva 8.04.1999: COM(99) 152 final - 99/0085 (SYN).
- * Procedimiento acelerado interinstitucional: A la espera del dictamen del Parlamento Europeo.
- * A la espera de una modificación de la Comisión (Integración de directiva 1999/38/CE).

- 6 Propuesta de Directiva del PE y del Consejo que modifica la Directiva 93/104/CE, relativa a determinados aspectos de la ordenación del **TIEMPO DE TRABAJO** para incluir los sectores y actividades excluidos de dicha directiva. [Trabajadores *no móviles* y trabajadores *móviles* del sector ferroviario]
- * Propuesta de Directiva COM(98) 662 final.
 - * Dictamen del Comité Económico y Social.
 - * Dictamen del Parlamento Europeo (1ª lectura).
 - * El Comité de las Regiones ha decidido no emitir su dictamen.
 - * Posición Común 12.julio.1999, CE)33/1999.
- 7 Propuesta de Directiva del Consejo sobre la ordenación del tiempo de trabajo de los **trabajadores móviles que realizan actividades de transporte por carretera** y de los conductores autónomos.
- * Propuesta de Directiva COM(98) 662 final - 98/0319 (SYN)
- 8 Propuesta de Directiva relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a **agentes biológicos** durante el trabajo.(Versión codificada) [Directivas 90/679/CEE + 93/88/CEE + 95/30/CE + 97/59/CE + 97/65/CE]
- * Propuesta de Directiva 14.09.1999: COM(1999) 432 final - 99/0188 (COD).
 - * Procedimiento acelerado interinstitucional: A la espera del dictamen del Parlamento Europeo.

III ANTEPROYECTOS más relevantes sobre los que trabaja la Comisión Europea:

- 1 Proyecto de propuesta de Reglamento CE del Consejo de requisitos de seguridad en materia de trabajo y descanso de las **tripulaciones aéreas**.
- 2 Proyecto de propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo que modifica por segunda vez la Directiva 83/477/CEE sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la **exposición al amianto** en el trabajo.
- 3 Proyecto de Directiva de la Comisión por la que se establece una **primera lista de valores límite de exposición profesional indicativos** en aplicación de la Directiva 98/24/CE del Consejo (Agentes químicos)

.....****.....

**La seguridad de los Productos
Industriales.
Su aplicación en el Mercado Interior
Europeo**

Antonio Muñoz
Subdirector General de Seguridad y Calidad Industrial
Ministerio de Ciencia y Tecnología

José Rodríguez Herrerías
Jefe del Area de Seguridad Industrial
Ministerio de Ciencia y Tecnología

INDICE

1. Planteamiento	1
2. El marco jurídico de la U.E.	5
2.1.Reglamento	4
2.2.Directiva	5
2.3.Decisión	5
2.4.Dictamen	6
2.5.Recomendación	6
3. Directivas de Nuevo Enfoque	9
3.1.Directivas horizontales	9
3.2.Directivas sectoriales	10
3.3.Exigencias esenciales	11
3.4.Las normas armonizadas	11
3.5.Declaración CE de conformidad	13
3.6.Expediente técnico	13
3.7.Presentación y contenido del expediente técnico	14
3.8.Marcado CE	15
3.9.Control de la seguridad de los productos industriales	16
4. La conformidad de los productos	20
5. Procedimientos de evaluación de la conformidad	22
6. Conclusiones	28
7. Bibliografía	30
Anexo: Legislación comunitaria relativa a la seguridad de productos industriales	31

1. Planteamiento

En la problemática de la Seguridad Industrial suelen distinguirse tres niveles de actuaciones:

- las destinadas a proteger a los individuos profesionalmente expuestos, y que por tanto están identificados y pueden ser entrenados para afrontar riesgos específicos gracias a un conocimiento de especialista
- las destinadas a proteger al usuario de un producto o un servicio industrial, al que lógicamente se le ha de suponer lego en la materia, pero que adquiere o usa ese producto porque así lo desea, para su conveniencia
- las destinadas a proteger a la población en general, contra riesgos provenientes de situaciones accidentales que impliquen emisiones de altas cantidades de productos tóxicos de diversa naturaleza, o de energía, o de ambas cosas a la vez. Esto está ligado a la temática de Accidentes Graves (también llamados Accidentes Mayores) y es particularmente importante en las Industrias Química y Nuclear.

Este capítulo está orientado a tratar el segundo de los niveles, que tiene especial relevancia por afectar a prácticamente la totalidad de las personas, y de modo diario y continuo. Todos dependemos y usamos productos industriales, desde pequeños electrodomésticos hasta automóviles, y este uso se debe hacer de tal manera que no comporte riesgos inadmisibles.

Con carácter tradicional, y muy desde principios de la Revolución Industrial, la autoridad pública adoptó decisiones precautorias ante las nuevas tecnologías, y basó su actuación de seguridad en medidas a priori. Es decir, para permitir la comercialización de un producto o la instalación de un servicio industrial, el fabricante o instalador tenía que demostrar de antemano la inocuidad, o la falta de peligro cierto, de esos artefactos.

Puesto que esa demostración no podía caer en una casuística detallada y arbitraria, la Autoridad fue sistematizando el conocimiento tecnológico y el desarrollo del estado del arte en una serie de disposiciones públicas (a veces, amparadas por una ley genérica) para especificar los tipos de requisitos a cumplir por los productos industriales, y los métodos para demostrar su cumplimiento.

Ello dio lugar a una política basada en **Reglamentos** (que en España se han ido emitiendo como Decretos o Reales Decretos) y que constituyen el conjunto de reglas de obligado cumplimiento en un sector o una actividad. Hay sectores, como la Electricidad, con diversos tipos de Reglamentos, por ejemplo diferenciando ámbitos según el nivel de voltaje. Así, encontramos un Reglamento de Baja Tensión, mientras que en Alta Tensión existen varios, para temas específicos, como puede ser la construcción de líneas aéreas de transmisión de electricidad, o las subestaciones cabeceras de distribución.

Una figura aneja a estas actuaciones previas es la de homologación de productos, por la cual se concede una autorización pública previa a la comercialización del mismo, por haberse comprobado su acuerdo con lo reglamentado.

Todo ello es lo que hoy día se denomina Antiguo Enfoque en Seguridad de Productos Industriales, que adolecía de la muy diferente reglamentación de unos países a otros, incluso en el seno de la Unión Europea, con las consiguientes dificultades de integración comercial.

La creación del Mercado Interior Europeo ha implicado la abolición de cualquier tipo de barreras existentes, la armonización de normas, la aproximación de legislaciones, la intensificación en la cooperación monetaria y las medidas conexas necesarias para lograr la cooperación de las empresas europeas.

Para la eliminación de las barreras técnicas se han realizado importantes esfuerzos, tanto por la Comisión como por los Estados miembros, habiéndose aprobado en estos últimos años un número importante de disposiciones comunitarias, con validez para el conjunto de la Comunidad.

El Nuevo Enfoque recogido en la “Resolución del Consejo relativa a un nuevo enfoque en materia de armonización técnica y normalización (1985)”, es quizás el más significativo de los planteamientos en los que se apoya el Mercado Interior, por lo que corresponde a barreras técnicas. La Resolución incluye los principios y elementos que habrán de constituir el cuerpo de las directivas, que se pueden resumir como sigue:

- La armonización legislativa se limita a la adopción de las exigencias básicas que deberán cumplir los productos para poder circular libremente.
- Los organismos de normalización competentes son los encargados de hacer las normas (especificaciones técnicas) que los agentes económicos necesitan para producir y comercializar los productos. Cuando los productos estén amparados en Directivas, sus normas habrán de adecuarse a las exigencias básicas de las Directivas
- Las normas (voluntarias) no serán en ningún caso obligatorias.
- Las administraciones nacionales deberán presumir la conformidad con las “exigencias básicas”, de aquellos productos fabricados conforme a normas armonizadas (o provisionalmente a normas nacionales).
- La responsabilidad del Control del funcionamiento del conjunto corresponde a las Administraciones de los Estados Miembros.

El Enfoque Global recogido en la “Resolución del Consejo de 21 de diciembre de 1989 relativa a un planteamiento global en materia de evaluación de la conformidad” destaca la importancia que tiene crear las condiciones necesarias para al funcionamiento del principio de reconocimiento recíproco, tanto en el ámbito reglamentario (obligatorio) como en el no reglamentario. Asimismo, adopta una serie de directrices que configuran la política europea de evaluación de la conformidad, de entre las que cabe destacar:

-La legislación comunitaria deberá ser coherente entre sí en cuanto a los procedimientos de evaluación de la conformidad, mediante una tipificación modular de las mismas. Asimismo deberá contemplar los aspectos relacionados con la autorización y notificación de los Organismos de Control y los referidos a la utilización de la marca CE.

-Se fomentará en todos los Estados Miembros de la Comunidad, y en la propia Comunidad, la utilización de las normas europeas EN 29000 y EN 45000. relativas a técnicas de la calidad en el ámbito de la empresa y en el de los organismos dedicados a actividades de ensayo y certificación. Se fomentará igualmente la creación de sistemas de acreditación.

-Se fomentarán los acuerdos de reconocimiento recíproco en materia de ensayos y certificación entre los organismos que actúan en esos campos.

-Se analizarán las diferencias de desarrollo en materia de infraestructuras de seguridad y calidad entre los diversos países comunitarios, para tratar de nivelar las mismas en el conjunto de la Unión Europea.

-La Comunidad intentará fomentar los intercambios con países terceros de productos sometidos a reglamentación, asegurándose que los reconocimientos recíprocos que se establezcan, impliquen la aceptación de ensayos, certificados y marcas emitidos por los organismos designados al efecto. Estos deberán tener un nivel técnico equivalente al que se exige a sus homólogos comunitarios.

La principal innovación de esta nueva filosofía comunitaria consiste en la utilización de los instrumentos de demostración de la calidad en el ámbito reglamentario de la seguridad, promoviendo la utilización de la normalización europea, y el establecimiento de unos procedimientos homogéneos y transparentes de evaluación de la conformidad (Acreditación, Certificación, Inspección, Ensayos y Calibración) en todos los Estados Miembros.

Todo ello constituye la base de la nueva política comunitaria de la seguridad y la calidad, cuya filosofía es que una empresa o un producto no puede ser discriminado en su actividad de distribución y comercialización en el ámbito territorial de la Comunidad Europea, siempre que el producto, proceso o servicio cumpla todos los requisitos especificados por una disposición técnica que le sea aplicable.

El Nuevo Enfoque no se aplica sin embargo simultáneamente a todos los sectores. Existen sectores tan significativos como el automóvil, donde se mantiene la filosofía del antiguo enfoque, con una mayor implicación para las Administraciones, tanto en la elaboración de los reglamentos como en la vigilancia y control del cumplimiento reglamentario.

Este esfuerzo legislativo, y de adecuación por parte de los Estados miembros a las exigencias del mercado interior, ha de estar seguido por una constante vigilancia en cuanto a su plena implantación y eficaz funcionamiento. En este sentido y en base al informe Southterland, el Consejo aprobó, en diciembre de 1.994, el Programa Estratégico para el seguimiento del Mercado Interior, cuyo objeto es analizar periódicamente el nivel de implantación de los imperativos legales que derivan de este mercado.

La implantación de este Mercado Interior, ha originado una serie de disposiciones y efectos jurídicos en campos tales como:

- Aparatos a presión simples
- Seguridad de los juguetes
- Productos de construcción
- Compatibilidad electromagnética
- Máquinas
- Equipos de protección individual
- Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático
- Dispositivos médicos implantables activos
- Aparatos a gas
- Equipos terminales de telecomunicación
- Requisitos de rendimiento para calderas
- Explosivos con fines civiles
- Productos sanitarios
- Aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas
- Embarcaciones de recreo
- Ascensores

- Equipos eléctricos de baja tensión

El modo en cómo se regulan las exigencias esenciales de seguridad que afectan a productos en estos campos se explica en las secciones subsiguientes

2. El marco jurídico en la U.E.

Para el desarrollo de la política comunitaria, la Unión Europea se auxilia de los siguientes actos jurídicos con valor legal en todo el territorio de la Unión Europea, según sus destinatarios.

2.1. Reglamento

El Reglamento es un acto jurídico de carácter general, obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en el Ordenamiento Jurídico interno de cada uno de los Estados miembros sin precisar, para ello, de la intervención de ningún órgano nacional.

Confiere derechos y obligaciones a los particulares, que éstos pueden invocar directamente ante sus respectivos Tribunales Nacionales.

Son aplicables, por regla general, veinte días después de su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas (DOCE), a menos que se fije expresamente otra fecha de entrada.

2.2. Directiva

La Directiva es un acto jurídico comunitario por el que se establece una obligación de los destinatarios en cuanto a unos objetivos determinados, dejándose al libre arbitrio de los Estados la elección de la forma y medios destinados a alcanzarlos en un plazo determinado. La Directiva es un acto público que emana normalmente del Consejo de Ministros, aunque en ciertos temas también la Comisión tiene capacidad para aprobar Directivas. Lo normal es que la Comisión elabore una "proposición de directivas" necesariamente motivada. En ausencia de proposición, el Consejo puede actuar invitando a la Comisión a presentar las propuestas de directiva que considere oportunas.

Antes de la adopción de una directiva, se consulta al Parlamento Europeo y en algunos casos al Comité Económico y Social. El Acta Unica modificó las modalidades de adopción de las Directivas, empleando el procedimiento de mayoría cualificada.

En el cuadro I se expone como se elabora una Directiva por el procedimiento de cooperación., cuyas fases se relacionan en el cuadro II.

Las directivas pueden ser de dos clases: totales y optativas. Las primeras son aquellas que imponen una serie de condiciones a unos productos y que hay que satisfacer para poder comercializarlos, siendo obligatorio derogar las disposiciones nacionales existentes en su ámbito de aplicación.

Las optativas se limitan a indicar las características que debe cumplir un producto para que no pueda impedirse su comercialización entre los Estados miembros. Un país miembro puede establecer unas especificaciones o normas técnicas distintas para los productos nacionales, pero no podrá impedir la entrada de un producto de otro Estado miembro si cumple con lo expuesto en la Directiva en cuestión.

2.3. Decisión

En terminología de la Unión Europea, la "Decisión" es un acto jurídico vinculante en todos sus elementos para los destinatarios designados, que pueden ser un Estado, un particular o una empresa. Tiene fuerza de ley y es ejecutable por los tribunales nacionales. Es pues una medida de ejecución particularizada.

2.4. Dictamen

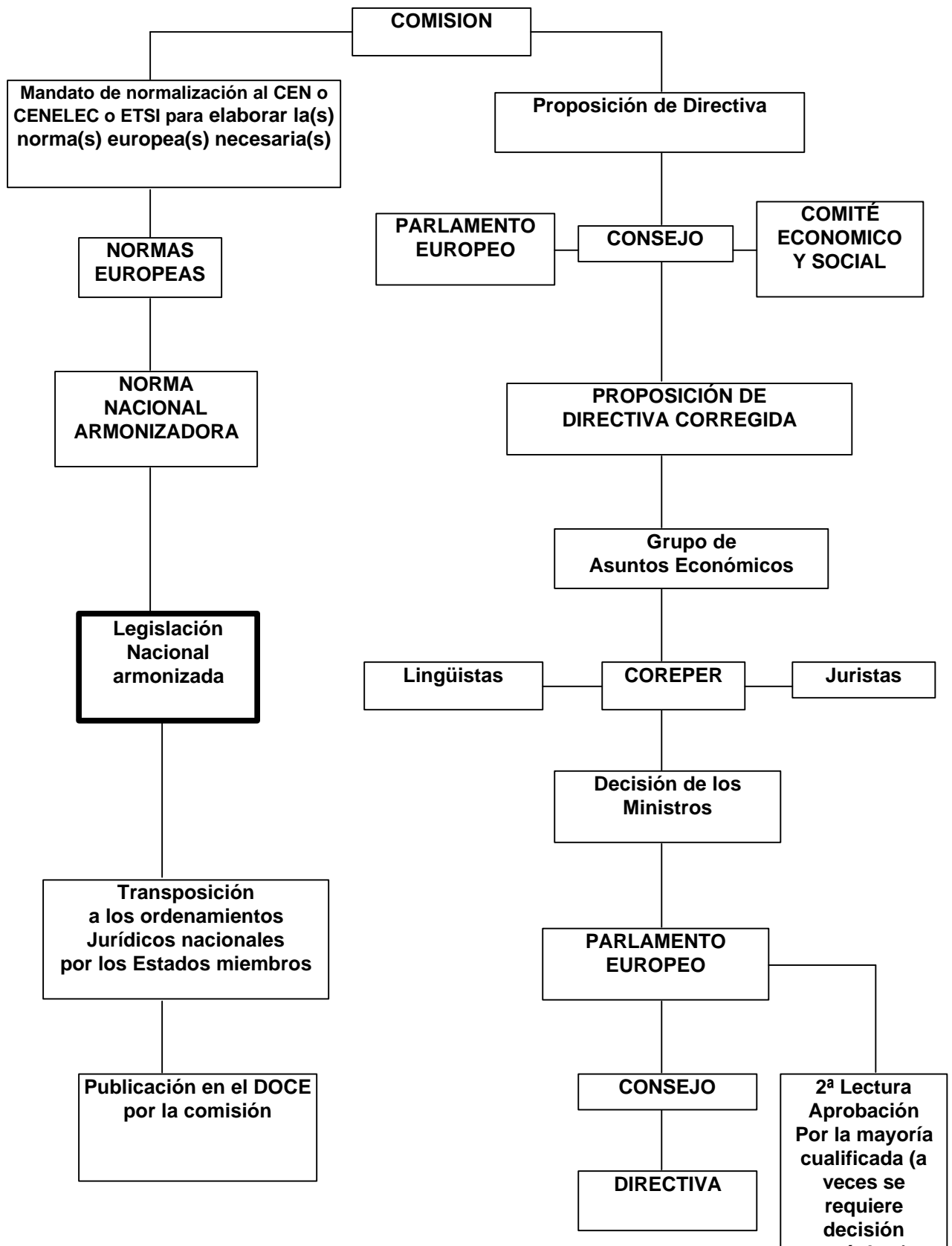
El Dictamen es un instrumento jurídico de las Instituciones Comunitarias sin fuerza vinculante, a través del cual expresan su parecer y toman posición sobre temas determinados.

Puede ser emitido por diversas instituciones y organismos. En determinados casos los Tratados prevén de forma expresa la exigencia de un Dictamen por ejemplo, como paso previo para adoptar un Reglamento, Directiva o Decisión. En otros casos, los Dictámenes, esencialmente del Parlamento y del Comité Económico y Social, son emitidos por iniciativa propia y comunicados generalmente a la Comisión y al Consejo. También el Comité ha obtenido el derecho de emitir Dictámenes en aquellos casos que lo ha considerado oportuno.

2.5. Recomendación

La Recomendación como acto de la Unión Europea no tiene efectos jurídicos, sino únicamente un cierto peso político y moral.

Cuadro I
Procesos de Elaboración de una Directiva (Procedimiento de Cooperación) y de las Normas Técnicas Armonizadas correspondientes



Cuadro II

Procedimiento de Normalización bajo el Nuevo Enfoque

1.	Se elabora un mandato, seguido de una consulta de los Estados Miembros.
2.	El mandato se transmite a las organizaciones de normalización europeas.
3.	Las organizaciones de normalización europeas aceptan el mandato ¹ .
4.	Las organizaciones de normalización europeas elaboran un programa (conjunto).
5.	El Comité Técnico elabora un proyecto de norma.
6.	Las organizaciones de normalización europeas y los organismos de normalización nacional organizan encuestas públicas.
7.	El Comité Técnico considera los comentarios.
8.	Los organismos de normalización europeos votan / las organizaciones de normalización europeas ratifican.
9.	Las organizaciones de normalización europeas transmiten referencias a la Comisión.
10.	La Comisión publica las referencias.
11.	Los organismos de normalización nacionales transponen la norma europea.
12.	Las autoridades nacionales publican las referencias de las normas nacionales.

¹ Esto es sin perjuicio de su derecho para rechazar un mandato.

3. Directivas del Nuevo Enfoque

En el momento actual, factores como la capacidad y efectividad de fabricar productos seguros están condicionando cada vez en mayor medida la competitividad de las empresas en unos mercados más globales e interdependientes.

A la necesidad genérica de tener que competir con productos seguros, en un mercado cada vez más exigente y con una oferta muy especializada, se le une, dentro del proceso de creación del Mercado Interior Europeo, la necesidad de eliminar todas las posibles barreras técnicas derivadas de las distintas normas y reglamentaciones existentes en la mayoría de los países europeos.

Sin embargo, la protección de los ciudadanos debe seguir siendo una prioridad para Europa, y por ello esta necesidad debe hacerse compatible con la de asegurar al máximo la libre circulación de productos.

Las barreras técnicas son sin duda el obstáculo más importante con que se enfrenta el Mercado Unico Europeo y en cuya eliminación más esfuerzo se ha hecho hasta la fecha.

Con la política diseñada en el Nuevo Enfoque y en el Enfoque Global de la Comunidad se pretende, además de eliminar los obstáculos técnicos al libre comercio, crear un mercado europeo ágil, flexible y desregulado, basado en la calidad de las empresas, productos y servicios europeos.

3.1. Directivas horizontales

Entre las Directivas horizontales cabe mencionar la Directiva 92/59/CEE, relativa a la seguridad general de los productos que entró en vigor en junio de 1.994, y fué adaptada por Real Decreto 44/1996, de 19 de enero, y que prevé la instauración de un conjunto coherente de procedimientos, tanto a nivel nacional como comunitario, con vistas a preservar la obligación general de garantizar la seguridad de los usuarios, prohibiendo a los fabricantes comercializar productos que no resulten seguros, y permitiendo a las Administraciones organizar los controles oportunos, en cualquiera de las fases, que van desde la fabricación al uso de los mismos.

La Directiva establece, asimismo, determinados mecanismos de información y acción rápida de las Administraciones ante productos inseguros que pudieran aparecer en el mercado comunitario.

Por otra parte, existe la Directiva 85/374/CEE relativa a las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros en materia de responsabilidad por los daños causados por productos defectuosos, cuya trasposición en España se ha efectuado mediante la Ley 22/1994 de 6 de julio, que modifica parcialmente la Ley de Defensa de Consumidores y Usuarios. En ella se establece la responsabilidad de los fabricantes, suministradores o personas que importen un producto en la Comunidad con vistas a su venta, alquiler o distribución con carácter comercial, por los eventuales daños causados por los defectos de estos productos.

Existían ciertas lagunas en el esquema comunitario, por falta de unas normas claras de actuación de las autoridades aduaneras del conjunto de los países de la Unión Europea respecto a los productos procedentes de terceros países.

Para cubrir ese vacío, la Comunidad estableció el Reglamento 339/93/CEE sobre Controles de conformidad de los productos importados de países terceros respecto a las normas aplicables en materia de seguridad de los productos.

Este Reglamento, que es obligatorio y directamente aplicable en todos los Estados Miembros, establece que las autoridades aduaneras, ante sospechas fundadas de incumplimiento de un producto podrán suspender la importación e informar a la autoridad nacional competente en materia de vigilancia de mercado, para que ésta adopte, en el plazo de tres días, las medidas que estime oportunas. Lo anterior será posible en el marco de los controles sobre las mercancías en libre práctica, cuando se constate ausencia de documentación o el producto suscite sospechas de incumplimiento de las condiciones de seguridad.

Las medidas administrativas podrán llegar hasta la retirada del producto del mercado, y a la comunicación a las autoridades aduaneras, para que coloquen en la documentación del producto la indicación de "producto peligroso" o "producto no conforme", no autorizando su despacho a libre práctica.

Por último, es preciso mencionar los esfuerzos en materia de protección del Medio Ambiente, que han culminado con la publicación del Reglamento 880/92 relativo a un sistema de concesión de Etiquetas Ecológicas y el Reglamento 1836/93 de Gestión de Auditorías Medioambientales, que tratan de evitar la introducción de barreras técnicas bajo pretexto de preservación medioambiental.

3.2. Directivas Sectoriales

A. - Vehículos automóviles

En lo que se refiere a las Directivas sectoriales y en lo relativo a vehículos, está terminada la Directiva marco de homologación europea de vehículos automóviles para vehículos de turismo, motocicletas y tractores agrícolas, y se ha avanzado notablemente en las Reglamentaciones de equipos y componentes; de forma que el sector de automoción cuenta ya con un instrumento operativo para hacer posible que puedan matricularse vehículos en el conjunto de la comunidad con una única homologación, obtenida en uno de los Estados Miembros.

B. - Otros productos industriales

En lo que respecta a otros productos industriales, se han aprobado un importante número de Directivas, que tienen carácter de Directivas marco, y que abarcan una amplia gama de productos, que comprenden la casi totalidad de los que hasta ahora estaban regidos por legislaciones nacionales.

Estas Directivas abarcan sectores tales como: Productos de la construcción, Máquinas, Equipos y aparatos a presión, Juguetes, Compatibilidad electromagnética, Baja tensión, Equipos electromédicos, Equipos de protección individual, Aparatos a gas, etc.

En un próximo futuro, una vez superados los períodos transitorios que existen para algunas de esas directivas, deberán desaparecer la totalidad de las legislaciones nacionales dando paso a una legislación europea única para todo el conjunto de la Comunidad.

Una vez terminadas las Directivas más importantes, hay que significar que en lo referente a su aplicación es preciso completar los pasos que se han venido produciendo, tanto en la Comunidad Europea como en nuestro país, para hacer operativo el sistema.

Por una parte, falta completar la elaboración por parte de los Organismos de normalización europeos, de todo un conjunto de normas de desarrollo de todas las Directivas sobre productos industriales antes citadas, sin lo cual las citadas Directivas tienen importantes dificultades para su aplicación.

Los esfuerzos realizados en este campo por el CEN/CENELEC/ETSI(Comité Europeo de Normalización/Comité Europeo de Normalización Electrotécnica/Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación) en los últimos años han sido importantes, pero necesitan ser completados con la elaboración de las correspondientes normas para gran parte de las Directivas, de las llamadas de nuevo enfoque.

Así mismo, como consecuencia de la libre circulación de mercancías, todos los Estados Miembros están poniendo énfasis en los controles de productos, para evitar la presencia en sus mercados de productos indeseados desde el punto de vista de protección de la salud o de la seguridad de los ciudadanos, así como para evitar una competencia ilícita.

La obligación de los Estados Miembros, en el control de la seguridad de los productos, en la actualidad no se limita a su propio territorio, sino que es extensiva al conjunto de los de la Unión Europea, ya que la desaparición de las fronteras interiores hace posible el paso de productos desde terceros países hacia toda la Comunidad, una vez que se haya producido la importación a través del primer país de entrada en la misma y gocen de la situación legal de "libre práctica". El reglamento 339/93 del Consejo, relativo a los productos importados de terceros países, plantea la necesidad de intensificar los controles internos sobre esos productos.

3.3. Exigencias esenciales

Todas las directivas del nuevo enfoque hacen referencia a una serie de requisitos esenciales de seguridad y salud que debieran cumplir los productos incluidos en su ámbito de aplicación, en función de los riesgos que posean esos productos.

Las directivas enumeran los riesgos en relación con los cuales el diseñador debe tomar las medidas necesarias para su eliminación o prevención. El diseñador debe analizar todos los requisitos esenciales y determinar si el riesgo correspondiente existe en el producto. En caso afirmativo debe indicar las medidas que haya tomado para subsanarlo.

Las normas armonizadas, cuyo concepto se desarrolla en el apartado siguiente, constituyen el medio más eficaz para satisfacer los requisitos esenciales, dando presunción de conformidad con el cumplimiento de la directiva.

3.4. Las normas armonizadas

El concepto de norma armonizada desempeña un papel importante en el marco de las directivas de nuevo enfoque. Sin embargo, plantea una serie de cuestiones fundamentales relacionadas con la definición de tales normas, la función de los mandatos comunitarios, la presunción de conformidad con los requisitos esenciales y las competencias respectivas de las entidades nacionales y las autoridades públicas a nivel comunitario y nacional.

Una norma armonizada, según la definición que figura en los considerandos de las directivas de nuevo enfoque y en el artículo 4 de la Directiva sobre productos de

construcción, es una especificación técnica adoptada por un organismo europeo de normalización, sobre la base de las directrices generales acordadas por los organismos europeos de normalización y la Comisión el 13 de noviembre de 1.984, derivada de un mandato de la Comisión basado en la Directiva 83/189/CEE.

Esta definición contiene, en orden inverso, los siguientes elementos:

(I) *Mandatos*

Los mandatos son el instrumento a través del cual la Comisión, previa consulta del Comité creado por la Directiva 83/189/CEE y, en su caso del comité sectorial correspondiente, invita a los organismos europeos de normalización a presentar normas armonizadas en el marco de una o varias directivas del nuevo enfoque. No obstante lo anterior, hay que señalar que los mandatos no están limitados solo a las Directivas del nuevo enfoque. En los mandatos debe indicarse con la mayor precisión posible lo que se solicita a los organismos de normalización y el marco legal en que deben presentarse las normas. Este marco legal está relacionado no sólo con la directiva para la que se van a elaborar las normas armonizadas, sino también con otras directivas o medidas comunitarias que deben tener presentes los organismos de normalización para elaborar las normas. Por ejemplo, un mandato puede especificar que determinados aspectos los tratará la legislación comunitaria, y por lo tanto, no serán objeto de normalización con arreglo al mandato.

La consulta del Comité 83/189 no es un mero formalismo; resulta esencial por varias razones. El marco en el que tienen que elaborarse las normas armonizadas debe reflejar el consenso de las autoridades nacionales. La consulta del comité 83/189 implica una amplia consulta de las autoridades a nivel nacional. Por ello, un acuerdo sobre los términos del mandato proporciona una base sólida sobre la cual pueden elaborarse las normas. En el caso de la Directiva sobre los productos de construcción, también se prevé la consulta del Comité Permanente establecido por dicha Directiva acerca del mandato.

(II) *Directrices Generales de 13 de noviembre de 1.984 (Memorandum 4)*

Estas directrices, publicadas por el CEN/CENELEC con el título de Memorandum 4, contienen una serie de principios y compromisos acordados por la Comisión y el CEN/CENELEC con respecto a la normalización y el uso de las normas de armonización técnica.

Importa hacer referencia a estas orientaciones porque varios de los elementos que en ella se mencionan, tales como la participación de todas las partes interesadas, la función de las autoridades públicas, la calidad de las normas, etc., adquieren especial relieve en el ámbito de las directivas de nuevo enfoque, que se relacionan directamente con el interés público.

(III) *Especificación técnica*

Los documentos que se invita a presentar a los organismos europeos de normalización son documentos de armonización o normas europeas. Obsérvese que para las directivas de nuevo enfoque las normas armonizadas no constituyen una categoría específica entre las normas europeas. La terminología utilizada en las directivas es una habilitación legal de unos documentos que existen por derecho propio en el marco de la normalización europea.

Desde el punto de vista de la Comisión, las normas europeas deben tener prioridad sobre los documentos de armonización.

Al presentar las normas armonizadas, los organismos de normalización no tienen que presentar imprescindiblemente normas de nueva elaboración. Pueden también seleccionar normas ya existentes si consideran, una vez examinadas, que satisfacen las condiciones del mandato, o modifican éstas para que las satisfagan. Análogamente pueden seleccionar normas internacionales o nacionales y convertirlas en normas europeas. La norma europea resultante será habilitada, entonces, como norma armonizada.

La consulta del Comité 83/189 es necesaria incluso cuando no sea preciso elaborar una nueva norma y los organismos de normalización vayan a presentar una norma europea ya existente o, por ejemplo, una norma internacional convertida en norma europea.

Al presentar las normas, los organismos de normalización deben indicar cuáles son los requisitos esenciales con los que se relaciona la norma.

(IV) *Publicación de referencia de la norma armonizada*

La publicación de la referencia no se considera condición para la existencia de una norma armonizada. El que una norma europea se considere norma armonizada con arreglo a las directivas de nuevo enfoque no está relacionada con su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas (DOCE).

(V) *Presunción de conformidad*

Según las directivas de nuevo enfoque, la conformidad con las normas nacionales que son transposición de normas armonizadas, cuyas referencias hayan sido publicadas por la Comisión en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas (DOCE), hace que se presuma la conformidad con los requisitos esenciales contemplados en las directivas, o en el caso de la directiva sobre productos de construcción, que se presuma la adecuación para el uso previsto para estos productos.

3.5. Declaración "CE" de conformidad

Aunque cada directiva establece determinadas especificidades para la declaración "CE" de conformidad, a continuación se pretende resumir aquellos conceptos que se consideran fundamentales.

1. La declaración "CE" de conformidad es el procedimiento por el cual el fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, declara que el producto comercializado satisface todos los requisitos esenciales de seguridad y de salud correspondientes a las directivas que le son aplicables.
2. La firma de la declaración "CE" de conformidad autoriza al fabricante, o a su representante establecido en la Comunidad, a colocar en el producto el marcado "CE".
3. Antes de poder establecer la declaración "CE" de conformidad, el fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, deberá asegurarse y poder garantizar que la documentación exigida en las directivas (Expediente Técnico) estará y permanecerá disponible en sus oficinas a los fines de un control por las autoridades competentes.

3.6 Expediente técnico

La mayor parte de las directivas de "Nuevo Enfoque" obligan al fabricante a elaborar y proporcionar una documentación técnica (o expediente técnico) en la que se incluyen una serie de informaciones que demuestran la conformidad del producto con los requisitos de la directiva.

Aunque cada directiva especifica el contenido del expediente, conviene añadir algunas precisiones sobre su objetivo y la forma de presentación;

A) En algunas directivas el expediente técnico constituye el elemento clave para la evaluación de la conformidad de un producto, ya que esta evaluación de la conformidad se fundamenta casi exclusivamente en la declaración de conformidad del fabricante, sin que intervenga un tercero o un organismo notificado, siendo el expediente técnico el elemento básico utilizado por los Estados miembro para ejercer la vigilancia del mercado.

En tales casos, el expediente elaborado por el fabricante está esencialmente destinado a las autoridades nacionales e inspectoras. La Resolución del Consejo de 7 de mayo de 1.985 precisa, en efecto, que "en caso de declaraciones de conformidad del fabricante y, cuando las autoridades nacionales tengan razones fundadas para creer que un producto no ofrece, por todos los conceptos, la seguridad exigida, dichas autoridades nacionales tendrán el derecho de exigir al productor o al importador que presente los datos relativos a los exámenes efectuados referentes a la seguridad del producto. Una negativa por parte del productor o del importador de facilitar los datos constituirá razón suficiente para dudar de la presunción de conformidad".

Por lo tanto el expediente técnico deberá ponerse a disposición de las autoridades nacionales competentes, a petición de éstas, cuando se comercialice el producto en cuestión.

B) En otras directivas la documentación o expedientes técnicos constituyen uno de los elementos que permiten completar un procedimiento específico de evaluación de la conformidad con intervención de una tercera parte (Organismo Notificado).

Tal es el caso de las directivas que solo establecen un examen CE de tipo (módulo B de la Decisión 93/465/CEE) cuyo certificado figura también en el expediente técnico.

3.7. Presentación y contenido del expediente técnico

El Consejo estableció en la Decisión 93/465/CEE de 27 de julio de 1.993 que "el objetivo esencial de un método de evaluación de la conformidad, consiste en permitir que los poderes públicos se cercioren de que los productos puestos en el mercado cumplen las exigencias tal y como se expresan en las disposiciones de las directivas, particularmente en lo que se refiere a sanidad y seguridad de los usuarios y consumidores".

Esta directriz del Consejo es, pues, el criterio esencial que hay que considerar al juzgar el contenido y el alcance de la información que debe incluirse en el expediente técnico, tal y como está previsto en la directiva, es decir, el contenido y el alcance de la obligación de informar.

Para que el expediente resulte más útil como instrumento de vigilancia del mercado conviene evitar que el documento sea muy complicado; a tal fin, las autoridades inspectoras podrán aceptar que el expediente se divida en dos partes:

1. Una primera parte (A) en la que se incluirán los datos técnicos esenciales y útiles para el control de la evaluación de la calidad, a saber:

- Nombre y dirección del fabricante, así como identificación del producto
- Lista de las normas armonizadas aplicadas por el fabricante y soluciones adoptadas para cumplir los requisitos esenciales.
- Descripción del producto
- Instrucciones de utilización, si procede.
- Plano de conjunto del producto, si procede.

2. Una segunda parte (B) consistente en un expediente completo que incluya todas las actas de los ensayos, información sobre el manual de calidad, planos, descripciones de productos y procedimientos, normas aplicadas, etc.

En caso de que el fabricante no adopte esta división en dos partes, las autoridades inspectoras podrán exigir el expediente completo o en parte, según se estime oportuno en función de los requisitos de control, a no ser que lo indicado en la declaración de conformidad (o en el certificado de conformidad) sea suficiente para ejercer un primer control.

3.8. Marcado CE

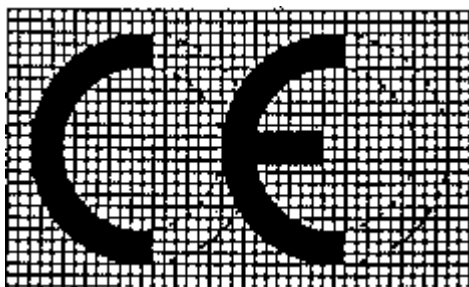
Se define por marcado CE la implantación en el producto de la citada marca, de acuerdo con la especificación tipográfica establecida al efecto, y con la que se declara la conformidad del producto con las Directivas comunitarias.

Al examinar las directivas que ya se han adoptado, se observó que había una gran diferencia entre ellas, con respecto al significado del marcado CE. Por ello resultó indispensable aclarar la legislación comunitaria sobre este asunto y publicar la Directiva 93/68/CEE, al objeto de uniformar criterios respecto al marcado CE en las diferentes directivas del nuevo enfoque

El marcado "CE" colocado en los productos industriales indica que la persona física o jurídica que ha efectuado o ha hecho que se efectúe la colocación, se ha asegurado de que el producto cumple todas las disposiciones comunitarias de armonización total que le son aplicables, y de que ha sido sometido a los procedimientos que las mismas exigen sobre la evaluación de conformidad.

Es importante destacar que la colocación de la marca CE, según el enfoque global, ha de significar que el fabricante ha seguido todos los procedimientos de evaluación de la conformidad establecidos por las diferentes directivas, que les son aplicables a su producto o su categoría de productos.

La mayoría de las directivas ya adoptadas fijan unas dimensiones máximas y mínimas para que la marca pueda leerse correctamente. Si la marca es demasiado pequeña, difícilmente podrá leerse. En la Directiva 93/68/CEE se fija un tamaño mínimo de 5 mm. En estas condiciones, será el fabricante quien deberá elegir el tamaño de la marca en función de su producto, excepto si hubiera una directiva particular que señalara más concretamente cuales han de ser sus dimensiones. La figura adjunta fija las proporciones y grafismo del marcado CE.



3.9. Control de la seguridad de los productos industriales

La actual legislación europea de productos industriales, constituida en su mayoría por Directivas de las llamadas del Nuevo Enfoque, responsabiliza fundamentalmente a los fabricantes de la seguridad de sus productos, seguridad que ha de estar en condiciones de poder demostrar, una vez que el producto esté comercializado en el mercado comunitario.

A diferencia de lo que se establecía en las Directivas tradicionales, denominadas del Antiguo Enfoque, el fabricante no necesita aportar "a priori" certificaciones expedidas por las Administraciones (Homologaciones) demostrativas de la seguridad de su producto, sino que, por el contrario son las Administraciones, las que han de demostrar la inseguridad de un producto, antes de poder tomar ninguna medida restrictiva para su libre circulación.

Esa misma legislación impone la responsabilidad del cumplimiento de las Directivas a los Estados Miembros, y establece la llamada "cláusula de salvaguardia", por la que los Estados pueden y deben rechazar aquellos productos que no cumplan las Directivas, teniendo ese rechazo valor ejecutivo para el conjunto de la Comunidad.

Por otra parte, la Directiva 92/59/CEE del Consejo, de 29 de junio de 1.992, relativa a la seguridad general de los productos, responsabiliza a los Estados miembros para que implanten controles, de forma que se garantice la comercialización, únicamente, de productos seguros, y posibilita la imposición de sanciones, en el caso de que se detecten incumplimientos a la misma.

Así mismo, el Reglamento 339/93 del Consejo, relativo a los productos importados de terceros países, en lo que se refiere a las normas aplicables en materia de seguridad de los productos y la desaparición de las fronteras interiores, plantea la necesidad de intensificar los controles internos, que las diferentes Administraciones deben seguir ejerciendo en el ámbito de su territorio, con el fin de garantizar que los productos comercializados procedentes de terceros países reúnan las necesarias medidas de seguridad.

La Ley 21/1992, de 16 de julio que regula el nuevo marco de la actividad industrial, recoge toda esa problemática y la traduce a la situación española, estableciendo en su Artículo 14 que el Ministerio de Industria y Energía, en colaboración con las Comunidades Autónomas, podrá promover campañas de comprobación mediante muestreos de las condiciones de seguridad de los productos industriales.

El Artículo 18 de la citada Ley de Industria, crea el Consejo de Coordinación de la Seguridad Industrial, con unos Comités específicos para el estudio de los temas que se consideran de mayor interés. El Real Decreto 251/1997, de 21 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento del Consejo de Coordinación de la Seguridad Industrial, crea de forma

específica el Comité de Control de Productos Industriales, cuyo objetivo es coordinar la actuación de todas las Administraciones implicadas en esta tarea.

Aunque las campañas de control puedan organizarse mediante programas regionales independientes, promovidos por las distintas Administraciones Autonómicas, es conveniente su integración en un Plan Nacional de Control de Productos Industriales, que aúne la totalidad de los esfuerzos, para conseguir la máxima eficacia y rentabilidad de los recursos disponibles para tal fin, en el conjunto del territorio español.

La inspección de las condiciones técnicas de los productos para verificar su cumplimiento reglamentario, trae como consecuencia que, una parte de los gastos, que antes recaían sobre las empresas en el momento de la homologación, recaiga ahora sobre las Administraciones, que tienen únicamente la opción de comprobar “a posteriori” el respeto a la reglamentación y no la verificación “a priori” de los productos.

La carga de la prueba se invierte, y recae en estos casos sobre los Estados miembros que, en consecuencia, tienen la obligación de disponer de un sistema que les permita detectar y rechazar aquellos productos que no cumplan la normativa y supongan un peligro para la seguridad de los ciudadanos del conjunto de la CE.

Todas y cada una de las medidas de limitación a la libre circulación de mercancías que puedan tomar los Estados miembros han de estar necesariamente avaladas por inspecciones o ensayos de laboratorio, que demuestren de forma fehaciente el incumplimiento en materia de seguridad del producto en cuestión.

Este mismo esquema es también aplicable para el caso de productos fabricados al amparo de la legislación nacional española o la equivalente de otros países comunitarios, y que posteriormente vayan a circular por el resto de la comunidad.

La realización de inspecciones, ensayos y controles es por lo tanto esencial para asegurar el cumplimiento de las exigencias nacionales y comunitarias, constituyendo el único mecanismo para evitar que productos no seguros, y en general, más baratos, se desplacen desde los países más exigentes a los peor preparados para defenderse de ese tráfico.

Dada la necesidad de actuar sobre una enorme gama de productos, afectados por una problemática semejante, se hace preciso que las acciones que se tomen, respondan a un hilo conductor común de carácter horizontal, lo que no excluye una coordinación permanente de carácter sectorial con las asociaciones responsables así como con otras Administraciones involucradas en esta problemática.

La asignación de recursos, con carácter global, para el conjunto de las inspecciones en materia de seguridad de los productos, debe responder a unas prioridades previamente establecidas, y ser lo suficientemente flexible para permitir la toma de acciones puntuales en función de la información que se disponga en cada momento sobre incumplimientos en materia de seguridad.

Así mismo se hace imprescindible la coordinación entre las Administraciones del Estado y Autonómicas, para que la validez de las actuaciones en un determinado punto, se extienda a la totalidad del territorio español, garantizando unos niveles de seguridad mínimos para el conjunto de sus ciudadanos.

Para conseguir esa homogeneidad, es imprescindible la existencia de un centro coordinador, que canalice la información desde unas Comunidades Autónomas a otras y

desde España hacia la Comunidad Europea. Así mismo y en sentido contrario, el centro debe difundir las acciones tomadas en otros países de la Comunidad, respecto a productos inseguros, hacia las autoridades autonómicas, para que estas puedan tomar las medidas oportunas en el ámbito de su competencia.

La Dirección General de Política Tecnológica es, en lo que se refiere a productos industriales, el punto de contacto, con la misión de canalizar la información que se genere como consecuencia de las campañas que se realicen hacia todas las Administraciones Autonómicas involucradas. Asimismo actúa como centro de distribución de la información que se produzca desde otros países de la CE hacia España y viceversa.

Para este tipo de actuaciones, es deseable una acción coordinada con los fabricantes, asociaciones de consumidores, Organismos de Control, grandes empresas de distribución y almacenistas, responsables de un alto porcentaje de los productos que se comercializan. La selección adecuada de las muestras por parte de personas que conozcan bien la reglamentación, puede multiplicar los resultados prácticos de las campañas, sin recurrir a costosas inversiones, ni a ensayos indiscriminados sobre productos que presumiblemente los cumplen.

Las figuras 1 y 2 reflejan el procedimiento de actuación de las campañas que se vienen realizando por el Ministerio de Industria y Energía desde 1.989 y hoy día por el MINCYT.

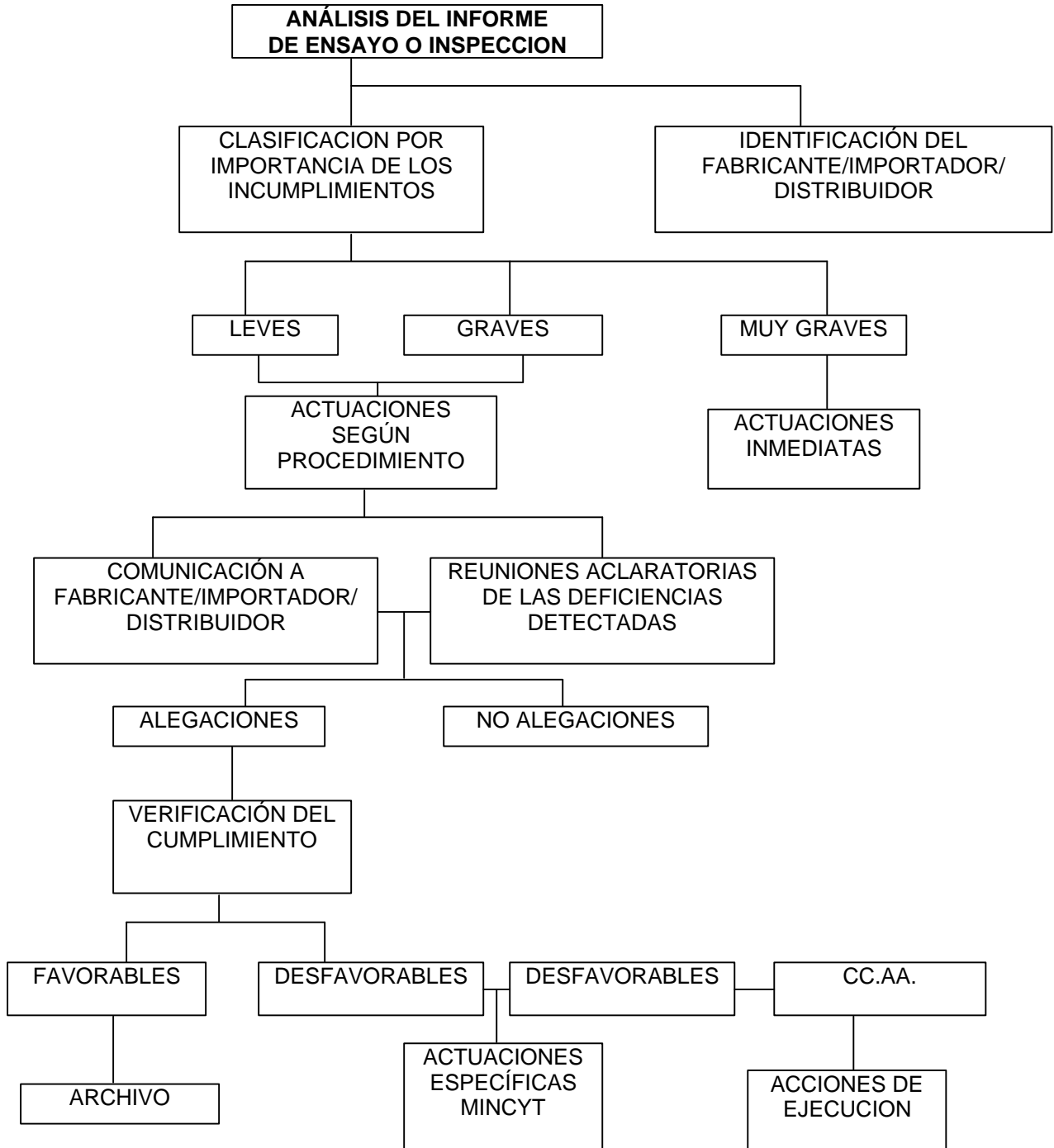
Figura 1

ESQUEMA BASICO de ACTUACIÓN EN LAS CAMPAÑAS DE CONTROL DE PRODUCTOS INDUSTRIALES



Figura 2

ACTIVIDADES DE GESTION DEL MINER/MINCYT en el ámbito del Control de Productos Industriales



4. La conformidad de los productos

Un producto sujeto a una o varias Directivas de Nuevo Enfoque, y por tanto a Mercado CE, debe cumplir los requisitos esenciales estipulados por dichas Directivas, lo cual significa poder demostrar la conformidad, en caso en que hipotéticamente se plantee un conflicto a posteriori. En gran medida, las bases para esa demostración de la conformidad deben estar contenidas en el Expediente Técnico.

Como principios de presunción de conformidad cabe señalar los siguientes:

1. La conformidad con una norma nacional que transpone una norma armonizada, cuya referencia ha sido publicada, confiere una presunción de conformidad con los requisitos esenciales de la directiva de Nuevo Enfoque aplicable que está cubierta por tal norma.
2. Referencias (tales como títulos, números de identificación) de normas armonizadas se publican en el Diario Oficial para cada directiva. Una lista actualizada de referencias para cada directiva puede encontrarse en la siguiente dirección de Internet: <http://europa.eu.int/comm/dg03/directs/dg3b/newapproa/eursthd/harmstds/index.html>
3. Los Estados Miembros deben publicar la referencia de la norma nacional que transpone una norma armonizada. Es útil indicar en la publicación la relación con la legislación en cuestión
4. La aplicación de las normas armonizadas, que dan una presunción de conformidad, sigue siendo voluntaria en el campo de las directivas de Nuevo Enfoque

La aplicación de las normas armonizadas que dan una presunción de conformidad sigue siendo voluntaria. El fabricante puede escoger si se refiere o no a normas armonizadas. Sin embargo, si el fabricante escoge no seguir una norma armonizada, tiene la obligación, para demostrar que sus productos están en conformidad con los requisitos esenciales, mediante otros medios de su propia elección (por ejemplo, por medio de cualquier especificación técnica existente). Si el fabricante aplica sólo una parte de una norma armonizada o la norma armonizada aplicable no cubre todos los requisitos esenciales, la presunción de conformidad sólo existe en lo que la norma corresponde a los requisitos esenciales.

La conformidad con las normas armonizadas, según ciertas directivas, determina el procedimiento aplicable de la evaluación de la conformidad, que a veces abre la posibilidad para la evaluación de la conformidad sin la intervención de una tercera parte o mediante una mayor opción de procedimientos.

Las normas armonizadas no son elementos incontrovertibles en este proceso, que es dinámico por su propia naturaleza. Existen procedimientos para impugnar estas normas, que lógicamente deben ser canalizados a través de la Comisión de la U.E. Ello también se aplica a la revisión y actualización de las normas.

La decisión formal para revisar una norma es, en principio, tomada por las organizaciones de normalización europeas. Esto tiene lugar en base a su propia iniciativa, o siguiendo una petición de la Comisión directamente o, indirectamente, basada en una iniciativa de un Estado Miembro. La necesidad de revisión puede resultar de los cambios del alcance de la directiva (como una ampliación del alcance a otros productos o una modificación de los requisitos esenciales), del hecho que la

Comisión o los Estados Miembros cambien los contenidos de la norma armonizada, indicando que no pudieran dar durante mucho más tiempo la presunción de conformidad con los requisitos esenciales, o como resultado del desarrollo tecnológico.

Para dar presunción de conformidad, la norma revisada debe satisfacer las condiciones generales según el Nuevo Enfoque: la norma se basa en un mandato, se presenta por la organización europea de normalización pertinente a la Comisión, su referencia se publica por la Comisión en el Diario Oficial, y se transpone como una norma nacional.

Siguiendo sus reglamentaciones internas, la organización europea de normalización pertinente establece la fecha de publicación a nivel nacional de la norma armonizada revisada, y la fecha de retirada de la norma antigua. El período transitorio es normalmente el período de tiempo entre estas dos fechas. Durante este período transitorio ambas normas armonizadas dan la presunción de conformidad, con tal que reúnan las condiciones para esto. Después de este período transitorio, sólo la norma armonizada revisada da una presunción de conformidad.

5. Procedimientos de evaluación de la conformidad

Una parte sustancial de la política tecnológica en que se basa el Nuevo Enfoque y el Enfoque Global radica en utilizar los procedimientos de Aseguramiento de la Calidad, en función del fuerte desarrollo que ha habido en este campo en los últimos decenios.

Para ello, la U.E. establece, en base a la filosofía de las normas ISO, ocho módulos básicos (de A a H) y ocho variantes sobre esos módulos, que constituyen las pautas que se han de seguir para evaluar la conformidad de un producto, de acuerdo a las Directivas.

En el cuadro III se describen sucintamente la naturaleza de los ocho módulos, y en el IV se describen las ocho variantes. Una información fundamental al respecto es la relación entre Módulos y Directivas, lo cual se especifica en el cuadro V.

Algunos Módulos hacen referencia al Diseño y la Producción, y otros sólo a la Producción. En el esquema del cuadro VI se muestra información adicional para entender mejor la filosofía de definición de cada módulo y sus procedimientos de aplicación.

Los módulos dan al legislador, con respecto al tipo de productos y a los riesgos involucrados, los medios para preparar los procedimientos apropiados para demostrar la conformidad del producto frente a las disposiciones de la directiva. Al establecer el rango de los posibles módulos, las directivas tienen en cuenta, según el principio de proporcionalidad en particular, cuestiones tales como el tipo del producto, la naturaleza de los riesgos involucrados, las infraestructuras económicas del sector dado (como la existencia o no de terceras partes), los tipos y la importancia de la producción para asegurar un alto grado de protección definida así en el Art. 95(3) del Tratado CE. Adicionalmente, los procedimientos de evaluación de la conformidad bajo una directiva específica deben proporcionar de forma equivalente, aunque los procedimientos no sean idénticos, la suficiente confianza respecto a la conformidad de los productos con los requisitos esenciales pertinentes. El principio de proporcionalidad también requiere que las directivas no deban incluir procedimientos innecesarios, que sean demasiado onerosos respecto a los objetivos, en particular los establecidos en los requisitos esenciales. Los factores que se han tenido en cuenta cuando se estableció el rango de los posibles procedimientos se describen en cada directiva.

CUADRO III

Módulos básicos de Evaluación de la Conformidad de Requisitos

A	Control interno de la producción	Cubre el diseño interno y el control de la producción. Este módulo no requiere que intervenga un organismo notificado
B	<i>Examen CE de tipo</i>	Cubre la fase de diseño y debe ser seguido de un módulo dispuesto para la evaluación en la fase de producción. El certificado de homologación CE de tipo lo emite un organismo notificado.
C	Conformidad de tipo	Cubre la fase de producción y sigue al módulo B. Dispuesto por la conformidad con el tipo que se describe en el certificado de homologación CE de tipo según el módulo B. Este módulo no requiere que intervenga un organismo notificado.
D	Aseguramiento de la calidad de la producción	Cubre la fase de producción y sigue al módulo B. Deriva de la norma de aseguramiento de la calidad EN ISO 9002, con la intervención de un organismo notificado responsable de aprobar y controlar el sistema de calidad de la producción, la inspección del producto final y los ensayos establecidos por el fabricante.
E	Aseguramiento de la calidad del producto	Cubre la fase de producción y sigue al módulo B. Deriva de la norma de aseguramiento de la calidad EN ISO 9003, con la intervención de un organismo notificado responsable de aprobar y controlar el sistema de calidad para la inspección del producto final y para los ensayos establecidos por el fabricante.
F	Verificación de los productos	Cubre la fase de producción y sigue al módulo B. Un organismo notificado controla la conformidad con el tipo que se describe en el certificado de homologación CE de tipo establecido según el módulo B y emite un certificado de conformidad.
G	Verificación de la unidad	Cubre la fase de diseño y la producción. Cada producto individual es examinado por un organismo notificado, que emite un certificado de conformidad.
H	Aseguramiento de la Calidad	Cubre las fases de diseño y de producción. Deriva de la norma de aseguramiento de la calidad EN ISO 9001, con la intervención de un organismo notificado responsable de aprobar y controlar el sistema de calidad para el diseño, la producción, la inspección del producto final y para los ensayos establecidos por el fabricante.

Las directivas de Nuevo Enfoque establecen procedimientos diferentes, según las categorías de los productos cubiertos, para dejar que los fabricantes elijan dentro de la misma categoría. Además, cada directiva de Nuevo Enfoque determina los contenidos del procedimiento de evaluación de la conformidad aplicable, que pueda diferir de los modelos establecidos por los módulos

Cuadro IV

Variantes de los módulos básicos

		<i>Elementos adicionales comparados con los módulos básicos</i>
Aa1 y Cbis1	Control interno de la producción, y uno o más ensayos en uno o más aspectos específicos del producto terminado	Intervención de un organismo notificado en las fases de diseño o producción considerando los ensayos que se llevaron a cabo por el fabricante o en su nombre. Los productos involucrados y los ensayos aplicables se especifican en la directiva.
Aa2 y Cbis2	Control interno de la producción, e inspecciones del producto a intervalos aleatorios	Intervención de un organismo notificado con respecto a las inspecciones del producto en la fase de la producción. Los aspectos pertinentes de las inspecciones están especificados en la directiva.
Dbis	Aseguramiento de la calidad de producción sin uso del módulo B	Se requiere documentación técnica.
Ebis	Aseguramiento de la calidad del producto sin uso del módulo B	Se requiere documentación técnica.
Fbis	Verificación del producto sin uso del módulo B	Se requiere documentación técnica.
Hbis	Aseguramiento de la calidad con el control del diseño	Un organismo notificado analiza el diseño de un producto o un producto y sus variantes, y emite un certificado de examen CE de diseño.

Cuadro V
Procedimientos de evaluación de la conformidad proporcionados en las directivas de nuevo enfoque

Directivas	MODULOS DE DISEÑO Y PRODUCCIÓN							MODULOS DE PRODUCCIÓN		
	A	B+C	B+D	B+E	B+F	G	H	D (+ tf)	E (+ tf)	F (+ tf)
87/404/EEC Recipientes a presión simples	x(+)	x			x					x
88/378/EEC Juguetes	x	x								
89/106/EEC Productos de construcción	x		x					x		
89/336/EEC Compatibilidad electromagnética	x x(+)	x								
89/392/EEC Máquinas	x	x								
89/686/EEC Equipo de protección industrial	x	x(+) x	x							
90/384/EEC Instrumentos de pesaje no automáticos			x		x	x		x		x
90/385/EEC Dispositivos médicos implantables activos			x		x		x(+)			
90/396/EEC Máquinas que funcionan con combustible gaseoso		x(+)	x	x	x	x				
91/263/EEC Equipo terminal de telecomunicaciones	x ⁽¹⁾	x(+)	x				x			
92/42/EEC Calderas de agua caliente alimentadas por combustible líquido o gaseoso		x(+)	x	x						
73/23/EEC Equipo eléctrico diseñado para usarse dentro de determinados límites de tensión (baja tensión)	x									
93/15/EEC Explosivos para uso civil		x(+)	x	x	x	x				
93/42/EEC Dispositivos médicos	x(+)		x	x	x		x(+)	x	x	x
94/9/EC Equipo y sistemas protectores destinados a utilizarse en ambientes potencialmente explosivos	x	x	x	x	x	x				
94/25/EC Embarcaciones de recreo	x x(+)	x	x		x	x	x			
95/16/EC Ascensores		x(+)	x	x	x	x	x x(+)			

Leyenda: x = procedimiento proporcionado por la directiva
 tf = expediente técnico (technical file)
 (+) = con requisitos complementarios

(1) Aplicable a elementos de equipo específicos definidos en los art. 9 y 10 de la directiva 93/97/EEC, que complementa a la directiva 91/263/EEC.

Cuadro VI

Articulación de los módulos para la evaluación de la conformidad

A. (Control interno de la fabricación) Fabricante Documentación técnica a disposición de las autoridades nacionales	B. (examen de tipo) El fabricante presenta al organismo acreditado — la documentación técnica — el tipo El organismo acreditado — evalúa la conformidad con los requisitos imprescindibles — efectúa las pruebas si procede — expide el certificado	G. (Verificación de la unidad) El fabricante - presenta la documentación técnica	H. (GC completa EN 29001) El fabricante - adopta un sistema aprobado de calidad para el diseño (SC) El organismo acreditado - controla el (SC) - comprueba la conformidad del diseño ⁽¹⁾ - expide el certificado de examen «CE de diseño»
A. bis Intervención del organismo acreditado	C. (Conformidad con el tipo) El fabricante - declara la conformidad con el tipo aprobado - pone el marcado «CE» El organismo acreditado - efectúa los ensayos sobre los aspectos específicos del producto ⁽¹⁾ - efectúa controles por sondeo del producto ⁽¹⁾	F. (Verificación sobre producto) El fabricante - declara la conformidad con el tipo aprobado o con exigencias básicas - pone el marcado «CE» El organismo acreditado - comprueba la conformidad - expide el certificado de conformidad	El fabricante - presenta el producto - declara la conformidad - pone el marcado «CE» El organismo acreditado - comprueba la conformidad con los requisitos indispensables - expide el certificado de conformidad
A. El fabricante - declara la conformidad con las exigencias básicas - pone el marcado «CE» A. bis El organismo acreditado - efectúa los ensayos sobre los aspectos específicos del producto ⁽¹⁾ - efectúa controles por el sondeo del producto ⁽¹⁾	D. (GC de producción) EN 29002 El fabricante - adopta un sistema de calidad aprobado (SC) para la producción y los ensayos - declara la conformidad con el tipo aprobado - pone el marcado «CE» El organismo acreditado - efectúa el SC - efectúa el control de SC	E. (GC del producto) EN 29002 El fabricante - adopta un sistema de calidad (SC) homologado para la inspección y las pruebas - declara la conformidad con el tipo homologado o con los requisitos imprescindibles - pone el marcado «CE» El organismo acreditado - efectúa el SC - comprueba el SC	El fabricante - declara la conformidad con el tipo aprobado o con exigencias básicas - pone el marcado «CE» El organismo acreditado - comprueba la conformidad - expide el certificado de conformidad

DISEÑO

PRODUCCIÓN

⁽¹⁾ Disposiciones adicionales que pueden utilizarse en las directivas específicas
 NB: GC = Garantía de calidad SC = Sistema de calidad

Los módulos basados en técnicas de aseguramiento de la calidad derivadas de la serie de normas EN ISO 9000 establecen un eslabón entre los sectores regulados y los no regulados. Esto debe ayudar a los fabricantes a cumplir simultáneamente las obligaciones basadas en las directivas y las necesidades del cliente. Además, se permite a los fabricantes beneficiarse, bajo ciertas condiciones, de la inversión efectuada en sistemas de la Calidad. También contribuye al desarrollo de la cadena de la Calidad (de la calidad de los productos a la calidad de las compañías por sí mismas), y promueve el conocimiento de la importancia de las estrategias de gestión de la calidad para mejorar la competitividad.

Un sistema de calidad implantado de acuerdo a las normas EN ISO 9001, 9002 o 9003¹ da presunción de conformidad con los respectivos módulos de acuerdo con las disposiciones que en los módulos cubren estas normas, y con tal que el sistema de calidad permita al fabricante demostrar que los productos cumplen los requisitos esenciales de la directiva en cuestión

¹ EN ISO 9001, EN ISO 9002 y EN ISO 9003 de 1994 reemplazan las versiones de 1987 de las normas, es decir, EN 29001, EN 29002 y EN 29003. Además, una revisión de la serie de normas ISO 9000 se lleva a cabo para integrar las normas ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003 en la nueva norma ISO 9001. La estructura y los contenidos de la norma revisada serán diferentes e incluirán algunos requisitos adicionales.

6. Conclusiones

La seguridad de los productos y servicios industriales es una preocupación política y técnica de primer nivel, en la que se consiguen resultados muy positivos, pues su tasa de accidentes y siniestralidad es bajísima. Cuestión aparte merece el tema del transporte, particularmente en automóvil, lo cual no es específicamente seguridad industrial, sino seguridad vial. Por supuesto, sobre el automóvil existen numerosas disposiciones acerca de su seguridad, que conforman una parte importante de la seguridad de productos industriales, si bien éstos no se rigen por la política europea de Nuevo Enfoque, entre otras cosas por ser el automóvil una máquina muy compleja, susceptible de muchas variantes que se explotan para aumentar la competitividad comercial, y que además constituye un mercado muy globalizado.

Sobre el automóvil pesan además otras disposiciones sobre su mantenimiento, a través del control de las ITV, que son otro ejemplo de aplicación de seguridad industrial. Esta es tan extensa y abarca tantas actividades del quehacer ordinario que resulta imposible tratar detalladamente cada sector.

Donde se ha efectuado una importante labor de sistematización de la seguridad industrial de productos ha sido en el área abordada por el Mercado Interior de la Unión Europea, y específicamente en el llamado Nuevo Enfoque para la reglamentación de la seguridad de los productos y el Enfoque Global para la evaluación de la conformidad de los mismos.

La sistemática efectuada se ha apoyado en el amplio desarrollo que en estos últimos decenios se ha llevado a cabo, internacionalmente, en los temas de la Calidad, y muy señaladamente en el Aseguramiento de la Calidad. Esto implica el establecimiento de prácticas objetivas y bien definidas en el campo del diseño y en el de la producción, y permite adoptar una política que concilia la protección al usuario con la dinamización del mercado. Una herramienta técnica importante a tal efecto es la definición de Módulos de diversa naturaleza para canalizar el proceso de evaluación de la conformidad, tanto en las situaciones de autoevaluación como en las intervenciones de la autoridad pública.

El conjunto de la política de Nuevo Enfoque descansa en la adopción de unas Directivas generales que afectan a una rama muy amplia de productos, y que señalan los requisitos esenciales de seguridad en cada rama. Para llegar desde estos principios generales a la aplicación específica, la política de seguridad descansa lógicamente en la mejor utilización del estado del arte, lo cual se realiza mediante la práctica de normalización, en lo cual intervienen los organismos europeos de esta actividad.

Pero es pertinente señalar que la seguridad de los productos industriales no puede quedar exclusivamente a merced de intereses de parte, y que siempre ha de quedar salvaguardado el interés de protección al público usuario. Ello lleva a la adopción de medidas que inspeccionen el mercado, en principio de manera muestral, y si es necesario, con orientación intencionada, para comprobar el cumplimiento de los productos comercializados, en relación con los requisitos exigidos.

Para esto último hace falta tener una dotación técnica fiable y solvente de equipo humano y de equipamiento técnico, que dependa de la Administración o colabore con ésta a través de contratos suficientemente vinculantes. A la postre, en ello descansa la

verificación de que los productos y servicios industriales puestos en el mercado son conformes a lo que se estima condiciones esenciales de seguridad. Y ésta es la principal función de las políticas de seguridad industrial en este ámbito.

BiBblografía

“Guía Interpretativa del Nuevo Enfoque y Mercado CE”

Antonio Muñoz Muñoz

José Rodríguez Herrerías

Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial, Madrid (1998)

“Guía para la Aplicación de las Directivas basadas en el Nuevo Enfoque y el Enfoque Global”

Antonio Muñoz Muñoz

José Rodríguez Herrerías

Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial, Madrid (2000)

“Normas Europeas de Aseguramiento de la Calidad en la legislación de Nuevo Enfoque de la U.E.”

Antonio Silva Mendes

Giuseppe Giannuol

Editado por Antonio Muñoz y José M. Martínez-Val

Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial, Madrid (1998)

ANEXO

LEGISLACIÓN COMUNITARIA RELATIVA A SEGURIDAD DE PRODUCTOS INDUSTRIALES

I	Directivas de Nuevo Enfoque (= directivas que prevén el Mercado CE)	Número de Directiva, enmienda	Referencia en el DOCE, enmienda [corregida]
1.	Directiva del Consejo, de 19 de Febrero de 1973 relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados Miembros sobre los equipos eléctricos diseñados para utilizarse dentro de ciertos límites de tensión	73/23/CEE 93/68/CEE	DO L 77 de 26/03/73 DO L 220 de 30/08/93 [DO L 181 de 4/07/73]
2.	Directiva del Consejo, de 25 de Junio de 1987 relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados Miembros sobre los recipientes a presión simple	87/404/CEE 90/488/CEE 93/68/CEE	DO L 220 de 08/08/87 DO L 270 de 02/10/90 DO L 220 de 30/08/93 [DO L 31 de 02/02/90]
3.	Directiva del Consejo de 3 de Mayo de 1988 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre la seguridad de los juguetes	88/378/CEE 93/68/CEE	DO L 187 de 16/07/88 DO L 220 de 30/08/93 [DO L 281 de 14/10/88] [DO L 347 de 16/12/88] [DO L 37 de 09/02/91]
4.	Directiva del Consejo de 21 de Diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros sobre los productos de construcción	89/106/CEE 93/68/CEE	DO L 40 de 11/02/89 DO L 220 de 30/08/93
5.	Directiva 89/336/CEE del Consejo de 3 de Mayo de 1989 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre la compatibilidad electromagnética	89/336/CEE 92/31/CEE 93/68/CEE (98/13/CE)	DO L 139 de 23/05/89 DO L 126 de 12/05/92 DO L 220 de 30/08/93 (DO L 74 de 12/03/98) [DO L 144 de 27/05/89]
6.	Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de Junio de 1998 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre la maquinaria	98/37/CE 98/79/CE	DO L 207 de 23/07/98 DO L 331 de 07/12/98 [DO L 16 de 21/01/99]
7.	Directiva del Consejo de 21 de Diciembre de 1989 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre los equipos de protección individual	89/686/CEE 93/68/CEE 93/95/CEE 96/58/CE	DO L 399 de 30/12/89 DO L 220 de 30/08/93 DO L 276 de 09/11/93 DO L 236 de 18/09/96
8.	Directiva del Consejo de 20 de Junio de 1990 relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados Miembros sobre los instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático	90/384/CEE 93/68/CEE	DO L 189 de 20/07/90 DO L 220 de 30/08/93 [DO L 258 de 22/09/90]
9.	Directiva del Consejo de 20 de Junio de 1990 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre los productos sanitarios implantables activos	90/385/CEE 93/42/CEE 93/68/CEE	DO L 189 de 20/07/90 DO L 169 de 12/07/93 DO L 220 de 30/08/93 [DO L 7 de 11/01/94] [DO L 323 de 26/11/97]
10.	Directiva 90/396/CEE del Consejo de 29 de Junio de 1990 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre los aparatos de gas	90/396/CEE 93/68/CEE	DO L 196 de 26/07/90 DO L 220 de 30/08/93

I	Directivas de Nuevo Enfoque (=directivas que prevén el Mercado CE)	Número de Directiva, enmienda	Referencia en el DOCE, enmienda [corregida]
11.	Directiva 92/42/CEE del Consejo, de 21 de Mayo de 1992 relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos	92/42/CEE 93/68/CEE	DO L 167 de 22/06/92 DO L 220 de 30/08/93 [DO L 195 de 14/07/92] [DO L 268 de 29/10/93]
12.	Directiva del Consejo, de 5 de Abril de 1993 relativa a la armonización de las disposiciones sobre la puesta en el mercado y el control de los explosivos con fines civiles	93/15/CEE	DO L 121 de 15/05/93 [DO L 79 de 07/04/95]
13.	Directiva del Consejo 93/42/CEE de 14 de Junio de 1993 relativa a los productos sanitarios	93/42/CEE 98/79/CE	DO L 169 de 12/07/93 DO L 331 de 07/12/98 [DO L 323 de 26/11/97] [DO L 61 de 10/03/99]
14.	Directiva 94/9/CE del Parlamento Europeo y el Consejo de 23 de Marzo de 1994 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre los aparatos y los sistemas de protección para usarse en atmósferas potencialmente explosivas	94/9/CE	DO L 100 de 19/04/94 [DO L 257 de 10/10/96]
15.	Directiva 94/25/CE del Parlamento Europeo y el Consejo de 16 de Junio de 1994 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre las embarcaciones de recreo	94/25/CE	DO L 164 de 30/06/94 [DO L 127 de 10/06/95] [DO L 17 de 21/01/97]
16.	Directiva 95/16/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de Junio de 1995 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre los ascensores	95/16/CE	DO L 213 de 07/09/95
17.	Directiva 96/57/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 3 de Septiembre de 1996 relativa a los requisitos de eficiencia energética para frigoríficos eléctricos domésticos, congeladores y combinaciones	96/57/CE	DO L 236 de 18/09/96
18.	Directiva 97/23/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de Mayo de 1997 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre equipos a presión	97/23/CE	DO L 181 de 09/07/97 [DO L 265 de 27/09/97]
19.	Directiva 98/13/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de Febrero de 1998 relativa a los equipos terminales de telecomunicaciones y los equipos satélites en estaciones terrestres, incluyendo el reconocimiento mutuo de su conformidad	98/13/CE	DO L 74 de 12/03/98
20.	Directiva 98/79/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de Octubre de 1998 relativa a productos sanitarios de diagnóstico in vitro	98/79/CE	DO L 331 de 07/12/98 [DO L 22 de 29/01/99] [DO L 74 de 19/03/99]
21.	Directiva 99/5/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a los equipos de radio y los equipos terminales de telecomunicación y el reconocimiento mutuo de su conformidad	99/5/CE	DO L 91 de 07/04/99

II	Directivas basadas en los principios del Nuevo Enfoque o del Enfoque Global, pero que no prevén el Mercado CE)	Número de Directiva, enmienda	Referencia en el DOCE, Enmienda [corregida]
1.	Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/62/CE de 20 de Diciembre de 1994 relativa a embalajes y restos de embalaje	94/62/CE	DO L 365 de 31/12/1994
2.	Directiva 96/48/CE del Consejo de 23 de Julio de 1996 relativa a la interoperabilidad del sistema ferroviario a gran velocidad trans-europeo	96/48/CE	DO L 235 de 17/09/1996 [DO L 262 de 16/10/1996]
3.	Directiva 96/98/CE del Consejo de 20 de Diciembre relativa a equipos marinos	96/98/CE	DO L 46 de 17/02/1997 [DO L 246 de 10/09/1997] [DO L 241 de 29/08/1998]

III	Propuestas para las directivas basadas en los principios del Nuevo Enfoque o del Enfoque Global	Número de propuesta, enmienda	Referencia en el DOCE, enmienda
1.	Propuesta para una Directiva del Consejo relativa a los artículos de metales preciosos	COM/93/322 final COM/94/267 final	DO C 318 de 25/11/93 DO C 209 de 29/07/94
2.	Propuesta para una Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a las instalaciones por cable diseñadas para llevar pasajeros	COM/93/646 final	DO C 070 de 08/03/94
3.	Propuesta para una Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa al mercado del embalaje y al establecimiento de un procedimiento de evaluación de la conformidad para el embalaje	COM/96/191 final	DO C 382 de 18/12/96
4.	Propuesta para una Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre la emisión de ruido por los equipos usados al aire libre	COM/98/46 final	DO C 125 de 22/04/98

IV	Otras directivas comunitarias, reglamentaciones y decisiones incluidas en la Guía	Número de documento , enmienda	Referencia en el DOCE, enmienda [corregida]
1.	Directiva 85/374/CEE del Consejo de 25 de Julio de 1985 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros sobre la responsabilidad de los productos defectuosos	85/374/CEE	DO L 210 de 07/08/85 [DO L 307 de 12/11/88]
2.	Directiva 89/391/CEE del Consejo de 12 de Junio de 1989 relativa a la introducción de medidas para fomentar las mejoras en la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.	89/391/CEE	DO L 183 de 29/06/89 [DO L 275 de 05/10/90] [DO L 347 de 28/11/89]
3.	Directiva 89/655/CEE del Consejo de 30 de Noviembre de 1989 relativa a los requisitos mínimos sobre la seguridad y la salud para el uso de equipos de trabajo por los trabajadores en el trabajo (segunda Directiva individual dentro del significado del Artículo 16 (1) de la Directiva 89/391/CEE)	89/655/CEE 95/63/CE	DO L 393 de 30/12/89 DO L 335 de 30/12/95 [DO L 59 de 06/03/91] [DO L 335 de 30/12/95] [DO L 79 de 29/03/96]
4.	Directiva 89/656/CEE del Consejo de 30 de Noviembre de 1989 relativa a los requisitos mínimos sobre la seguridad y la salud para el uso por los trabajadores de los equipos de protección individual en el lugar de trabajo (tercera Directiva individual dentro del significado del Artículo 16 (1) de la Directiva 89/391/CEE)	89/656/CEE	DO L 393 de 30/12/89 [DO L 59 de 6/03/1991]
5.	Directiva 90/270/CEE del Consejo de 29 de Mayo de 1990 relativa a los requisitos mínimos sobre la seguridad y la salud para trabajos con equipos de visualización de datos (quinta Directiva individual dentro del significado del Artículo 16 (1) de la Directiva 89/391/CEE)	90/270/CEE	DO L 156 de 21/06/90 [DO L 171 de 04/07/90]
6.	Directiva 92/59/CEE del Consejo de 29 de Junio de 1992 relativa a la seguridad general del producto	92/59/CEE	DO L 228 de 11/08/92
7.	Decisión del Consejo de 22 de Septiembre de 1992 relativa a la adopción y a un plan de acción sobre el intercambio entre las administraciones del Estado Miembro de los funcionarios nacionales que están involucrados en la aplicación de la legislación comunitaria requerida para conseguir el mercado interno	92/481/CEE	DO L 286 de 01/10/92
8.	Reglamento del Consejo (CEE) N° 2913/92 del 12 de Octubre de 1992 que establece el Código Aduanero Comunitario	2913/92	DO L 302 de 19/10/92
9.	Decisión de la Comisión de 13 de Diciembre de 1992 relativa al establecimiento de un Comité Asesor para la coordinación en el campo del Mercado Interno	93/72/CEE	DO L 26 de 03/02/93
10.	Decisión del Consejo de 22 de Julio de 1993	93/465/CEE	DO L 220 de 30/08/93

	relativa a los módulos para las diversas fases de los procedimientos de evaluación de la conformidad y las reglas para la colocación y el uso del marcado CE de conformidad, que están destinadas a usarse en las directivas de armonización técnica		<i>[DO L 282 de 17/11/93]</i>
--	--	--	-------------------------------

IV	Otras directivas comunitarias, reglamentaciones y decisiones incluidas en la Guía	Número de documento , enmienda	Referencia en el DOCE, enmienda [corregida]
11.	Reglamento del Consejo (CEE) N° 339/93 de 8 de Febrero de 1993 relativo a las inspecciones de acuerdo con las reglas sobre la seguridad del producto en el caso de productos importados de terceros países	339/93	DO L 40 de 17/02/93 <i>[DO L 92 de 16/04/93]</i> <i>[DO L 134 de 03/06/93]</i> <i>[DO L 159 de 01/07/93]</i>
12.	Decisión de la Comisión de 28 de Julio de 1993 que establece la lista de productos previstos en el Artículo 8 del Reglamento del Consejo (CEE) N° 339/93	93/583/CEE	DO L 279 de 12/11/93
13.	Decisión de la Comisión de 12 de Julio de 1995 que establece un Comité de Inspectores de Trabajo	95/319/CE	DO L 188 de 09/08/95
14.	Reglamento del Consejo (CE) N° 515/97 de 13 de Marzo de 1997 relativo a ayuda mutua entre las autoridades administrativas de los Estados Miembros y la cooperación entre los últimos y la Comisión para asegurar la correcta aplicación de la ley sobre asuntos aduaneros y agrícolas	515/97	DO L 082 de 22/03/97
15.	Decisión N° 889/98/CE del Parlamento Europeo y el Consejo de 7 de Abril de 1998 que modifica la Decisión del Consejo 92/481/CEE relativa a la adopción de un plan de acción sobre el intercambio entre las administraciones del Estado Miembro de los funcionarios nacionales que están involucrados en la aplicación de la legislación comunitaria requerida para conseguir el mercado interno (Programa Karolus)	889/98/CE	DO L 126 de 28/04/98
16.	Directiva 98/34/CE del Parlamento Europeo u del Consejo de 22 de Junio de 1998 que establece un procedimiento para la disposición de la información en el campo de las normas y las reglamentaciones técnicas	98/34/CE 98/48/CE	DO L 204 de 21/07/98 <i>DO L 217 de 05/08/98</i>
17.	Decisión N° 372/1999/CE del Parlamento Europeo y el Consejo de 8 de Febrero de 1999 que adopta un programa de acción comunitaria relativa a la prevención de daños en el marco de la salud pública (1999 a 2003)	372/99/CE	DO L 046 de 20/02/99

La Seguridad Industrial ante los Accidentes Graves

**Domingo Moreno
Dr. Ingeniero Industrial
E.T.S.I. Industriales, UPM**

**Mario Grau
Ingeniero Industrial
Profesor Asociado, UNED**

INDICE

1. Introducción	1
2. Alcance de los accidentes graves	3
3. Escenarios de accidentes graves	6
4. Sistema de gestión de accidentes graves	8
5. Análisis y evaluación de riesgos	10
6. Control de riesgos	12
7. Obligaciones del industrial	13
7.1. Notificación	13
7.2. Informe de seguridad	13
7.3. Plan de emergencia interno (PEI)	14
8. Obligaciones de la autoridad competente	17
8.1. Plan de emergencia exterior	17
8.2. Información	19
8.3. Inspecciones	22
Anexo	24

1. Introducción

A lo largo de los años se han producido accidentes industriales con graves efectos sobre las personas, medio ambiente y bienes entre los que podemos mencionar, entre otros, los de Flixborough (74), Seveso (76), San Juanico (84), Bhopal (84) en los que se produjeron muertes múltiples y graves pérdidas patrimoniales.

Estos accidentes, tradicionalmente conocidos como accidentes mayores, se empiezan a denominar accidentes graves, lo que sin duda alguna es una mejor nomenclatura, han puesto de manifiesto los riesgos que plantean la proximidad de ciertos establecimientos industriales a zonas residenciales, zonas frecuentadas por público y otras zonas consideradas de interés y sensibilidad especial.

Especialmente, a partir del accidente ocurrido en Seveso se ha generado una creciente preocupación de la sociedad por estos accidentes reclamando a los gobiernos de las naciones que en las políticas de ordenación del territorio los Estados tengan en cuenta la necesidad, a largo plazo, de asegurar la separación adecuada entre dichas zonas y los establecimientos que presenten tales peligros en el caso de instalaciones de nueva construcción y que las ya existentes tengan en cuenta medidas técnicas complementarias a fin de disminuir los riesgos para las personas. Todo esto, se traduce, en definitiva, en la exigencia del cumplimiento de una legislación para garantizar unas condiciones de seguridad estrictas, lo que supone un avance significativo en la problemática de los accidentes graves.

En España, los primeros intentos se han venido dando a través de unos reglamentos específicos del Ministerio de Industria sobre Seguridad industrial que incluyen aspectos parciales del problema pero no contemplan globalmente las actuaciones para evitar y controlar estos accidentes.

El gran empuje en seguridad aparece con nuestra incorporación a la unión Europea y la obligación, que se adquiere, para transponer a nuestra legislación ciertas directivas con las que se pretende armonizar los principios y prácticas de los Estados Miembros. Entre estas se incluye la 82/501/CEE conocida como directiva Seveso y la más reciente 96/82/CE que está a punto de incorporarse a nuestro acervo jurídico. Teóricamente, la transposición se debería haber hecho en febrero de 1999 y ésta va a suponer cambios importantes en nuestra legislación, especialmente respecto a las obligaciones de los titulares de los establecimientos industriales y a sus relaciones con las autoridades competentes con un nuevo sistema de gestión de los riesgos que facilite la inspección y el control de los mismos.

El objetivo fundamental de esta directiva es la disminución y limitación de los riesgos inherentes con cierta clase de establecimientos industriales obligando a las empresas y autoridades competentes con un nuevo sistema de gestión de los riesgos que facilite la inspección y el control de los mismos.

El objetivo fundamental de esta directiva es la disminución y limitación de los riesgos inherentes con cierta clase de establecimientos industriales obligando a las empresas y autoridades competentes a cumplir ciertos requisitos para garantizar unos niveles de protección elevados limitando sus consecuencias en orden a la protección de la población y de los bienes y del medio ambiente entendido como el conjunto de recursos que condicionan y sustentan la vida del hombre: el aire, el agua, el suelo, el clima, las especies de flora y fauna; las materias primas, el hábitat y el patrimonio natural y cultural.

Dependiendo de ciertos factores, las posibles actuaciones que comentaremos posteriormente son:

Por parte del titular del establecimiento:

- Notificación
- Establecimiento de una política de prevención de accidentes graves
- Elaboración de un informe de seguridad
- Sistema de gestión de la seguridad
- Plan de emergencia interior
- Comunicación de accidentes graves

Por parte de la autoridad competente:

- Revisión informe de seguridad
- Plan de emergencia exterior
- Información a la población
- Inspección y prohibición de explotación
- Análisis e investigación de accidentes graves
- Comunicación de datos a la Comisión de la Unión Europea

2. Alcance de los accidentes graves

Antes de proseguir es conveniente introducir las definiciones, que figuran en la directiva 96/82/CE, y en la Resolución de 30/1/91, de ciertos conceptos que nos permitirán aclarar y en cierto modo delimitar el contenido del tema.

Estas son:

1. Establecimiento: la totalidad de la zona bajo el control de un industrial en la que se encuentren sustancias peligrosas en una o varias instalaciones, incluidas las infraestructuras o actividades comunes o conexas
2. Instalación: una unidad técnica en el interior de un establecimiento en donde se produzcan, utilicen, manipulen o almacenen sustancias peligrosas. Incluye todos los equipos, estructuras, canalizaciones, maquinaria, instrumentos, ramales ferroviarios particulares, dársenas, muelles de carga o descarga para uso de la instalación, espigones, depósitos o estructuras similares, estén a flote o no, necesarios para el funcionamiento de la instalación
3. Industrial: cualquier persona física o jurídica que explote o posea el establecimiento o la instalación o, si está previsto en la legislación nacional, cualquier persona en la que se haya delegado, en relación con el funcionamiento técnico, un poder económico determinante.
4. Sustancias peligrosas: las sustancias, mezclas o preparados enumerados en el Anexo I o que cumplan los criterios establecidos en el Anexo II, y que estén presentes en forma de materia prima, productos, subproductos, residuos o productos intermedios, incluidos aquellos de los que se pueda pensar justificadamente que se forman en caso de accidente.
5. Accidente grave: un hecho como una emisión, incendio o explosión importantes, que resulte de un proceso no controlado durante el funcionamiento de cualquier establecimiento al que se aplique la Directiva 96/82/CE, que suponga un peligro grave, y sea inmediato o diferido, para la salud humana o el medio ambiente, dentro o fuera del establecimiento, y en el que intervengan, una o varias sustancias peligrosas.
6. Peligro: la capacidad intrínseca de una sustancia peligrosa o una situación física de ocasionar daños a la salud humana o al medio ambiente.
7. Riesgo: la probabilidad de que se produzca un efecto específico en un periodo de tiempo determinado o en circunstancias determinadas.
8. Almacenamiento: la presencia de una cantidad determinada de sustancias peligrosas en los confines de almacenamiento, depósito en custodia o reserva.
9. Daño: la pérdida de vidas humanas, las lesiones corporales, los perjuicios materiales y el deterioro grave del medio ambiente, como resultado directo o indirecto, inmediato o diferido de las propiedades tóxicas, inflamables, explosivas u oxidantes de las sustancias peligrosas, y a otros efectos físicos o fisicoquímicos consecuencia del desarrollo de las actividades industriales
10. Elemento vulnerable: las personas, el medio ambiente y los bienes que pueden sufrir daño como consecuencia de los accidentes graves.

11. Umbral: valor de la magnitud física peligrosa a partir de la cual se justifica la aplicación de una determinada medida de protección y sirve, para definir los límites de las zonas objeto de planificación
12. Dosis: cantidad de una sustancia incorporada al organismo por cualquier vía de exposición
13. Efecto dominó: concatenación de efectos que multiplica las consecuencias debido a que los fenómenos peligrosos pueden afectar, además de los elementos vulnerables exteriores, otros recipientes, tuberías o equipos de la instalación provocando otros fenómenos peligrosos con consecuencias adicionales.

De estas definiciones y del planteamiento inicial es fácil intuir la gran variedad de los accidentes graves causados por fallos excepcionales no esperados en los establecimientos en que se encuentren o puedan generarse en el futuro ciertas sustancias peligrosas (tóxicas, inflamables, explosivas, comburentes, etc) en cantidades iguales o superiores a los valores umbral que se consideran seguros.

Generalmente, la secuencia de sucesos imprevistos se producen en la fabricación, almacenamiento y transporte en el interior de los establecimientos provocando víctimas y daños materiales en el interior o exterior de los establecimientos

De acuerdo con la mencionada directiva 96/82/CE, en los anexos 1 y 2 se indican estas sustancias y las cantidades máximas que estén presentes, o puedan estarlo, en un momento dado, para cada establecimiento. En cada uno de estos anexos se dan los dos niveles de actuación del industrial:

- Notificación
- Informe de seguridad

El anexo 1 incluye las sustancias específicamente clasificadas como peligrosas mientras que el anexo 2 se refiere a cualquier sustancia y preparados no indicado en el anexo 1 pero que cumplen alguno de los criterios de peligrosidad indicados en el anexo.

Además, para el cálculo de la cantidad total presente hay que tener en cuenta:

- Las mezclas y preparados se tratarán del mismo modo que las sustancias puras siempre que se ajusten a los límites de concentración establecidos con arreglo a sus propiedades según las directivas correspondientes
- No se considerarán las sustancias peligrosas existentes en un establecimiento únicamente en una cantidad igual o inferior al 2% de la cantidad umbral, si su situación dentro del establecimiento es tal que no puede llegar a provocar un accidente grave en ningún otro lugar del establecimiento
- La adición de sustancias peligrosas, en ciertos casos, para determinar la cantidad existente en un establecimiento supera el umbral peligroso se calcula por la fórmula:

$$\frac{q_i}{Q_i} = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n} > 1$$

Siendo:

q_i la cantidad de sustancia peligrosa i presente
 Q_i la cantidad umbral de la sustancia i

Esta notificación e informe de seguridad permiten a la autoridad competente inventariar las sustancias peligrosas en los establecimientos incluidos en su ámbito de competencia y determinar el nivel de afección de los mismos, con lo que se puede elaborar el catálogo de industrias que pueden ocasionar situaciones de emergencia.

Cuidado especial hay que tener en aquellos casos de establecimientos industriales próximos entre sí en los que ninguno de ellos supera las cantidades establecidas en los anexos pero sí la suma de las cantidades contenidas en cada uno de ellos.

Además, la declaración obligatoria, correspondiente a los dos niveles de actuación, debe presentarse periódicamente al objeto de actualizar la información incorporando los nuevos conocimientos y los avances técnicos en materia de prevención de accidentes graves.

Sin embargo, no se incluyen en este planteamiento de accidentes graves los derivados de ciertos establecimientos que presentan unas características singulares y que disponen de sus propias reglamentaciones.

Estos son:

- Establecimientos militares
- Instalaciones nucleares y radiactivas
- Actividades extractivas y mineras
- Vertederos de residuos
- Transporte de sustancias peligrosas en vehículos móviles o canalizaciones

3. Escenarios de accidentes graves

Los tipos de accidentes potenciales en instalaciones industriales que pueden producir la pérdida del control sobre las sustancias peligrosas y desencadenar fenómenos peligrosos para personas y bienes son debidos a:

- Fugas
- Vertidos incontrolados
- Explosiones
- Incendios

Estos fenómenos pueden ocurrir aislada, simultánea o secuencialmente. Generalmente, se produce un suceso indicador y otros intermedios entre éste y la aparición de las consecuencias por lo que éstas pueden ser diferentes según sean estos sucesos intermedios. Así, una fuga o vertido incontrolado causada cuando un depósito, batería, etc., pierde su integridad estructural, que permite el escape de la sustancia, puede producir, dependiendo del estado de la misma, un posterior incendio, explosión, intoxicación o contaminación.

Algunos ejemplos pueden ser los siguientes:

- Si la fuga es de un gas inflamable a alta presión y se produce su ignición se forma un dardo de fuego
- Las explosiones, causadas por un fallo mecánico o una reacción química, liberan energía de manera súbita y violenta elevando la temperatura y desarrollando una presión en los sistemas cerrados o una onda de sobrepresión en los espacios abiertos UVCE (Unconfined Vapor Cloud Explosion)
- Los incendios son reacciones de oxidación de los gases, líquidos y sus vapores, polvos o aerosoles contenidos o emitidos en el proceso o almacenamiento generando radiación térmica. Si el incendio es de grandes proporciones (Pool-Fire) la reacción de calor se extiende a otros espacios y puede provocar roturas catastróficas de otros depósitos. Así, si al producirse la rotura del depósito y el líquido del interior se calienta hasta ebullición la explosión es muy violenta y se denomina BLVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion)
- Si con la rotura se produce una gran cantidad de vapor de un material inflamable y éste se incendia rápidamente se produce una bola de fuego.
- Si la rotura se provoca en un recipiente con un líquido licuado bajo presión, se produce un estallido con emisión de trozos del depósito en forma de proyectiles

Además, estos accidentes pueden producir fenómenos peligrosos para las personas, el medio ambiente y los bienes del tipo:

- Mecánico
- Térmico
- Químico

El principal efecto mecánico es la onda de presión que consiste en compresiones y expansiones alternativas del aire atmosférico, que se traducen en sollicitaciones mecánicas transitorias sobre los elementos inertes o los seres vivos provocando deformaciones, roturas, desplazamientos. etc. Otro efecto mecánico es la emisión de proyectiles.

Los fenómenos térmicos son provocados por la oxidación rápida, no explosiva, de sustancias combustible, produciendo llama, que puede ser estacionaria (incendio de charco, dardo de fuego) o progresiva (llamarada, bola de fuego), pero que en todos los casos disipa la energía de combustión mayoritariamente por radiación e incrementándose la temperatura de las materias expuestas pudiendo culminar en la combustión o fusión y volatilización de éstas.

Entre los fenómenos químicos peligrosos debidos a fugas o vertidos incontrolados de sustancias que directamente o indirectamente a través de reacciones secundarias inmediatas o diferidas puede provocar efectos del tipo:

- Tóxicos
- Irritantes
- Narcóticos
- Cancerígenos
- Mutagénicos
- Teratogénicos
- Corrosivos
- Bioacumulables

No obstante, para producir estos efectos, las sustancias requieren un medio en donde difundirse, lo que además de hacer que su efecto disminuya con la distancia, requiere que transcurra un tiempo, lo que facilita la toma de medidas de control.

Para las personas, al valorar el daño, hay que tener en cuenta la dosis recibida por inhalación a través de las vías respiratorias lo que implica la integración de la concentración del contaminante y el tiempo de exposición. En este sentido, para el caso de accidentes graves se define el límite inmediatamente para la vida y la salud (IPVS) como la máxima concentración del contaminante en un tiempo de 30 minutos a la que un sujeto pueda estar expuesto sin sufrir síntomas graves ni efectos irreversibles para su salud.

En cuanto al daño producido al medio ambiente entendido como el conjunto de recursos que condicionan y sustentan la vida del hombre: el aire, el agua, el suelo, el clima, las especies de flora y fauna, las materias primas, el habitat y el patrimonio natural y cultura, se puede producir por:

- Vertido de productos contaminantes en aguas superficiales
- Filtración de productos contaminantes en el terreno y aguas subterráneas
- Emisión de contaminantes a la atmósfera

Aquí, generalmente, la legislación medioambiental vigente impone los límites y las condiciones para evitar que su impacto sobrepase ciertos niveles considerados como tolerables pues los efectos pueden ser diferidos en el tiempo

4. Sistema de gestión de la prevención de accidentes graves

Esta problemática tan diversa obliga a contemplar globalmente todas las circunstancias ponderando los posibles riesgos en función de la probabilidad de ocurrencia de los mismos, así como de la magnitud y alcance de las catástrofes de ellos derivados, ya sea a corto, medio y largo plazo lo que conlleva una gran variedad de metodologías para el análisis de los riesgos y de sus consecuencias evaluando las alternativas posibles hasta llegar a un cierto nivel de riesgo que es aceptable lo que, además, obliga a organizar con anticipación las intervenciones de las empresas y autoridades.

Con este panorama, no es de extrañar, por tanto, que los titulares de ciertos establecimientos industriales estén obligados a redactar un documento con los objetivos y principios de actuación generales que definan su política de prevención de accidentes graves así como el sistema de gestión de la seguridad para garantizar su correcta aplicación.

El sistema de gestión debe incluir la estructura organizativa, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos y los recursos de acuerdo con el esquema de la mencionada directiva que se indica a continuación:

- la organización y el personal: las funciones y responsabilidades del personal asociado a la gestión de los riesgos de accidentes graves en todos los niveles de organización. La identificación de las necesidades de materia de formación, de dicho personal y la organización de dicha formación. La participación del personal y, en su caso, de los subcontratistas;
- la identificación y la evaluación de riesgos de accidentes graves; la adopción y la aplicación de procedimientos para la identificación sistemática de los riesgos de accidentes graves que se puedan producir en caso de funcionamiento normal o anormal, así como la evaluación de su probabilidad y su gravedad;
- el control de explotación; la adopción y la aplicación de procedimientos e instrucciones para el funcionamiento en condiciones seguras, también por lo que respecta al mantenimiento de las instalaciones, a los procedimientos, al equipo y a las paradas temporales;
- la gestión de las modificaciones; la adopción y aplicación de procedimientos para la planificación de las modificaciones que deban efectuarse en las instalaciones o zonas de almacenamiento existentes o para el diseño de una nueva instalación, procedimiento o zona de almacenamiento;
- la planificación de las situaciones de emergencia; la adopción y aplicación de procedimientos destinados a identificar las emergencias previsibles merced a un análisis sistemático a elaborar, experimentar y revisar los planes de emergencia para poder hacer frente a tales situaciones de emergencia;
- la vigilancia de los resultados; la adopción y la aplicación de procedimientos encaminados a la evaluación permanente del cumplimiento de los objetivos fijados por el industrial en el marco de la política de prevención de accidentes graves y del sistema de gestión de la seguridad, y la instauración de mecanismos de investigación y de corrección en caso de incumplimiento. Los procedimientos deberían abarcar el sistema de notificación de accidentes graves o de accidentes evitados por escaso margen, en especial cuando se hayan producido fallos de las medidas de protección, las pesquisas realizadas al respecto y la actuación consecutiva, inspirándose en las experiencias del pasado

- el control y el análisis; la adopción y aplicación de procedimientos para la evaluación periódica sistemática de la política de prevención de accidentes graves y de la eficacia y adecuación del sistema de gestión de la seguridad. El análisis documentado por la dirección de los resultados de la política aplicada del sistema de gestión de la seguridad y de su actualización.

5. Análisis y evaluación de riesgos

El análisis y evaluación de riesgos es el proceso que permite cuantificar los riesgos en base al producto del cálculo de la probabilidad de que el accidente tenga un lugar en un periodo de tiempo determinado la intensidad o severidad del mismo en función de la magnitud de las consecuencias sobre los elementos vulnerables, especialmente del número de personas expuestas. El valor de este producto es un indicador de la peligrosidad al compararlo con una escala previamente establecida.

La idea es aceptar un determinado nivel de riesgo en esta escala y determinar cuando y dónde los elementos vulnerables situados en la zona con posibilidad de ser afectados, están sometidos a valores superiores a los niveles umbral previamente definidos. Esto nos permite cumplir los requisitos legales y priorizar las actuaciones e inversiones en seguridad para reducir y limitar los riesgos hasta ese nivel determinado, además, las zonas de planificación

Se trata, en general, de establecer unos criterios de vulnerabilidad y en base a ellos fijar unos valores umbral que sean representativos de las magnitudes peligrosas de los fenómenos mecánicos, térmicos y químicos. Estos valores se utilizan para definir los límites de las zonas de riesgo al estimarse la vulnerabilidad con modelos de cálculo apropiados que cuantifican los valores que pueden alcanzar espacial y temporalmente las magnitudes representativas de los fenómenos peligrosos.

Existen diferentes metodologías y herramientas internacionalmente aceptadas para llevar a cabo la valoración de los riesgos identificados según se indica en el cuadro 1.

Cada uno de estos métodos presenta sus aspectos comunes y diferenciados con sus ventajas e inconvenientes que deben tenerse en cuenta para decidir el más apropiado en cada caso en función de los parámetros siguientes:

- Objeto: ¿qué buscamos?
- Momento: ¿cuándo lo vamos a utilizar?
- Resultados: lista de riesgos, ranking de los mismos, etc.
- Naturaleza de los resultados: cualitativos/cuantitativos
- Personal: cualificación
- Tiempo y coste: de la evaluación

Además, para decidir el más conveniente para un cierto establecimiento industrial hay que tener en cuenta la experiencia de los técnicos, los análisis de los datos históricos de incidencia en establecimientos similares, experiencias realizadas en la propia instalación que pueda confirmar la bondad del modelo e incluso que el método haya sido calibrado en un escenario de accidente similar al estudiado.

Una vez decidido el método, éste debe ser utilizado para evaluar todos los riesgos del establecimiento para objetivar los factores extrínsecos e intrínsecos que los condicionan tales como el lugar o localización, época del daño, hora y turno de trabajo, meteorología, proximidad de otras industrias, etc.

En el cuadro 1 se muestra una comparación de los diferentes métodos de análisis de riesgos que pasamos a comentar brevemente.

Las listas de chequeo y revisiones de seguridad son utilizadas para identificar desviaciones respecto a la buena práctica en la industria química

En la línea de proporcionar un ranking relativo de los riesgos se encuentran los índices de Dow/Mond que requieren sin embargo, un conocimiento más profundo y una cierta experiencia previa. Estos métodos se basan en un sistema de bonificaciones y penalizaciones según las características de los factores analizados en orden a mitigar o acrecentar los posibles accidentes.

Análogamente, existen otros métodos desarrollados para el análisis de procesos, sistemas y operaciones que efectúan un análisis predictivo de riesgos con la ventaja de tener gran utilidad en aquellas situaciones en las que no hay experiencia previa o ésta es muy limitada. Entre estos se pueden mencionar los siguientes:

Un estudio HAZOP pretende, fundamentalmente, identificar las causas de accidente en un establecimiento industrial sin entrar necesariamente en las posibles soluciones si éstas son complejas. Este método consiste en evaluar las consecuencias de posibles desviaciones sobre las condiciones de operación que se consideran normales en un sistema dado y en una etapa determinada. Se aplica a todas las fases de la vida de la planta y se lleva a cabo por un equipo de expertos adecuadamente coordinados.

El análisis del árbol de fallos es una técnica deductiva que supone que un suceso no deseado ya ha ocurrido y busca las causas del mismo y la cadena de sucesos que pueden hacer que tenga lugar identificando en todos ellos sus causas. El método del árbol de sucesos evalúa las consecuencias que pueden tener lugar a partir del suceso determinado permitiendo dar directrices de medidas preventivas para evitar el accidente.

Una vez efectuada la estimación de consecuencias y el cálculo de probabilidades de ocurrencia del accidente se tiene determinado el riesgo. Si este valor es aceptable se permite operar el sistema, si por el contrario el valor del riesgo es mayor que el umbral se tiene que modificar el sistema repitiendo el proceso con una nueva identificación de escenarios y causas de accidentes hasta que la valoración resulte aceptable.

6. Control de riesgos

Las medidas de protección son los procedimientos, actuaciones y medios previstos con el fin de evitar o atenuar las consecuencias inmediatas o diferidas para las personas, instalaciones o bienes materiales y medio ambiente que pueden ocasionar los accidentes graves. Concretando un poco más, esto quiere decir que con un sistema de protección se trata de evitar la materialización de un peligro reduciendo la probabilidad del accidente lo que requiere determinar los medios materiales y humanos precisos para garantizar la prevención de riesgos y el control de emergencias.

El control de los riesgos se basa en la buena práctica y en la evaluación predictiva de riesgos con alguno de los métodos descritos previamente. La buena práctica consiste, esencialmente, en la utilización, en el diseño o proyecto, construcción y operación de normas y códigos internacionalmente aceptados y por otra parte que las medidas adoptadas sean fiables en el sentido de no fallar cuando realmente se necesitan. Generalmente, cuanto antes se apliquen estas medidas el coste será menor, su aplicación más fácil y probablemente su eficacia será mayor.

Por tanto, estas medidas que deben plantearse con la redacción del proyecto del establecimiento industrial, contemplan fundamentalmente la reducción de inventarios de sustancias peligrosas y que sin menoscabo de su eficacia, ocasionen una menor alteración del medio ambiente.

Entre otras, se pueden mencionar:

- cambio de procesos o condiciones de almacenamiento para generar y mantener menor cantidad de sustancias peligrosas
- sustitución de productos peligrosos
- eliminación de materiales peligrosos utilizando sustancias menos peligrosas
- instalación de sistemas de detección para conocer la existencia del riesgo prontamente y poder ejercitar las acciones de control y evitar su propagación
- instalación de sistemas de protección para mitigar las consecuencias, como son
 - muros de choque
 - cubetos y sistemas de contención de fugas
 - extinción automática
- mejora de la operabilidad y seguridad de funcionamiento de la instalación:
 - presiones y temperaturas de diseño
 - inertizaciones
 - diseño de tanques y otros equipos
 - mantenimiento preventivo

7. Obligaciones del industrial

Veamos a continuación las principales obligaciones del titular del establecimiento industrial en relación a los accidentes graves

7.1. Notificación

La notificación se refiere a los datos que el industrial tiene que remitir a la autoridad competente en los casos contemplados en los anexos 1 y 2. Estos se refieren a:

- datos identificativos del establecimiento, titular y/o responsable del mismo
- identificación, cantidad y forma física de las sustancias peligrosas
- actividad ejercida o prevista en la instalación o almacenamiento
- entorno inmediato del establecimiento

Estos datos tienen que ser cumplimentados antes de comenzar la construcción o explotación de la actividad industrial. Para el caso de industrias en funcionamiento se deben remitir cumpliendo unos plazos determinados y cuando se produzcan modificaciones significativas o por cierre definitivo de la instalación

7.2. Informe de seguridad

El informe de seguridad se requiere a los titulares de establecimientos en los casos contemplados en el segundo criterio de los anexos 1 y 2. Se tiene que elaborar para cantidades muy superiores a las necesarias para la notificación por lo que las exigencias y requisitos del informe de seguridad superan ampliamente la información suministrada por la notificación.

Por ello, el objetivo de este informe de seguridad es demostrar a la autoridad competente la existencia de una política de prevención de accidentes graves y un sistema de gestión para asegurar que el diseño, la construcción, la explotación y el mantenimiento del establecimiento ofrecen una seguridad y fiabilidad suficientes y que, además, se han elaborado planes de emergencia internos y que se facilita la información suficiente que posibilite, a la autoridad, la elaboración del plan de emergencia externo.

La autoridad competente, tras recibir el informe de seguridad, debe comunicar al industrial sus conclusiones, antes del inicio de la construcción o explotación y en su caso:

- Recabar información complementaria
- Prohibir la puesta en servicio o la continuación de la actividad

Además, este informe de seguridad, que debe ser revisado y, en su caso actualizado periódicamente o si se dan ciertas circunstancias incluirá junto con el inventario actualizado de las sustancias peligrosas existentes en el establecimiento los siguientes datos e información mínimos indicados en la directiva 96/82/CE

1. Información sobre el sistema de gestión y la organización del establecimiento con vistas a la prevención de accidentes graves
2. Presentación del entorno del establecimiento

- A. Descripción del lugar y de su entorno, incluida la localización geográfica, las condiciones meteorológicas, ecológicas, hidrográficas y, en su caso, sus antecedentes. Personas a evacuar en cada zona.
 - B. Descripción de las instalaciones y demás actividades que dentro del establecimiento pueden presentar peligro de accidente grave
 - C. Descripción de las zonas que pueden verse afectadas por un accidente grave y de las actividades que se desarrollan en las mismas
3. Descripción de la instalación
- A. Descripción de las principales actividades y producciones de las partes del establecimiento que sean importantes desde el punto de vista de la seguridad, de las fuentes de riesgo de accidentes graves y de las condiciones en las que dichos accidentes graves se puedan producir, acompañada de una descripción de las medidas preventivas previstas
 - B. Descripción de los procedimientos, especialmente los modos operativos
 - C. Descripción de las sustancias peligrosas:
 - 1) inventario de las sustancias peligrosas, incluido lo siguiente:
 - identificación de las sustancias peligrosas
 - cantidad máxima de la(s) sustancia(s) presente(s) o que pueda(n) estar presente(s)
 - 2) características físicas, químicas, toxicológicas e indicación de los peligros, tanto inmediatos como diferidos para el hombre o el medio ambiente
 - 3) comportamiento físico o químico en condiciones normales de utilización o accidentales previsibles
4. Identificación y análisis de los riesgos de accidente y medios preventivos
- A. Descripción detallada de las situaciones o posibles escenarios en que pueden presentarse los posibles accidentes y en qué condiciones se pueden producir, incluido el resumen de los acontecimientos que puedan desempeñar algún papel en la activación de cada una de las situaciones, ya sean causadas de origen interno o externo a la instalación
 - B. Evaluación de la extensión y de la gravedad de las consecuencias de los accidentes graves que puedan producirse para las personas, bienes y medio ambiente
 - C. Descripción de los parámetros técnicos y de los equipos instalados para la seguridad de las instalaciones
5. Medidas de protección y de intervención para limitar las consecuencias del accidente
- A. Descripción de los equipos con que cuenta la instalación para limitar las consecuencias de los accidentes graves
 - B. Organización de la vigilancia y de la intervención
 - C. Descripción de los medios internos o externos que puedan movilizarse
 - D. Síntesis de los elementos descritos en las letras A, B y C necesarios para constituir el plan de emergencia interno.

7.3. Plan de emergencia interno (PEI)

Como consecuencia de la normativa se desarrollan una serie de actuaciones en las que se han recogido y analizado la información sobre los riesgos que pueden requerir la redacción e implantación de planes de emergencia, dentro y fuera del establecimiento. Además, estos planes de emergencia deben elaborarse antes de iniciarse la actividad industrial o en el

caso de industrias en funcionamiento cumpliendo unos determinados plazos indicados en la normativa.

Un PEI es un instrumento técnico constituido por los documentos en los que se contempla la organización con sus organigramas y diagramas de flujo así como el conjunto de medios y procedimientos de actuación previstos en el interior de un establecimiento industrial o en establecimientos próximos con el fin de garantizar la fiabilidad de los medios de protección y la toma de decisiones correctas para contener y controlar los accidentes graves o cualquier suceso incontrolado que por su naturaleza pueda inducirlos, limitando las consecuencias para las personas, bienes o medio ambiente.

El industrial que es el responsable de elaborar el PEI, en base al contenido del informe de seguridad, debe consultar con el personal empleado en el establecimiento mientras que la autoridad competente debe laborar el correspondiente plan de emergencia exterior con la información recibida de los industriales y tras la consulta con la población afectada.

Los datos e información que deben incluirse en el PEI de acuerdo con la mencionada directiva comunitaria, complementados con otros que también se consideran de interés son:

- Nombres o cargos de las personas autorizadas para poner en marcha procedimientos de emergencia y persona responsable de aplicar y coordinar in situ las medidas destinadas a paliar los efectos del accidente
- Nombre o cargo de la persona responsable de la coordinación con la autoridad responsable del plan de emergencia externo
- Fijar criterios operativos de respuesta en cada circunstancia o acontecimiento que pueda llegar a propiciar un accidente grave, análisis y clasificación de las diferentes posibilidades de emergencia, descripción de las medidas que deberán adoptarse para controlar la circunstancia o acontecimiento y limitar sus consecuencias, incluida una descripción del equipo de seguridad y los recursos disponibles.
- Medidas para limitar los riesgos para las personas in situ, incluido el sistema de alerta y el comportamiento que se espera observen las personas una vez desencadenada. Equipamiento de las mismas
- Medidas para alertar rápidamente del incidente a la autoridad responsable de poner en marcha el plan de emergencia externo, el tipo de información que deberá facilitarse de inmediato y medidas para facilitar información más detallada a medida que se disponga de la misma
- Medidas de formación del personal en las tareas que se espera que cumplan para que el PEI sea operativo y, en su caso, de coordinación con los servicios de emergencia exteriores.
- Medidas para prestar, asistencia a las operaciones paliativas externas. Aquí hay que prever además el restablecimiento de las condiciones medioambientales y la limpieza del lugar tras el accidente
- Plano de situación y emplazamiento de las instalaciones por sectores y/o plantas con escalas y formatos adecuados
- Prever la realización de simulacros para mantener actualizado el plan
- Criterios para su mantenimiento y revisión
- Pactos de ayuda mutua para generar recursos, entre las empresas e instituciones de la zona durante la emergencia en aquellos casos que puedan requerir ayuda externa para combatirlos

En un PEI es necesario resaltar la importancia de una correcta asignación de responsabilidades especificando la cadena de mando. En efecto, el Director del mismo

debe ser consultado en todas las situaciones que involucran aspectos de seguridad, quien tras evaluar la gravedad de la incidencia, debe decidir el tipo de emergencia iniciando en su caso el plan de emergencia con las comunicaciones necesarias y acciones requeridas de los equipos de emergencia especialmente organizados y entrenados para actuar si se prevé cierta severidad del daño.

Los tipos de emergencia que se suelen considerar en función del tipo de gravedad o disponibilidades que condicionan el tipo de respuesta son:

- Alerta o conato de emergencia, con efectos pequeños o inexistentes, que pone en acción al personal de los equipos de primera intervención internos
- Alarma o emergencia parcial o de planta, en la que se pueden generar efectos externos fuera de la planta que pueden requerir ayuda exterior
- Emergencia general que puede afectar a empresas o zonas externas y puede conllevar la activación del plan de emergencia exterior incluida la evacuación del personal

Cuando se dan las circunstancias para dar por terminada la situación de emergencia se debe declarar el fin de la misma.

Otro aspecto importante del PEI y que condiciona en muchos casos el éxito o fracaso del mismo es la implantación del mismo en donde, además, se tienen que tener en cuenta las peculiaridades respecto a que la emergencia ocurra durante el turno de noche en un día festivo, etc. En ausencia la implantación consiste en

- el ejercicio de divulgación del plan con la documentación y procedimientos orales y escritos correspondientes
- la realización de la formación específica del personal con sesiones de sensibilización y cursos de adiestramiento en el manejo y mantenimiento de equipos
- la realización de simulacros, para lograr un alto grado de seguridad, comprobando la adecuación del plan, estado de medios, preparación y conocimiento del personal y su capacidad de respuestas
- la revisión y actualización del plan como consecuencia de la realización de simulacros, las inspecciones de seguridad, la incorporación de nuevas instalaciones y riesgos en el establecimiento industrial, auditorías internas y externas especialmente de la investigación de siniestros

En conclusión, se puede pensar en el PEI como un instrumento vivo generador de una cultura preventiva que presenta un cierto grado de flexibilidad para permitir el ajuste del plan con el marco real de cada una de las emergencias que puedan afectar al establecimiento tratando de optimizar el aprovechamiento de los recursos humanos y los medios de prevención disponibles.

8. Obligaciones de la autoridad competente

A continuación se describen las principales actuaciones de la autoridad competente derivadas de los requisitos de la directiva 96/82/CE y en relación con la información suministrada por los industriales

8.1. Plan de emergencia externo (PEE)

El Plan de emergencia externo es el marco orgánico y funcional para prevenir o, en su caso, mitigar, las consecuencias de los accidentes graves fuera de los límites del recinto industrial, previamente analizados, clasificados y evaluados, que establece las medidas de protección más idóneas, los recursos humanos y materiales necesarios para su aplicación y el esquema de coordinación de las autoridades, organismos y servicios llamados a intervenir

Aunque los objetivos, la realización, etc. de estos planes tienen un paralelismo con lo comentado en el plan de emergencia interno presentan aspectos diferenciadores que debemos comentar

La información que debe incluir los planes de emergencia externos es de acuerdo con la directiva

- a) Nombres o cargos de las personas autorizadas a poner en marcha procedimientos de emergencia y de personas autorizadas a dirigir y coordinar las operaciones externas.
- b) Medidas para recibir una información rápida de los incidentes y procedimientos de alerta y movilización de ayuda
- c) Medidas para coordinar los recursos necesarios para aplicar el plan de emergencia externa
- d) Medidas para prestar asistencia en las operaciones paliativas in situ
- e) Medidas para operaciones paliativas externas
- f) Medida para facilitar al público información específica sobre el accidente y el comportamiento que debe observar. Por ejemplo, con sistemas de aviso a la población, campañas de divulgación, sistemas de alerta
- g) Medidas para facilitar información a los servicios de emergencia de otros Estados miembros en el caso de que se produzca un accidente grave con posibles consecuencias más allá de las fronteras.

Así el ámbito de aplicación y organismos responsables son diferentes especialmente en las situaciones con posibles efectos transfronterizos o para aquellos accidentes graves que requieran ayuda externa para combatirlos y hubiese pactos de ayuda mutua. Por ello, es preciso definir la interfase ente los PEI y el PEE como el conjunto de procedimientos y medios comunes entre estos, así como los criterios y canales de notificación de sucesos e incidencias, entre el establecimiento industrial y la Dirección del PEE; todo ello reglado y definido expresamente en ambos planes.

Además, de la información incluida en el PEI y en el informe de seguridad, la elaboración del PEE requiere información sobre

El Emplazamiento

Tiene por objeto la descripción de las características geográficas, geológicas, ecológicas, meteorológicas, demográficas y de edificaciones, usos y equipamientos de las zonas de influencia del polígono, necesarias para la elaboración del PEE

El Polígono

Descripción del polígono, censo industrial del mismo y Pactos de Ayuda mútua existentes entre subpolígonos

El Subpolígono

Deberá contener toda la información relativa a las instalaciones de personas y procesos involucrados en la actividad industrial que se desarrolla en el subpolígono

Las Sustancias y Productos

Relación de propiedades fisico-químicas y toxicológicas de las sustancias y productos involucrados en la actividad industrial que se desarrolla en el subpolígono

Esta información junto con el análisis de consecuencias resultante del modelo de cálculo elegido, permite establecer las zonas objeto de planificación en función de la existencia de elementos vulnerables en las mismas y del inventario de los valores que pueden alcanzar las variables representativas de los fenómenos peligrosos.

Estas zonas son:

- De intervención, en la que se dan al mismo tiempo la posibilidad de que una magnitud supere el valor umbral y la presencia de elementos vulnerables por lo que las consecuencias de los accidentes producen un nivel de daño que justifica la aplicación inmediata de medidas de protección
- De alerta, es aquella en la que las consecuencias de los accidentes provocan efectos que, aunque perceptibles por la población, no justifican la intervención, excepto para ciertos grupos de emergencia

Para la redacción del PEE se pueden considerar los siguientes documentos utilizados en la directriz básica para el sector químico

- Plan Director
Recoge la estructura y operatividad del PEE en sí mismo, por lo que deberá ser conocido por cada una de las personas implicadas en el Plan. Un posible índice de esta parte podría ser

Introducción para dar los objetivos y marco legal

Alcance

Estructura, organización y funciones

Operatividad

Instalaciones y equipos permanentes

Catálogo de medios y recursos adscritos al PEE

Mantenimiento de la operatividad del PEE

Anexos con el director telefónico, plan de transmisiones y cartografía

- Bases y criterios

Debe incluir los fundamentos científicos y técnicos del PEE y la justificación de las medidas propuestas y de los criterios de planificación

- Guía de respuesta

Debe contener los procedimientos de actuación del PEE para cada uno de los escenarios del accidente

- Manuel de operación

Describe la operatividad del sistema informático de apoyo en tiempo real para facilitar el manejo de la guía respuesta

Otro aspecto diferenciador que hay que considerar son las medidas de protección a la población. Entre estas se pueden mencionar

- sistemas de avisos a la población, para alertarla e informarla sobre la actuación más conveniente en cada caso. Se hacen con campañas de divulgación, sistemas de alerta, megafonía, radio, tv, etc.
- Control de accesos en las zonas objeto de planificación, tras la activación del PEE, para controlar entradas y salidas de personas, vehículos y material
- Confinamiento de la población en zonas protegidas de los efectos peligrosos en el momento de activarse la medida.
- Alejamiento de la población desde zonas expuestas a los peligros a otros lugares seguros generalmente poco distantes
- Evacuación. Esta consiste en el traslado masivo de la población que se encuentra en la zona de intervención hacia zonas alejadas de la misma. Se compone de tres fases: aviso, preparación y traslado

El PEE requiere una implantación con unos medios informáticos para la adquisición, tratamiento y transmisión de datos junto a un sistema de transmisiones para avisar a la población.

Igualmente el PEE requiere un mantenimiento de su operatividad con

- comprobaciones periódicas
- ejercicios de adiestramiento
- simulacros
- información a la población
- enseñanza de las medidas de autoprotección personal
- revisiones del plan

8.2 Información

Otro de los requisitos exigido por la Directiva es el trasvase de información entre el titular del establecimiento industrial y la autoridad competente y viceversa y entre esta y la población

Estos datos e información deben ser revisados y actualizados periódicamente dando origen a una serie de actuaciones que comentaremos brevemente a continuación.

Aquí, la duda surge al definir cual ha de ser la información a comunicar y como se debe hacer esta comunicación para no alarmar por un lado a la población afectada y guardar, por otra parte, la confidencialidad de carácter industrial, comercial o personal, de seguridad pública o de defensa nacional por lo que los datos e información suministrada no deben ser utilizados para otros fines ni por las instituciones públicas ni por las personas que tiene acceso a las mismas.

Así, el industrial debe remitir, a la autoridad competente, la notificación o informe de seguridad y ésta de comunicarle sus conclusiones reclamando, en su caso, información complementaria, prohibiendo la puesta en servicio de la instalación o autorizándola.

Así mismo, la autoridad debe considerar el posible efecto dominó determinando aquellas situaciones en las que la proximidad de los establecimientos, con sustancias peligrosas puedan incrementar la probabilidad y la posibilidad o las consecuencias de un accidente grave. En estos casos, se facilitará el intercambio de datos y la cooperación entre los establecimientos implicados procurando el mantenimiento de las distancias de seguridad entre los establecimientos peligrosos y las zonas residenciales.

Si además, el titular del establecimiento quiere efectuar, algún cambio en la industria introduciendo nuevos riesgos este deberá revisar las condiciones de seguridad adoptadas al efectuar las modificaciones informando de ellas a la autoridad competente antes de acometerlas. La autoridad, para controlar dichas modificaciones deberá revisar la política de prevención y sistema de gestión de accidentes graves requiriendo en su caso modificación del informe de seguridad.

Globalmente, la autoridad al establecer la política territorial de ordenación del suelo contemplará la consideración de la prevención de accidentes graves en lo que se denomina control de la urbanización

Junto a la información relativa al PEI e informe de seguridad el industrial debe remitir la siguiente información después de un accidente grave:

- circunstancias del accidente
- sustancias peligrosas que intervienen en el mismo
- datos disponibles para evaluar los efectos
- medidas de emergencia adoptadas
- medidas previstas para paliar los efectos a medio y largo plazo
- medidas previstas para evitar la repetición del accidente
- medidas de apoyo exterior necesarias para el control del accidente grave y la atención de los afectados
- medidas para garantizar la seguridad de las instalaciones de su entorno y la protección de las personas del medio ambiente y de los bienes

La autoridad debe analizar y evaluar estos datos contrastándolos con los de otros accidentes ocurridos tanto en España como en otros países con el ánimo de garantizar la correcta actuación de las partes en los aspectos técnicos, de organización y de gestión y dar recomendaciones sobre futuras medidas de prevención

Por tanto, la población debe tener acceso a la información suministrada por los industriales pero filtrada por la autoridad competente de forma tal que ésta podrá divulgar determinados datos e informaciones cuando su difusión pública sea necesaria para la protección de la población y de los posibles afectados. Se trata, en general, de que el público conozca los riesgos a los que está expuesto así como las medidas de seguridad que se adoptarán y el comportamiento a seguir ante un accidente grave permitiendo además, una especie de diálogo continuo o procedimiento de consulta entre las partes implicadas en la elaboración

de informes técnicos, que pueda opinar sobre los posibles riesgos y medidas de protección adoptadas en los establecimientos industriales radicados en esa zona o los que puedan derivarse de

- proyectos de nuevas industrias
- modificación de las condiciones en industrias establecidas
- obras en las inmediaciones de establecimientos industriales

Los datos que deberán facilitarse a la población en aplicación de la directiva son:

1. Nombre y apellidos del industrial y dirección del establecimiento
2. Identificación, expresando el cargo, de la persona que facilite la información
3. Confirmación de que el establecimiento está sujeto a las disposiciones reglamentarias o administrativas de aplicación de la Directiva y de que se ha entregado a la autoridad competente la notificación requerida
4. Explicación en términos sencillos de la actividad o actividades llevadas a cabo en el establecimiento
5. Sustancias y preparados existentes en el establecimiento que puedan dar lugar a un accidente grave, con mención de sus principales características peligrosas
6. Información general sobre el carácter de los principales riesgos de accidente grave, incluidos sus efectos potenciales en la población y el medio ambiente
7. Información adecuada sobre las medidas que deberá adoptar y el comportamiento que deberá observar la población afectada en caso de accidentes graves
8. Información adecuada sobre las medidas que deberá adoptar y el comportamiento que deberá observar la población afectada en caso de accidentes graves
9. Confirmación de que el industrial está obligado a tomar las medidas adecuadas en el lugar, incluido el contacto con los servicios de emergencia, a fin de actuar en caso de accidente grave y reducir al mínimo sus efectos.
10. Referencia al plan de emergencia externo elaborado para abordar cualesquiera efectos de un accidente fuera del lugar donde ocurra. Se incluirán recomendaciones de cooperación con toda instrucción o consigna formulada por los servicios de urgencia en el momento del accidente
11. Información detallada sobre el modo de conseguir mayor información al respecto, sin perjuicio de los requisitos de confidencialidad establecidos en la legislación nacional

Así mismo, la autoridad debe notificar a la Comisión de la Unión Europea los datos, circunstancias y medidas de emergencia de ciertos tipos de accidentes graves ocurridos en el territorio nacional así como el resultado del análisis y recomendaciones efectuadas. Los objetivos perseguidos con esta notificación son el establecimiento de un registro permanente de los accidentes graves y una lista motivada de los establecimientos afectados facilitando el intercambio de información sobre la experiencia adquirida a otros estados

De acuerdo con la directiva europea los criterios para la notificación de un accidente a la comisión son:

1. Sustancias que intervienen

Cualquier incendio o explosión o liberación accidental de una sustancia peligrosa en el que intervenga una cantidad no inferior al 5% de la cantidad contemplada como umbral en el Anexo I

2. Perjuicios a las personas o a los bienes

Accidente en el que esté directamente implicada una sustancia peligrosa y que dé origen a alguno de los hechos siguientes:

- una muerte
- seis personas heridas dentro del establecimiento que requieran hospitalización durante 24 h o más.
- Una persona situada fuera del establecimiento que requiera hospitalización durante 24 h o más
- Vivienda(s) situada(s) fuera del establecimiento dañada(s) e inutilizable(s) a causa del accidente
- Evacuación o confinamiento de personas durante más de 2h (personas x horas) el producto es igual o superior a 500
- Interrupción de los servicios de agua potable, electricidad, gas o teléfono durante más de 2h (personas x horas) el producto es igual o superior a 1000

3. Perjuicios directos al medio ambiente

- Daños permanentes o a largo plazo causados a hábitats terrestres
 - 0,5 ha o más de un hábitat importante desde el punto de vista del medio ambiente o de la conservación y protegido por la ley.
 - 10 ha o más de un hábitat más extendido, incluidas tierras de labor
- Daños significativos o a largo plazo causados a hábitats de aguas de superficie o a hábitats marinos
 - 10/km o más de un río, canal o riachuelo
 - 2 ha o más de un delta
 - 1 ha o más de un lago o estanque
 - 2 ha o más de una zona costera o marítima
- Daños significativos causados a un acuífero o a aguas subterráneas
 - 1 ha o más

4. Daños materiales

Daños materiales en el establecimiento a partir de 2 millones de Ecus
Daños materiales fuera del establecimiento a partir de 0,5 millones de Ecus

5. Daños transfronterizos

Cualquier accidente en el que intervenga directamente una sustancia peligrosa y que dé origen a efectos fuera del territorio del Estado miembro de que se trate

Deberán notificarse a la Comisión de los accidentes y los accidentes evitados por escaso margen que a juicio de los Estados miembros presenten un interés especial desde el punto de vista técnico para la prevención de accidentes graves y para limitar sus consecuencias y que no cumplan los criterios cuantitativos citados anteriormente

8.3. Inspecciones

La autoridad debe disponer de un sistema de inspecciones u otras medidas de control de la actividad industrial para recoger la información necesaria que posibilite un examen planificado u ordenado de los sistemas técnicos de organización y de gestión aplicados en el establecimiento para entre otras cosas, comprobar el cumplimiento de los objetivos establecidos como:

- comprobar la efectividad de las medidas adoptadas, por el industrial, para prevenir los accidentes graves o limitar sus consecuencias dentro y fuera del establecimiento
- comprobar la veracidad de los datos e información suministrada sobre el establecimiento y sobre la información facilitada a la población

Estas inspecciones, que deben ser periódicas, tienen que ser programadas en colaboración con los titulares de establecimientos industriales y aunque requieren una labor de gabinete deben incluir visitas “in situ”

No obstante, el empresario también debe organizar su propio sistema de inspecciones internas de seguridad

Referencias legales

Directiva 82/501/CEE

Directiva 87/16/CEE y 88/10/CEE

Directiva 88/379/CEE

Directiva 90/517/CEE

Directiva 91/155/CEE

RD 886/1988 sobre prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales

RD 952/1990 Modificación 886/1988

Resolución Directriz Básica para la elaboración y homologación de los planes especiales del sector químico de 30.1.99

RD 407/1992 Normas Básicas de Protección Civil

Ley 2/1985 Protección Civil

Directiva 96/82/CE

ANEXO 1.- RELACIÓN DE SUSTANCIAS
Cantidad umbraí (toneladas) para:

	Notificación	Informe de Seguridad
Nitrato de amonio	350	2 500
Nitrato de amonio	1 250	5 000
Pentóxido de arsénico, ácido (V) arsénico o sus sales	1	2
Trióxido de arsénico, ácido (III) arsénico y sus sales		0,1
Bromo	20	100
Cloro	10	25
Compuestos de níquel en forma pulverulenta inhalable (monóxido de níquel, dióxido de níquel, sulfuro de níquel, disulfuro de triníquel, trióxido de diníquel)		1
Etilenimina	10	20
Flúor	10	20
Formaldehído (concentración 90%)	5	50
Hidrógeno	5	50
Ácido clorhídrico (gas licuado)	25	250
Plomo alcohilos	5	50
Gases licuados extremadamente inflamables (incluidos GPL) y gas natural	50	200
Acetileno	5	50
Óxido de etileno	5	50
Óxido de propileno	5	50
Metanol	500	5 000
4,4 metilen-bis (2-cloroanilina) y sus sales en forma pulverulenta		0.01
Isocianato de metilo	200	0.15
Oxígeno	10	2 000
Disocianato de toluileno	0.3	100
Dicloruro de carbonilo (fosgeno)	0.2	0.75
Triohidruro de arsénico (arsina)	0.2	1
Trihidruro de fósforo (fosfina)	1	1
Dicloruro de azufre	15	1
Trióxido de azufre		75
Policlorodibenzofuranos y policlorodibenzodioxinas (incluida la TCDD) calculadas en equivalente TCDD		0.001
Los siguientes CARCINÓGENOS:		
4-Aminodifenilo o sus sales encidina o sus sales		
Eterdiclorometílico Éter de metilo y clorometílico Cloruro del ácido dimetilcarbámico Dimetilnitrosamina Triamida hexametilfosfórica 2-Naftilamina y sus sales y 1,3-Proponosultona 4-nitrofenil.	0.001	0.001
Gasolina de automoción y otras fracciones ligeras	5 000	50 000

**ANEXO 2.- CATEGORÍAS DE SUSTANCIAS Y PREPARADOS
NO DENOMINADOS ESPECÍFICAMENTE EN EL ANEXO 1**

	Categorías de sustancias peligrosas	Cantidad umbral (toneladas) de la sustancia peligrosa para	
		Notificación	Informe de Seguridad
1.	MUY TÓXICA	5	20
2.	TÓXICA	50	200
3.	COMBURENTE	50	200
4.	EXPLOSIVA (cuando la sustancia o el preparado coincidan con la definición de la letra (a) de la nota 2)	50	200
5.	EXPLOSIVA (cuando la sustancia o el preparado coincidan con la definición de la letra (b) de la nota 2)	10	50
6.	INFLAMABLE (cuando la sustancia o el preparado coincidan con la definición de la letra (a) de la nota 3)	5 000	50 000
7 a.	MUY INFLAMABLE (cuando la sustancia o el preparado coincidan con la definición del punto 1 de la letra (a) de la nota 3)	50	200
7 b.	Líquido MUY INFLAMABLE (cuando la sustancia o el preparado coincidan con la definición del punto 2 de la letra (b) de la nota 3)	5 000	50 000
8.	EXTREMADAMENTE INFLAMABLE (cuando la sustancia o el preparado coincidan con la definición de la letra (c) de la nota 3)	10	50
9.	SUSTANCIAS PELIGROSAS PARA EL MEDIO AMBIENTE en combinación con los siguientes enunciados de riesgo:		
	i) R50: "muy tóxico para los organismos acuáticos"	200	500
	ii) R51: "tóxico para los organismos acuáticos" y R53: "puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático"	500	2 000
10.	CUALQUIER CLASIFICACIÓN distinta de las anteriores en combinación con los enunciados de riesgo siguientes:		
	i) R14: "reacciona violentamente" con el agua (se incluyen R14/15)	100	500
	ii) R29: "en contacto con agua libera gases tóxicos"	50	200

CUADRO COMPARATIVO DE METODOS DE ANALISIS DE RIESGOS

	Checklist	Revisión de seguridad	Índice Dow Y Mond	Qué ocurre si (What if...)	HAZOP	Análisis de modos y efectos (FMEA)	Árboles de fallos
OBJETO	Identificación peligros y desviaciones de formas	Desviaciones de normas	Ranking de unidades por grado de riesgo	Identificación peligros y secuencias de sucesos	Identificación y problemas de operación	Identificación modos fallo y sus efectos	Secuencia sucesos. Identificación combinaciones de fallos evaluación riesgos.
CUÁNDO	Siempre	2-3 años	Diseño u operación	Siempre	Siempre	Diseño y construcción. Evaluación Equipo	Diseño y operación
RESULTADOS	Peligros y grado de cumplimiento de normas	Desviaciones Introducción novedades	Orden de unidades por riesgos	Riesgos y forma de reducirlos	Peligros y problemas de operación. Recomendaciones	Lista de fallos y sus efectos	Secuencia de fallos. Nivel de riesgo
NATURALEZA	Cualitativos	Cuantitativos	Cualitativos Cuantitativos relativamente	Cualitativos	Cualitativos	Cualitativos	Cualitativos y cuantitativos
DATOS	Listas. Manual de Normas	Listas, manuales, etcétera	Planos, Guía del método, costes, etc.	Documentación detallada de la planta	Diagrama de flujo	De equipo. Operación de la unidad	Sucesos críticos
PERSONAL	Preparación lista: Experto. Uso: cualquier técnico	Familiarizado con normas y procedimientos y especialistas	Familiarizado con el proceso	Experto en el área	1 Experto + 1 especialista	Familiarizado con el equipo y el proceso	1 Experto + 2 especialistas
TIEMPO Y COSTE	Rápido Económico	1-2 semanas 2-5 personas	1-2 proc./semana 1-2 personas	Según tamaño 2-3 personas	3 horas/equipo 3-7 personas	1 h/2-4 evaluaciones 2 personas	1 día por árbol Costoso

Cuadro 1

Prevención de Riesgos Medioambientales

**M^a Encarnación Rodríguez Hurtado
Doctor Ingeniero Industrial
Catedrática de Universidad
E. T. S. I. I. MADRID**

INDICE

1. Ciclos en la naturaleza. Necesidad de una gestión unitaria del medio ambiente	1 3
2. De las materias primas al producto final: peligros, riesgos y seguridad	8 9
3. Peligros naturales y tecnológicos	11
4. La prevención de la contaminación como herramienta de gestión empresarial	12 13
5. Causas de contaminación del medio hídrico. Prevención. Tratamientos	15 17
5.1. Prevención de la contaminación hídrica. Aprovechamiento de las aguas residuales industriales	17 18 19
5.2. Sistemas de depuración	24 25
5.3. Criterios de selección de los diferentes sistemas de tratamiento	25 26
6. Causas de contaminación del medio atmosférico. Prevención. Tratamientos	29 30
6.1. Fuentes de contaminación atmosférica	
6.2. Prevención de la contaminación atmosférica	
6.3. Sistemas de Depuración	
7. Generación de residuos industriales. Prevención. Tratamientos	
7.1. Tratamiento de residuos	
7.1.1. Tratamiento de residuos asimilables a urbanos	
7.1.2. Tratamiento de residuos peligrosos	
Bibliografía	
Anexo	

1. Ciclos en la naturaleza. Necesidad de una gestión unitaria del medio ambiente

La vida en la Tierra se desarrolla en la parte más externa de su corteza. En ella existen los tres estados de la materia: sólido, líquido y gaseoso y se recibe la energía externa del Sol. Todo ser vivo, animal o vegetal, necesita estar abierto al medio exterior para extraer de él energía y conseguir nutrientes necesarios para su metabolismo al tiempo que vierte en el medio una serie de materiales resultado de su actividad fisiológica.

Odum (1971) definió un *ecosistema* como *una unidad que incluye la totalidad de los organismos vivos de un territorio determinado, que actúan interrelacionados y con reciprocidad con el medio físico, de modo que una corriente de energía conduce a una estructura trófica, a una diversidad biótica y a ciclos materiales claramente definidos*. De esta forma, el medio influye sobre el ser vivo, el ser vivo influye y modifica al medio que le rodea y los seres vivos que comparten un territorio se influyen mutuamente. Dentro de los ecosistemas, se denominan *artificiales* o *forzados* a los creados por el hombre con un fin determinado que, suele ser, la producción masiva de determinados bienes.

Los seres humanos actúan sobre la naturaleza de forma decisiva. Las modificaciones que producen son, en ocasiones, deliberadas para favorecer las especies que necesitan mientras que, en otras, los efectos son imprevistos lo que no quiere decir que sean negativos. Generalmente, las acciones humanas están encaminadas a mejorar la calidad de vida que es el patrón que guía nuestras actividades. En ese concepto de calidad de vida se incluyen valores como: alimentos, educación, cultura y esparcimiento.

Son, aproximadamente, treinta los elementos químicos esenciales para los **organismos vivos**. Los **ciclos biogeoquímicos** comprenden la circulación de estos elementos entre el medio inorgánico y la materia orgánica. En algunos ciclos los elementos se encuentran, predominantemente, en forma gaseosa como el oxígeno y el nitrógeno, mientras que en otros ciclos, los elementos se encuentran en fase principalmente sedimentaria como es el caso del fósforo y azufre. El elemento fundamental de la materia orgánica es el **carbono**. En la naturaleza está presente, principalmente, en los carbonatos de las rocas y en el dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera. Los combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural) son, también, depósitos importantes de carbono.

La **respiración** y la **fotosíntesis** son los dos fenómenos biológicos claves en la circulación de carbono. Por la fotosíntesis, se elaboran las sustancias bioquímicas y se capta energía solar. Mediante la respiración, los seres vivos transforman la energía recibida en forma de nutrientes en trabajo necesario para su desplazamiento, mantenimiento, crecimiento y reproducción. El efecto humano sobre el ciclo del carbono se materializa, fundamentalmente, en la generación de energía a partir de combustibles fósiles.

El **oxígeno** es otro elemento clave en la naturaleza. Su ciclo es complicado porque puede combinarse químicamente de muchas formas y puede presentarse, a su vez con dos combinaciones moleculares: O₂ y O₃. La primera es la forma común en la oxidación de la materia orgánica mientras que la segunda (denominada ozono) contribuye a protegernos de la radiación solar ultravioleta. La estabilidad de muchos compuestos químicos de los que forma parte el oxígeno hace que su ciclo, en algunos casos, pueda detenerse para incorporarse al cabo de mucho tiempo después.

El **nitrógeno** constituye una parte importante de la vida. El nitrógeno gaseoso constituye el 79 %, aproximadamente, de la atmósfera. Solo es asimilable en estas condiciones por

las algas verdiazules así como algunos hongos y bacterias. A su vez, cuando la materia orgánica se descompone, se liberan compuestos nitrogenados algunos de los cuales pueden ser asimilados por los vegetales mientras que, los restantes se liberan a la atmósfera como nitrógeno gaseoso por la acción de las bacterias desnitrificantes. La acción humana sobre el ciclo de este elemento se materializa en la fabricación de fertilizantes nitrogenados a partir de nitrógeno atmosférico y en los vertidos a las aguas superficiales de compuestos nitrogenados que desencadenan un crecimiento excesivo de la vegetación (eutrofización) con pérdida de oxígeno en dichas aguas.

El **fósforo** es, también, un elemento imprescindible para el desarrollo de la vida aunque se precisa en menor cantidad que los anteriores. El fósforo se presenta en forma de depósitos minerales rocosos. La liberación de sales fosfóricas solubles de estas rocas permite que el fósforo sea asimilado por los vegetales con lo que se pone en marcha la parte biológica del ciclo que termina en el suelo por efecto de la descomposición de la materia orgánica. Desde suelo y agua, el fósforo puede ir a las profundidades marinas como nuevo depósito mineral o puede volver a incorporarse a los seres vivos.

Pueden considerarse, también, los ciclos de los restantes elementos de importancia para los seres vivos lo que resulta de gran interés si quiere analizarse el papel de los seres humanos en la transformación de la biosfera. No obstante, este objetivo excede los límites de este texto por lo que simplemente merece apuntarse que, como resultado de la actividad humana aparecen, en ocasiones, elementos con ciclos poco dinámicos como es el caso, por ejemplo, de los llamados metales pesados de efectos bastante perjudiciales debido a su bioacumulación.

Los diferentes **recursos** empleados en nuestra actividad económica (agua, madera, alimentos, petróleo, hierro, etc.) participan, según se ha señalado, en un sistema dinámico e interconectado que es la Tierra cuyo presente y futuro hay que proteger. Esto implica, en primer lugar, disponer de un plan de actuación consecuente con este objetivo y, en segundo lugar, actuar de acuerdo con él.

En el campo de la actividad industrial hay que tener en cuenta que todo proceso productivo puede causar, en mayor o menor medida, molestias e incluso peligro para su propio entorno. Este riesgo es patente, no solo, durante el conjunto de operaciones y procesos que conducen a la transformación de materias primas en productos de consumo sino que puede manifestarse en los desechos generados durante el proceso o, debido a las características del propio producto fabricado.

2.- De las materias primas al producto final: peligros, riesgos y seguridad

Al abordar el impacto que un producto puede tener sobre el medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida, es conveniente tener en cuenta los conceptos de peligro, riesgo y seguridad.

El **peligro** está ligado a las propiedades intrínsecas del producto y es una forma potencial de perjuicio o daño para personas, bienes o el entorno. Hay varias formas de identificar el peligro de un producto:

- Examen de las propiedades físico- químicas
- Examen de su reactividad en animales de laboratorio (toxicidad) y en especies naturales (ecotoxicidad) extrapolando, posteriormente, este comportamiento frente al ser humano y el medio ambiente

Riesgo es la probabilidad de estar expuesto a un peligro. Este es un tema clave ya que no es posible modificar las propiedades de un producto sin cambiar su estructura pero, sin embargo, es posible reducir y controlar los riesgos a su exposición a lo largo de las etapas de fabricación, almacenamiento, distribución y utilización.

Los peligros son las fuentes de riesgos. La **seguridad** es el estado en el que los riesgos se consideran aceptables. Para alcanzar este estado, los peligros deben considerarse en un contexto muy amplio tratando de relacionar las actividades que las personas pueden realizar con la tecnología disponible.

La identificación de **riesgos medioambientales** exige experiencia en procesos productivos, técnicas de defensa del medio ambiente, legislación medioambiental y metodología de evaluación de impactos ambientales.

Por otra parte, la Administración Pública debe tener una visión clara de estos riesgos a la hora de actuar en la concesión o suspensión de licencias de actividad, control de la observancia de normas legales, etc. Así mismo, desde su posición de responsable total en el control del medio ambiente, debe conocer la ubicación e importancia de las potenciales fuentes de contaminación.

Las actividades humanas causantes de problemas medioambientales son: agricultura, silvicultura, pesca, energía, industria, transporte y turismo.

Los problemas medioambientales ligados a la agricultura son:

- Restos de pesticidas y fertilizantes en los alimentos, agua y suelo con el peligro asociado de estas sustancias químicas para la salud humana
- Ausencia de “buenas prácticas agrícolas” con el peligro de pérdida de flora y fauna
- Empleo excesivo de fertilizantes con la lixiviación de éstos y su difusión en aguas subterráneas y superficiales lo que implica contaminación del agua
- Emisión de amoníaco, y óxidos de nitrógeno con la correspondiente contaminación del aire
- Riego excesivo o escaso con el peligro de agotamiento de acuíferos y salinización de suelos y acuíferos
- Empleo de maquinaria pesada y vertido de fangos con metales pesados con el peligro de compactación de suelos, erosión y contaminación
- Vertido de residuos que contaminan el aire

En el caso de la silvicultura, los monocultivos y las prácticas intensivas son un peligro para la diversidad de especies. También genera problemas de erosión y empobrecimiento del suelo. Algunas especies (coníferas y eucaliptos) debido a que son inflamables presentan problemas de incendios con impactos locales importantes.

La pesca intensiva tiene el peligro de pérdida de recursos y la destrucción global de flora y fauna. La acuicultura tiene un impacto medioambiental notable por la generación de residuos en el medio acuático.

La energía es un elemento fundamental en la vida económica y social. Su impacto en el medio ambiente no solo es función de la cantidad de energía demandada sino de la manera en la que ésta se produce y utiliza. La incidencia medioambiental de la producción de energía es la contaminación del aire asociada a la combustión de recursos fósiles. En el caso de la energía nuclear, el peligro está asociado a las instalaciones y a los residuos generados. Las energías renovables, a pesar de que se suelen presentar como ambientalmente favorables, no están exentas de problemas.

En el caso de la industria, algunos sectores tienen por su gran capacidad de producción y por las propiedades de los productos que manejan unos efectos considerables sobre el medio ambiente. En la Unión Europea se aprobó en 1996 la Directiva 96/61 de 24 de septiembre relativa a la prevención y control integrados de la contaminación en la que se establecen medidas para evitar o, cuando ello no sea posible, reducir las emisiones de las actividades objeto de control (tabla 1) en la atmósfera, el agua y el suelo con el fin de alcanzar un nivel elevado de protección del medio ambiente considerado en su conjunto.

Por contaminación se entiende la introducción directa o indirecta, mediante la actividad humana, de sustancias, vibraciones, calor o ruido en la atmósfera, el agua o el suelo, que pueden tener efectos perjudiciales para la salud humana o la calidad del medio ambiente, o que puedan causar daños a los bienes materiales o deteriorar o perjudicar el disfrute u otras utilidades legítimas del medio ambiente.

TABLA 1

ACTIVIDADES INDUSTRIALES CONTEMPLADAS EN LA DIRECTIVA IPPC

1. Industria energética

1.1 Instalaciones de combustión, con una producción mayor de 50 MW.

1.2 Refinerías.

1.3 Coquerías.

1.4 Instalaciones de gasificación y licuefacción de carbón.

2. Producción y transformación de metales

2.1 Instalaciones de calcinación y sintetización de minerales metálicos.

2.2 Instalaciones para la producción de fundición y acero de más de 2,5 toneladas por hora.

2.3 Instalaciones de transformación de materiales ferrosos.

2.4 Fundiciones de metales ferrosos con capacidad de producción de más de 20 toneladas por día.

2.5 Instalaciones:

a) Para la producción de metales en bruto no ferrosos a partir de minerales, concentrados o materias primas secundarias.

b) Para la fusión de metales no ferrosos con una capacidad de mas de 4 toneladas para plomo y cadmio o 20 toneladas para los demás metales, por día.

2.6 Instalaciones para el tratamiento de superficie de metales y materiales plásticos por procedimiento electrolítico o químico, cuando el volumen de las cubetas de tratamiento sea superior a 30 m³.

3. Industrias minerales

3.1 Producción de cemento clínker con capacidad superior a 500 toneladas diarias y de cal con capacidad superior a 50 toneladas por día.

3.2 Producción de amianto.

3.3 Producción de vidrio incluida la fibra de vidrio con capacidad de fusión superior a 20 toneladas por día.

3.4 Fundición de materias minerales, incluida la fabricación de fibras minerales con una capacidad superior a 20 toneladas por día.

3.5 Fabricación de productos cerámicos con capacidad superior a 75 toneladas diarias y/o capacidad de horneado de más de 4 m³ y de más de 300 kg/m³ de carga por horno.

4. Industria química

4.1 Instalaciones para la fabricación de productos químicos orgánicos de base, en particular: hidrocarburos, compuestos orgánicos metálicos, materias plásticas de base, cauchos sintéticos, colorantes y pigmentos, tensioactivos y agentes de superficie.

4.2 Instalaciones para la fabricación de compuestos químicos inorgánicos de base como: gases, ácidos, bases, sales y no metales.

4.3 Instalaciones de fabricación de fertilizantes.

4.4 Instalaciones de fabricación de productos de base fitofarmacéuticos y biocidas.

4.5 Instalaciones de fabricación de medicamentos de base.

4.6 Instalaciones de fabricación de explosivos.

5. Gestión de residuos

5.1 Instalaciones de valorización o eliminación de residuos peligrosos.

5.2 Instalaciones para la incineración de residuos municipales.

5.3 Instalaciones para la eliminación o aprovechamiento de los residuos no peligrosos.

5.4 Vertederos que reciban más de 10 toneladas por día o que tengan capacidad total de más de 25000 toneladas con exclusión de los vertederos de residuos inertes.

6. Otras actividades

6.1 Instalaciones industriales destinadas a la fabricación de:

b)Papel y cartón con capacidad de más de 20 toneladas diarias

a) pasta de papel

6.2 Instalaciones para tratamiento previo o tinte de fibras o productos textiles con capacidad de más de 10 toneladas diarias

6.3 Instalaciones para el curtido de cueros con capacidad superior a 10 toneladas diarias

6.4 a)Mataderos con capacidad de producción de canales superior a 50 toneladas diarias

b)Tratamiento y transformación destinados a la fabricación de productos alimenticios a partir de:

- materia prima animal con capacidad de producción de productos acabados superior a 75 toneladas diarias

- materia prima vegetal con capacidad de producción de productos acabados superior a 300 toneladas diarias

c)Tratamiento y transformación de leche con capacidad superior a 200 toneladas diarias

6.5 Instalaciones para eliminación o aprovechamiento de canales o desechos de animales

- con capacidad superior a 10 toneladas diarias.
- 6.6 Instalaciones destinadas a la cría intensiva de aves de corral o cerdos que dispongan de más de : 40.000 emplazamientos para aves de corral, 2000 emplazamientos para cerdos de cría (de más de 30 kg) o 750 emplazamientos para cerdas
- 6.7 Instalaciones para el tratamiento de superficie de materiales con utilización de disolventes orgánicos con consumo de mas de 150 kg de disolvente por hora o más de 200 toneladas al año.
- 6.8 Instalaciones para fabricación de carbono o electrografito

En la tabla 2 se presenta una relación de sustancias que tienen que tomarse en consideración para controlar sus límites de emisión tanto al aire como al agua teniendo en cuenta tanto su naturaleza como el potencial de traslados de contaminación de un medio a otro (agua, aire y suelo).

TABLA 2

LISTA INDICATIVA DE LAS PRINCIPALES SUSTANCIAS CONTAMINANTES QUE SE TOMARAN OBLIGATORIAMENTE EN CONSIDERACION SI SON PERTINENTES PARA FIJAR VALORES LIMITE DE EMSIONES

ATMOSFERA

1. Oxidos de azufre y otros compuestos de azufre
2. Oxidos de nitrógeno y otros compuestos de nitrógeno
3. Monóxido de carbono
4. Compuestos orgánicos volátiles
5. Metales y sus compuestos
6. Polvos
7. Amianto (partículas en suspensión, fibras)
8. Cloro y sus compuestos
9. Fluor y sus compuestos
10. Arsénico y sus compuestos
11. Cianuros
12. Sustancias y preparados respecto de los cuales se haya demostrado que poseen propiedades cancerígenas, mutágenas o puedan afectar a la reproducción a través del aire
13. Policlorodibenzodioxinas y policlorodibenzofuranos

AGUA

1. Compuestos organohalogenados y sustancias que los pueden formar en el agua
2. Compuestos organofosforados
3. Compuestos organoestánicos
4. Sustancias y preparados cuyas propiedades cancerígenas, mutágenas o que puedan afectar a la reproducción en el medio acuático o vía el medio ambiente acuático estén demostradas
5. Hidrocarburos persistentes y sustancias orgánicas tóxicas persistentes y

- bioacumulables
6. Cianuros
 7. Metales y sus compuestos
 8. Arsénico y sus compuestos
 9. Biocidas y productos fitosanitarios
 10. Materias en suspensión
 11. Sustancias que contribuyen a la eutrofización (en particular nitratos y fosfatos)
 12. Sustancias que ejercen una influencia desfavorable sobre el balance de oxígeno (y computables mediante parámetros tales como DBO y DQO)
-

La actividad industrial genera, pues, una influencia muy notable sobre el medio ambiente. Entre los riesgos que la actividad industrial tiene para el medio ambiente cabe señalar: contaminación del suelo, contaminación del aire, contaminación del agua, ruido y accidentes por explosión, incendio o fugas.

El transporte constituye algo más que un simple sector de actividad económica. Su impacto sobre el medio ambiente es variado y complejo. El transporte es la principal fuente de emisión de contaminantes atmosféricos. Por su parte, el transporte marítimo contribuye, en gran medida, a la contaminación marina. El transporte es, a su vez, fuente de ruido. Cualquier tipo de transporte presenta riesgos de accidentes por incendio y explosión.

En lo referente al turismo, cabe señalar que entre sus problemas medioambientales destacan los de ordenación del territorio, gestión de residuos y contaminación del agua.

3.- Peligros naturales y tecnológicos

Es importante disponer de información básica sobre peligros naturales y tecnológicos. A este respecto, conviene tener en cuenta que desde finales de la década de los 80, los peligros naturales tienen mayor impacto medioambiental que los de origen humano. En 1997, se contabilizaron en la Unión Europea un total de 37 accidentes industriales graves, la cifra más alta en el periodo iniciado en 1985.

La importancia de los peligros naturales debería tenerse en cuenta en los programas medioambientales para poder controlar su incidencia.

La mayoría de los accidentes industriales graves se deben a un número simultáneo de causas como son: error de los operadores, fallo de algún componente de la instalación y reacciones químicas incontroladas. Concretamente, las dos primeras han sido las causas que han originado el 67% de los accidentes severos en la Unión Europea en el periodo 1985-1997 según el registro MARS (Major Accident Reporting System).

Aunque suelen asociarse los accidentes a las instalaciones químicas, hay otros sectores responsables de accidentes graves. Cabe citar la actividad agrícola, el transporte de mercancías peligrosas y el transporte de viajeros o de otras mercancías. Así, los accidentes relacionados con los vertidos de petróleo en el mar ligados a su transporte son especialmente conocidos. Aunque no hay evidencia de daños irreversibles causados por los grandes vertidos de petróleo ni por los pequeños y continuos derrames, es posible que un seguimiento continuado durante largos periodos ponga en evidencia, en el futuro, los efectos crónicos de estos peligros.

Según la base de datos MARS, los accidentes severos en la Unión Europea en el periodo 1985-1997 fueron 312. El reparto accidentes en función de las consecuencias que ocasionaron queda como sigue:

Sin consecuencias o de pequeña importancia: 43 accidentes

Con heridos:

- en la instalación: 94 accidentes
- alejados de la instalación: 26 accidentes

Con muertos:

- en la instalación: 47 accidentes
- alejados de la instalación: 16 accidentes

Daños ecológicos: 21 accidentes

Con pérdidas materiales cuantificadas:

- en la instalación: 57 accidentes
- alejadas de la instalación: 9 accidentes

Alteraciones de la vida comunitaria: 121 accidentes

(Dado que un mismo accidente puede provocar distintos efectos, resulta que la suma de accidentes de la relación anterior supera al número total de accidentes acaecidos en el periodo).

Según la información disponible, dos terceras partes de los accidentes produjeron daños ecológicos por contaminación del agua

En relación con la contaminación del agua, uno de los peligros mayores es el de los vertidos de petróleo cuyas causas en el periodo 1970-1997 fueron: 34% encalladuras,

29% colisiones, 13% fallos en el casco, 7% explosiones e incendios, 5% pérdidas en cargas y descargas y 12% otras. Estos porcentajes corresponden a un total de 294 vertidos.

Un área en la que es difícil predecir la localización de un accidente es el transporte. En particular, las consecuencias de la rotura de una tubería pueden ser graves debido a las importantes pérdidas de fluidos que pueden producirse antes de poder cortarlas. La llamada Directiva Seveso II de la Unión Europea no incluye las tuberías por lo que ésta es un área en el que deberán tomarse medidas con vistas a la incorporación de países del este de Europa a la Unión, teniendo en cuenta la magnitud de este transporte en esos países.

4.- La prevención de la contaminación como herramienta de gestión empresarial

El incremento de restricciones medioambientales, bien en el ámbito legislativo o bien a través del desarrollo de instrumentos económicos ha tenido varias consecuencias para la dinámica empresarial:

- ◆ Transformación parcial y sectorial del escenario de competitividad de las empresas al introducir nuevos elementos en la estructura de costes.
- ◆ Apertura de nuevos escenarios para la actividad empresarial como el reciclado
- ◆ Evolución de las tecnologías productivas buscando el ahorro de recursos y un menor impacto medioambiental negativo de su actividad. Estas tecnologías de ahorro suponen una mejora general de la productividad.

Por otra parte, el acicate que supone el desarrollo de políticas ambientales ha movido a algunas empresas a poner en marcha “códigos de conducta” que buscan situaciones de equilibrio ambiental.

Actualmente, los instrumentos de gestión medioambiental de la empresa son: estudios de impacto ambiental, auditorías medioambientales, análisis de riesgos y análisis medioambiental del ciclo de vida.

Las evaluaciones de impacto ambiental son un instrumento de carácter preventivo en tanto que tratan de anteponerse a las acciones que puedan suponer un impacto negativo en el medio.

Las auditorías medioambientales son un instrumento para la actualización periódica de los procesos de fabricación industrial así como de las instalaciones de depuración.

El análisis medioambiental del ciclo de vida de productos y procesos es la evaluación objetiva, sistemática y científica de los efectos medioambientales y sobre la salud humana asociados a un producto, proceso o actividad durante su ciclo de vida completo.

Los principios de la política ambiental en la empresa deben promover la creación y utilización de unos códigos y prácticas de actuación que se fundamenten en la formación y sensibilización de todo el personal.

También debe establecerse una comunicación interna y externa de las actividades productivas y sus riesgos. La comunicación externa debe incluir las recomendaciones a clientes sobre el uso de productos y tratamiento de residuos así como las relativas a proveedores, contratistas y subcontratistas.

5.- Causas de contaminación del medio hídrico. Prevención. Tratamientos

Por **contaminación del agua** se entiende "la acción y efecto de introducir en el agua materias o formas de energía o inducir condiciones que de modo directo o indirecto impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica".

Las estaciones o plantas depuradoras de agua contaminada o residual tienen por objeto suplir la falta de capacidad autodepuradora del medio ambiente debida al exceso de carga. En este sentido, una planta depuradora realiza la misma labor que kilómetros de río.

El fin de la depuración es obtener un agua cuya contaminación se limite a un grado tal que su vertido al medio receptor no suponga una merma en la calidad de éste.

En cualquier núcleo de población podemos tener agua residual de diversa procedencia que, con carácter general se clasifica en:

agua residual doméstica. Es la que procede de domicilios, locales públicos, instalaciones comerciales, establecimientos sanitarios, etc.

agua residual industrial. Es la que procede de plantas de fabricación o transformación de productos.

agua de lluvia. Es la resultante de la escorrentía superficial.

Las características de las aguas residuales pueden clasificarse en: físicas, químicas y biológicas. Estas características dependen de la composición, es decir del contenido de contaminantes.

El contenido total en sólidos (disueltos y en suspensión) es lo que confiere a las aguas sus propiedades físicas de color, olor y sabor. Otra de las características físicas más importantes es la temperatura.

La temperatura del agua es un valor muy importante ya que influye en el desarrollo de la vida acuática, velocidades de reacciones químicas y solubilidad del oxígeno.

Las características químicas de las aguas contaminadas se deben a la materia orgánica, inorgánica y gases.

Los aspectos biológicos más interesantes relacionados con las aguas son los correspondientes a los microorganismos que se encuentran en ellas, los organismos patógenos y los organismos empleados como indicadores de contaminación. Los principales microorganismos presentes en las aguas son: bacterias, hongos, protozoos y algas. La temperatura y el pH juegan un papel vital en la vida de los microorganismos.

La composición y volumen de las aguas residuales puede variar para un mismo núcleo de población o instalación industrial de hora a hora, de día a día y de año a año. Por tanto, con vistas a su tratamiento hay que tener siempre presente que el buen funcionamiento de una planta depuradora dependerá de la realización previa de un estudio minucioso tendente a tratar de evitar perturbaciones posteriores.

La consideración de los criterios económicos permite afirmar que no hay un sistema de tratamiento que sea mejor que otro con carácter general sino que, el mejor tratamiento será el que se ponga en marcha como resultado de considerar en cada caso diversas alternativas viables y eligiendo entre ellas la de menor coste global

En las plantas industriales, el agua tiene una serie de importantes aplicaciones que la hacen insustituible y ese uso es el que provoca su contaminación. Las utilizaciones más frecuentes del agua son como: fluido refrigerante, materia prima para la fabricación de vapor, reactivo y diluyente, medio de limpieza y de lucha contra incendios

La captación del agua se realiza de cauces naturales o de acuíferos subterráneos. Dado que las impurezas presentes en el agua pueden causar problemas importantes en las conducciones y equipos industriales con los que se mantenga en contacto, es imprescindible no solo conocer y cuantificar dichas impurezas sino eliminarlas, total o parcialmente, para controlar sus efectos.

Por motivos económicos, los niveles de calidad del agua tratada deben ser diferentes en función de la utilización prevista. El sistema de tratamiento se lleva a cabo escalonadamente en diferentes unidades de tratamiento dando lugar a los diferentes tipos de agua industrial que se distribuyen por la fábrica mediante tuberías independientes. Existen dos redes de agua que son exclusivos de la industria alimentaria y que requieren especial atención en lo que respecta a su calidad. Son el agua de lavado de envases y el agua empleada en tratamiento térmico (pasterización).

Con carácter general, los tratamientos a los que se someten las aguas de uso industrial o doméstico para poder consumirlas, se agrupan en: tratamientos para eliminar los sólidos en suspensión, tratamientos para eliminar los sólidos disueltos y tratamientos complementarios destinados a la eliminación de gases y desinfección.

El coste del tratamiento de agua es muy importante y puede llegar a condicionar la viabilidad de una actividad industrial. En términos generales, el coste es tanto mayor cuanto peor sea la calidad del agua bruta.

La escasez de agua en países de gran densidad de población y altamente industrializados junto con la necesidad de depurar los efluentes contaminados plantea la conveniencia de reciclar, en lo posible, el agua empleada.

5.1.- Prevención de la contaminación hídrica. Aprovechamiento de las aguas residuales industriales

Las tecnologías de fabricación que tienen como objetivo minimizar la producción de cualquier efluente y, por tanto, prevenir la contaminación se encuadran en lo que se ha venido en llamar "tecnologías limpias", "tecnologías sin residuos" o "tecnologías poco contaminante".

Si se desea conseguir que los procesos industriales sean respetuosos con el medio ambiente hay que combinar, de forma razonable, lo "tradicional" con la "innovación". La tradición está representada por el tratamiento más o menos convencional de las aguas residuales lo que supone admitir que es imposible prescindir del hecho de que hay que tratar el agua. La innovación está representada por los procesos de fabricación que tratan de reducir al mínimo la generación de agua residual por la vía de su sustitución por otros

elementos, cuando es posible, y también por el camino de evitar su despilfarro. La innovación implica una actitud investigadora que trate de conseguir unas condiciones óptimas de operación que, garantizando una adecuada calidad del producto fabricado, minimicen el impacto negativo sobre el medio ambiente.

En el caso del agua, la "tecnología blanda" comprende la producción de vapor y agua de refrigeración en circuito cerrado lo que supone que solamente se produzcan al exterior las corrientes de purgas.

Todo aprovechamiento debe basarse en el conocimiento cualitativo y cuantitativo de las corrientes de agua producidas. También hay que plantearse la agrupación o segregación de efluentes y finalmente la elección de los sistemas de tratamiento y aprovechamiento más adecuados.

Es preciso, pues que se realice un estudio minucioso de la planta industrial a la hora de planificar el aprovechamiento del agua en la misma ya que cualquier elemento peligroso que no se tenga en cuenta puede perturbar seriamente los tratamientos propuestos.

Los datos necesarios para evaluar la gestión del agua residual en la industria deben abarcar:

- ◆ Volúmenes por ciclo productivo
- ◆ Caudales máximos y mínimos (Valores numéricos y duración de los mismos)
- ◆ Características del agua de aporte a la fábrica
- ◆ Tipo de fabricación (continua o discontinua)
- ◆ Composición de los efluentes
- ◆ Posibilidad de mezcla o segregación de efluentes
- ◆ Contaminantes claves en el ciclo productivo
- ◆ Tratamientos disponibles para la eliminación de contaminantes

En la depuración de aguas residuales es necesario partir de un principio básico: **A un cauce público nunca debería hacerse un vertido que pueda ocasionar un desequilibrio, es decir, que sobrepase su capacidad de autodepuración.** Esto debe entenderse, también, en el sentido de que no hay porqué depurar más de lo necesario o lo que es lo mismo, gastar sin motivo.

5.2.- Sistemas de depuración

El **tratamiento convencional** de las aguas residuales agrupa las operaciones y procesos en: tratamiento primario, secundario y terciario (o avanzado).

El tratamiento primario tiene por objeto eliminar las partículas en suspensión así como los aceites y grasas por medios físicos y químicos.

El tratamiento secundario denominado también biológico tiene como objetivo la coagulación y eliminación de los sólidos coloidales no sedimentables y la estabilización de la materia orgánica.

En el tratamiento terciario se emplean combinaciones de operaciones unitarias, procesos químicos y biológicos para eliminar componentes que permanecen en el agua después de las etapas anteriores. En él pueden eliminarse nutrientes (N y P), sustancias orgánicas no biodegradables, metales pesados, gérmenes patógenos, etc.

Las plantas depuradoras de aguas urbanas e industriales que lo precisen deben tener antes del tratamiento primario un conjunto de equipos que permitan eliminar los materiales que por su tamaño y naturaleza puedan crear problemas en las operaciones posteriores. Esta eliminación se realiza en el llamado pretratamiento. En el se eliminan, principalmente, sólidos de gran tamaño y arenas. En algunas ocasiones, la eliminación de grasas y aceites se incluye en estas operaciones.

Las principales operaciones y procesos que pueden incluirse en el tratamiento primario son: sedimentación, flotación y separación de grasas y aceites. También puede incluirse, caso de que sea necesario, una neutralización. En el caso de un esquema de tratamiento físico-químico, la coagulación-floculación característica de éste se coloca como una etapa intermedia entre el pretratamiento y el tratamiento primario propiamente dicho.

Los objetivos del tratamiento biológico se consiguen mediante una amplia variedad de microorganismos, principalmente bacterias.

Los microorganismos utilizan la materia orgánica presente en las aguas residuales como fuente de materia y energía. La asimilación de la materia orgánica se traduce en una presencia de tejido celular que, al tener un peso específico ligeramente superior al del agua, puede eliminarse por decantación. Es importante señalar que, a menos que se separe de la solución el tejido celular, no se conseguirá el tratamiento completo porque el tejido celular vendrá medido como DBO del efluente.

Los procesos biológicos empleados en el tratamiento del agua residual se clasifican en tres grupos principales: aerobios, anaerobios y anóxicos. En cada uno de estos grupos, los microorganismos pueden estar en suspensión o sobre un soporte fijo.

A igualdad de condiciones, es más económico buscar la energía vital en procesos aerobios. Como la multiplicación celular es más abundante en medio aerobio, la degradación es más rápida en este medio.

El tratamiento biológico anaerobio se emplea con aguas residuales fuertemente contaminantes. También se emplea en la estabilización de fangos.

TABLA 3
OPERACIONES Y PROCESOS EMPLEADOS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES

COMPONENTES	SISTEMA DE SEPARACION
-------------	-----------------------

<ul style="list-style-type: none"> * SOLIDOS GRUESOS Y FIBROSOS * ACEITES Y GRASAS * SOLIDOS MENOS GRUESOS * PARTICULAS COLOIDALES * SUSTANCIAS ORGANICAS DISUELTAS * AMONIACO * SUSTANCIAS ORGANICAS COLOIDALES Y DISUELTAS NO FLOCUL. NI BIODEG. * SUSTANCIAS INORGANICAS DISUELTAS * GASES * BACTERIAS Y OTROS PATOGENOS * FANGOS O LODOS 	<p>TAMIZADO SEPARACION LIQUIDO-LIQUIDO DECANTACION, FLOTACION O FILTRACION COAGULACION Y FLOCULACION OXIDACION BIOLOGICA OXIDACION BIOLOGICA ADSORCION</p> <p>PRECIPIT.+DECANT. O FILTRACION ULTRAFILT., O. INVERSA O DIALISIS INTERCAMBIO IONICO "STRIPPING" DESINFECCION ESPESAMIENTO, DESHIDRATAACION</p>
---	--

Dentro de los procesos aerobios, el más empleado es el llamado de fangos o lodos activos del que existen diversas variantes. Este proceso se desarrolló en Inglaterra en 1914. Recibe este nombre porque en el proceso se forma una masa activa de microorganismos capaces de estabilizar un residuo aeróbicamente. Este medio aerobio se consigue mediante difusores (solución habitual en las EDAR) o mediante aeradores mecánicos. Ambos sistemas deben servir, a su vez, para mantener el líquido completamente mezclado en un regimen de mezcla completa.

Las balsas de estabilización construidas en el terreno con profundidades de 1 a 2 m. constituyen el proceso más sencillo de oxidación biológica.

En el caso de las balsas de estabilización, para lograr reducciones importantes de la contaminación, las cargas deben ser bajas lo que requiere grandes extensiones de terreno. Las algas constituyen la principal fuente de oxígeno de estos sistemas, sin embargo, la aeración natural superficial puede aportar una cantidad adicional de este elemento.

Las lagunas aireadas son similares a las balsas de estabilización excepto en lo que se refiere al suministro de oxígeno, que se realiza mediante aireadores mecánicos superficiales. Esto permite una mejora del rendimiento y una reducción, por tanto, de la superficie necesaria. Los aireadores sirven también para mezclar el contenido de la laguna, evitando la sedimentación de los sólidos en suspensión. Las lagunas aireadas equivalen a un sistema de lodos activos sin recirculación.

Los filtros percoladores tienen un relleno que es de material plástico de formas regulares alcanzando profundidades de hasta 15 m. El agua residual se distribuye por la parte superior del lecho mediante boquillas de pulverización montadas en sus sistemas rotatorios. Los filtros tienen un drenaje en la parte inferior para recoger el agua depurada y favorecer la aireación.

Como alternativa al tratamiento convencional se presenta el tratamiento físico-químico en el que se aprovechan las propiedades coagulantes y floculantes de algunos reactivos químicos para romper la estructura coloidal del agua residual y formar flóculos que aglutinan la mayor parte de la contaminación. El tratamiento físico-químico puede resolver los problemas de los efluentes que tienen un aporte importante de contaminación industrial que puede actuar como inhibidora de los procesos biológicos. También es adecuado para condiciones de carga y caudal muy cambiantes. Puede actuar como tratamiento completo en condiciones de vertido poco exigentes (emisarios submarinos y

aguas superficiales con buen nivel autodepurador). A su vez, sirve para limitar el aporte de fósforo a los cauces receptores. Sirve como tratamiento terciario de afino para mejorar las calidades de los vertidos.

El tratamiento físico- químico de aguas residuales puede emplearse como un tratamiento combinado con los procesos biológicos para optimizar costes y rendimientos de depuración. Dependiendo del punto de adición de los reactivos con respecto a la etapa biológica, los tratamientos mixtos (físico-químico combinado con biológico) se denominan de preprecipitación, coprecipitación y postprecipitación.

Es importante tener presente que la carga contaminante o los productos que se han formado durante el tratamiento se reúnen formando lodos o fangos que suelen necesitar un tratamiento posterior que permita su transporte para vertido o uso como fertilizantes (más bien correctores de suelos) o bien para aprovechar su contenido energético.

5.3.- Criterios de selección de los diferentes sistemas de tratamiento

El tipo de proceso a elegir para una depuración dependerá de una combinación de factores como son:

- ◆ Caudal y carga contaminante del agua residual
- ◆ Calidad requerida para el agua depurada
- ◆ Inversión y costes de explotación
- ◆ Facilidad para la evacuación o utilización de los fangos que, pueden ser el gran problema de una planta.

Ante las posibles limitaciones presupuestarias deberían adoptarse compromisos entre inversión-calidad y costes-calidad basados en el principio de que es preferible y urgente depurar aunque sea parcialmente que esperar sin depuración hasta tener el dinero disponible para depurar totalmente. También es preferible depurar en tres municipios ,aunque no sea exhaustivamente, que depurar totalmente, pero sólo en uno.

6.- Causas de contaminación del medio atmosférico. Prevención. Tratamientos

Se considera contaminación atmosférica a la introducción en la atmósfera, por acción humana, directa o indirecta, de sustancias o de energía que tengan una acción nociva de tal naturaleza que ponga en peligro la salud del hombre, que cause daños a los recursos biológicos y a los ecosistemas, que deteriore los bienes materiales y que dañe o perjudique las actividades recreativas y otras utilidades legítimas del medio ambiente.

La presencia de contaminantes en la atmósfera se expresa en unidades de concentración relacionando la masa de contaminante con el volumen de aire (mg/m^3 , $\mu\text{g/m}^3$, ng/m^3). En el caso de contaminantes gaseosos también suele expresarse su concentración en ppm (partes por millón) en volumen y ppb (partes por billón) también en volumen.

No hay que menospreciar la contaminación debida a diversas formas de energía como pueden ser las radiaciones ionizantes y el ruido aunque por sus especiales características reciben un tratamiento legal y técnico específico.

El **dióxido de carbono** no es propiamente un contaminante aunque, al igual que el vapor de agua, en grandes cantidades parece que pueden contribuir a alterar el clima y los ecosistemas en cuyo caso ambos pasarían a considerarse contaminantes.

Las **partículas sólidas o líquidas** que se mantienen en suspensión en el aire presentan una gran dispersión de tamaños y una constitución química muy variada en función de su procedencia. Entre las partículas también hay contaminantes bioquímicos como virus, bacterias y mohos.

Por reacciones químicas en la atmósfera o en la hidrosfera se pueden formar contaminantes secundarios como: dióxido de nitrógeno (NO_2) y nitratos (MNO_3) a partir de óxido nítrico (NO) y amoníaco (NH_3), trióxido de azufre (SO_3), ácido sulfúrico (H_2SO_4) y sulfatos (MSO_4) a partir de dióxido de azufre (SO_2) y ácido sulfhídrico (H_2S), así como, ácido clorhídrico (HCl), ácido fluorhídrico (HF) y cloro (Cl_2) a partir de derivados halogenados orgánicos. También puede formarse dióxido de carbono (CO_2) a partir de monóxido de carbono (CO) y ozono (O_3) a partir de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno (NO_x).

Los componentes gaseosos de la atmósfera y los contaminantes que puedan estar en ella se desplazan debido, principalmente, al viento y los gradientes de temperatura. Sin embargo, la topografía de una región y las condiciones climatológicas pueden hacer que el aire se inmovilice temporalmente formando una bolsa lo que puede provocar aumentos locales de la concentración de contaminantes.

6.1.- Fuentes de contaminación atmosférica

La mayor parte de los contaminantes primarios importantes se generan como resultado de procesos de combustión ya sea para obtener energía mecánica (vehículos y aviones), térmica (calefacciones y procesos industriales) y eléctrica (centrales térmicas).

La combustión es una oxidación de combustibles con el oxígeno del aire que tiene lugar mediante una serie de reacciones en cadena.

Si la combustión se verificara con un cien por cien de rendimiento y los combustibles

tuvieran en su composición, solamente, elementos oxidables como el carbono y el hidrógeno, los productos originados podrían considerarse inocuos. Sucede, sin embargo, que los combustibles sólidos y líquidos tienen azufre en su composición por lo que la combustión da lugar a la formación de dióxido de azufre (SO₂) y, en algunos casos, trióxido de azufre (SO₃).

Por otra parte, a altas temperaturas se producen, también, óxidos de nitrógeno (NO_x) en los procesos de combustión por reacción del nitrógeno y oxígeno del aire.

Las partículas se producen, fundamentalmente, por una mala combustión. En el caso de combustibles sólidos, las partículas son las llamadas cenizas volantes que están formadas, principalmente, por la materia inorgánica del carbón (sílice, alúmina, óxidos de hierro, óxidos de calcio, óxidos de magnesio, etc.). Una parte de las cenizas producidas en la combustión quedan retenidas en el horno o en la caldera como escorias. El resto son arrastradas en los gases que salen por la chimenea de ahí el nombre de cenizas volantes.

La combustión de productos petrolíferos genera partículas sólidas muy finas que pueden aglomerarse formando pavesas. Se trata de partículas sólidas carbonosas e hidrocarburos muy pesados. Las combustiones incompletas pueden producir también hidrocarburos policíclicos, especialmente hidrocarburos aromáticos. Desde el punto de vista de la contaminación atmosférica, las características más importantes de los combustibles líquidos son el contenido en azufre y la viscosidad.

En la tabla 4 se presenta un resumen de la generación de los principales contaminantes atmosféricos según sectores de actividad en 1995 y las proyecciones para 2010.

6.2.- Prevención de la contaminación atmosférica

Una gestión medioambiental adecuada sólo puede entenderse desde la óptica de evitar la formación de contaminantes.

**TABLA 4
DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS PRINCIPALES CONTAMINANTES
ATMOSFERICOS EN LA UNION EUROPEA SEGÚN SUS FUENTES**

Sector	SO ₂		NO _x		NH ₃		COVNM	
	1995	2010	1995	2010	1995	2010	1995	2010
Energía	58	49	19	19	0	0	0	0
Industria	25	32	12	17	2	2	8	13
Agricultura	0	0	0	0	94	95	*	*
Transporte	7	7	63	55	4	3	40	29
Otros	10	12	6	10	0	0	52*	58*

Fuente: Comisión Europea, 1999

* Los compuestos orgánicos volátiles (COV) de la agricultura se han incluido en "Otros". La contribución principal a "Otros" en lo que a COV se refiere procede de los disolventes tanto de uso industrial como doméstico.

En el caso de la contaminación atmosférica se trata de elegir los combustibles adecuados y un diseño óptimo del sistema de combustión tanto en lo referente al transporte como a

la generación de energía eléctrica. Por su parte, la incineración de residuos debe realizarse empleando los métodos más adecuados a cada tipo de residuo. En el caso de actividades industriales hay que estudiar cada proceso para optimizar las operaciones de fabricación en el sentido de minimizar los residuos pero considerando, a su vez, los criterios de rentabilidad económica.

En la tabla 5 se presentan los objetivos de reducción de los principales contaminantes atmosféricos hasta el 2010 en la Unión Europea.

6.3.- Sistemas de depuración

Desde el punto de vista de los sistemas empleados en la depuración de gases es conveniente la clasificación de los posibles contaminantes en: partículas y gases ya que hay equipos especializados en cada tipo de separaciones aunque, también los hay con carácter mixto. El 80 por 100 de las partículas de origen industrial tienen un tamaño comprendido entre 10^{-1} y 10^{-2} μm .

**TABLA 5
OBJETIVOS DE REDUCCION DE EMISIONES ATMOSFERICAS EN LA UNION
EUROPEA (EU15), (KTONELADAS)**

Contaminante	1990	2010	Reducción
SO ₂	16.300	4.800	71%
NO _x	13.200	7.300	45%
NH ₃	3.600	2.900	14%
COV	14.000	7.200	49%

Fuente: Comisión Europea, 1999

Los contaminantes gaseosos tienen un tamaño comprendido entre 10^{-3} y 10^{-5} μm . Con objeto de hacer una captación adecuada de estos contaminantes hay que tener en cuenta factores tales como su naturaleza química, solubilidad y combustibilidad.

La elección del adecuado sistema de depuración de gases es uno de los problemas más importantes de la ingeniería ambiental ya que hay que combinar los aspectos técnicos con los económicos y legales. Desde el punto de vista técnico el depurador debe tener una determinada eficacia y ocupar el mínimo espacio. Desde el punto de vista económico debe realizar sus funciones con el mínimo coste. Por su parte, las consideraciones legales obligan a que el depurador impida el vertido de determinadas sustancias y en determinadas circunstancias sin poder tener en cuenta consideraciones económicas.

Los factores determinantes en la elección de un equipo de depuración dependen del contaminante, de la corriente gaseosa que lo arrastra y de algunas características del producto que finalmente pueda recuperarse. En la tabla 6 se recogen algunas de estas características. La información requerida por la tabla puede obtenerse del análisis de los gases emitidos o de cálculos realizados sobre la marcha del proceso. Indudablemente, la recogida de muestras y su posterior análisis es el método más caro pero más fiable.

Las exigencias legales para los vertidos de cada contaminante fijarán la mínima eficacia que debe conseguirse en cada problema concreto a la vista de los datos disponibles sobre el contaminante y su gas portador.

Por otra parte, los costes de tratamiento se convierten en el criterio más importante a la hora de decidir sobre el control de la contaminación atmosférica. Concretamente, el "coste efectivo" es decir el coste anual de tratamiento dividido por cada tonelada de gases de emisión que hay que tratar se convierte en el común denominador que permite comparar diversas opciones.

Los principales mecanismos empleados en la separación de partículas son: gravedad, inercia, fuerza centrífuga, lavado, filtración y precipitación electrostática.

Los **separadores de gravedad** son cámaras de sedimentación suficientemente grandes en las que la velocidad de la corriente gaseosa se reduce para que las partículas que están en suspensión tengan tiempo suficiente para depositarse. El funcionamiento de estas cámaras exige grandes longitudes para poder separar partículas pequeñas, por ello el sistema sólo se emplea bien como etapa previa a otro sistema o bien para la separación de partículas de gran tamaño (diámetros superiores a 50 μm).

Los **separadores inerciales** funcionan imprimiendo un cambio brusco a la dirección de la corriente gaseosa lo que permite la separación de las partículas debido, principalmente, a su inercia. El empleo de estos sistemas se limita a la captación de partículas de diámetro superior a 20 μm por lo que se emplean como separadores previos.

TABLA 6
PROPIEDADES DEL CONTAMINANTE Y DEL GAS PORTADOR A CONSIDERAR EN LA ELECCION DE UN SISTEMA DEPURADOR

<p style="text-align: center;">¡Error! Marcador no definido. Contaminante</p>	<p style="text-align: center;">Gas Portador</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Distribución del tamaño de partículas ■ Peso molecular ■ Presión de vapor ■ Solubilidad ■ Características de adsorción ■ Límite inferior de explosión ■ Reactividad 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Concentración del contaminante ■ Caudal ■ Temperatura ■ Presión ■ Humedad ■ Concentración de Oxígeno ■ Entalpia ■ Corrosividad ■ Explosividad

Los **separadores centrífugos** reciben el nombre de ciclones. El límite de aplicación de este tipo de separador está en partículas de 5 a 10 μm . de diámetro. Se emplean en instalaciones de funcionamiento continuo como: hornos de cemento, siderurgia y fundiciones, industria química y combustión de carbones.

Los **separadores de capa porosa** se denominan, también, filtros de mangas. Están basados en la retención por choque con un material filtrante de las partículas en suspensión. Dentro de este sistema de retención destacan los filtros de tela y los filtros de

papel. Los filtros de tela se emplean con frecuencia en la retención de partículas de tamaño grande que tienen interés económico. Los elementos filtrantes tienen forma tubular de ahí el nombre de filtros de mangas. Su rendimiento varía con el tiempo y suele alcanzar valores del 99 por 100. Los filtros de papel se denominan filtros de alta eficacia o absolutos. Se emplean en salas estériles de hospitales, instalaciones farmacéuticas y montajes electrónicos de alta precisión. Por contra a los de tela no son recuperables. Alcanzan rendimientos del 99.97 por 100.

Los **separadores por vía húmeda** (scrubbers) emplean un líquido, generalmente agua, para separar las partículas en forma de lodo. Sirven también para separar gases como el cloro y vapores como el de tricloruro de fósforo. Son los equipos más empleados para controlar las emisiones inorgánicas. Normalmente, los separadores vía húmeda alcanzan rendimientos del 90 al 99.99 por 100.

Los **precipitadores electrostáticos** se emplean para eliminar partículas de corrientes gaseosas que pueden ionizarse fácilmente (O_2 , CO_2 , SO_2). La mayoría de estos precipitadores trabajan con rendimientos del 95 al 99 por 100. El rendimiento depende mucho de variables como el caudal de gas, temperatura, humedad, resistividad de las partículas y su distribución de tamaños. Los precipitadores electrostáticos reúnen una serie de ventajas como son su alto rendimiento y su relativamente moderado consumo de energía junto con unas necesidades de mantenimiento no muy exigentes. Pueden trabajar, por otra parte, con gases húmedos.

Por lo que se refiere a la depuración de contaminantes gaseosos, cabe señalar que el control de las emisiones de **vapores orgánicos** es, probablemente, uno de los principales problemas de contaminación atmosférica.

Las tecnologías más utilizadas incluyen la incineración térmica y catalítica, adsorción, condensación y absorción. La elección de una de ellas depende de la concentración de los compuestos orgánicos en el gas de arrastre.

La **incineración térmica** convierte las emisiones gaseosas en dióxido de carbono y agua. Los gases contaminados, una vez captados, se precalientan por contacto indirecto con los gases procedentes de la incineración y, posteriormente, entran en la cámara de combustión. Suele ser necesario un combustible adicional para mantener la combustión debido a que la concentración de gases suele ser pequeña. El tipo de quemador empleado influye en las velocidades de combustión y, por tanto, en los tiempos de residencia. Estos suelen oscilar entre 0.5 a 1 segundos cuando las temperaturas están en el rango de 600 a 800 °C.

Las antorchas son los sistemas de incineración más comúnmente empleados para incinerar emisiones intermitentes y de emergencia.

La **incineración catalítica** es similar a la térmica salvo que en este caso el catalizador rebaja la energía de activación de la oxidación lo que se manifiesta en forma de una temperatura de combustión de unos 300 °C. El catalizador consiste en un material activo (platino, aleaciones de platino, óxido de cobre, cromo, manganeso o níquel) que se deposita sobre un soporte inerte de cerámica con forma de panal. La regeneración del catalizador puede hacerse con soplado de aire o de vapor trabajando a temperaturas unos 30 grados superiores a las de operación.

La **adsorción** consiste en la retención de los compuestos orgánicos en la superficie de

sólidos granulares (carbón activo, gel de sílice, alúmina activada). El carbón activo es el más utilizado.

Esta operación puede servir para eliminar otros compuestos.

Una vez que el sólido está saturado de adsorbato es preciso retirarlo o regenerarlo. Los lechos pueden regenerarse con vapor, aire caliente o una combinación de vacío y gas caliente. Después de una serie de ciclos el adsorbente pierde su capacidad y debe retirarse definitivamente.

La **condensación** es una técnica de separación consistente en llevar la corriente gaseosa hasta la saturación y después condensar los contaminantes. La condensación puede realizarse manteniendo la temperatura constante y subiendo la presión o reduciendo la temperatura mientras se mantiene constante la presión. Generalmente se trabaja a presión constante. Los equipos de condensación más empleados se clasifican en: condensadores de superficie y condensadores de contacto.

La condensación ofrece las ventajas de la recuperación del contaminante, ausencia de problemas de residuos y pequeña necesidad de espacio. Entre los inconvenientes están la limitación de su empleo a corrientes concentradas de contaminante. Su eficacia suele estar comprendida entre el 50 y el 95 por 100 dependiendo de la concentración del contaminante en la corriente gaseosa.

La **absorción** es una operación en la que uno o varios componentes de una corriente gaseosa pasan a un líquido no volátil. La absorción tiene lugar cuando la concentración de los elementos gaseosos en la fase líquida es menor que la concentración de equilibrio. Ese gradiente es la fuerza de transferencia. Los mejores sistemas de absorción se caracterizan por bajas temperaturas de operación, grandes superficies de contacto, altas relaciones líquido/gas y altas concentraciones de los componentes absorbibles en el gas. La eficacia puede ser superior al 98 por 100. Por otra parte, cuando el componente gaseoso es muy soluble en el líquido también pueden conseguirse eficacias altas.

En cuanto a la eliminación de **óxidos de azufre** cabe señalar que los sistemas más empleados son los de lavado húmedo de la corriente gaseosa mediante una solución acuosa de carbonato cálcico, hidróxido cálcico, hidróxido sódico, carbonato o bicarbonato sódico. Otro sistema, también utilizado, es el de lavado semihúmedo con el empleo de un lodo de cal o de carbonato sódico. Los procesos mencionados no permiten la recuperación de los absorbentes empleados aunque los productos obtenidos pueden, en algunos casos comercializarse. Cuando se emplean soluciones de sulfito sódico o de hidróxido magnésico puede recuperarse el absorbente.

Cabe también emplear sólidos como los carbonatos cálcico y magnésico para hacer una desulfuración por vía seca en el propio horno de combustión. Este proceso se emplea cuando el horno de combustión es de lecho fluidificado.

Para asegurar una buena desulfuración se suelen recomendar dos etapas de lavado. La primera consiste en un equipo Venturi que elimina las partículas. La segunda es una torre para eliminar el SO_x .

La eliminación de **óxidos de nitrógeno** se realiza por reducción en diversas modalidades.

La **reducción catalítica selectiva** es uno de los sistemas más eficaces de eliminación de óxidos de nitrógeno. Se emplea amoníaco anhidro o en solución acuosa que reacciona

con los NO_x para formar nitrógeno y agua. La temperatura debe mantenerse en unos márgenes estrechos (230-460 °C) en función del tipo de catalizador. El catalizador puede ser de titanio, vanadio, platino, zeolitas y cerámica y se puede presentar con un gran número de configuraciones (panales, anillos y "pellets"). Algunos catalizadores se han desarrollado para resistir los envenenamientos de SO_2 como los de titanio y zeolitas. Los catalizadores de base metálica son atacados por ácido clorhídrico.

El sistema de **reducción no catalítica** emplea amoníaco o urea en la cámara de combustión o posteriormente en un punto favorable. Al no emplear catalizador precisa de altas temperaturas por lo que no suele emplearse en sistemas con turbinas de gas. El rango óptimo de temperaturas para amoníaco es de 800 a 850 °C mientras que en el caso de la urea se precisan temperaturas de 500 a 900 °C. Aquí también pueden aparecer problemas con la formación de sulfato y bisulfato amónicos así como con el cloruro amónico.

En la eliminación de contaminantes procedentes de automóviles se emplea el sistema de **reducción catalítica no selectiva** que consiste en hacer reaccionar los óxidos de nitrógeno y el oxígeno contenidos en los gases de escape con el monóxido de carbono y los hidrocarburos inquemados, también, presentes en el gas para formar nitrógeno, dióxido de carbono y agua (vapor).

7.- Generación de residuos industriales. Prevención. Tratamientos

Con la denominación de residuos se designan, en general, todas aquellas materias que, generadas en las actividades de producción y consumo, no alcanzan en el contexto en el que se producen ningún valor económico bien porque no existe una tecnología adecuada para su aprovechamiento o bien, porque no existe un mercado para los productos recuperados.

Admitiendo que la mejor gestión de los residuos es evitar su generación, los que finalmente son generados tienen dos alternativas: eliminación o aprovechamiento. Por eliminación se entiende todo el conjunto de operaciones dirigidas al almacenamiento temporal, vertido controlado o destrucción total o parcial sin aprovechamiento de su contenido material o energético.

El aprovechamiento supone, sin embargo, la recuperación o transformación de los recursos contenidos en esos residuos. Es evidente, que una sociedad respetuosa con su medio ambiente debe tender hacia esta segunda opción. Sin embargo, la eliminación sigue siendo en última instancia una alternativa necesaria.

Los residuos, de acuerdo con su origen, pueden clasificarse en: municipales, industriales, de plantas depuradoras y agrícolas.

Los residuos **municipales** o **urbanos** engloban los residuos residenciales o domésticos procedentes de residencias familiares y los comerciales procedentes de hoteles, restaurantes, talleres de reparación, hospitales, mercados, oficinas,.... Están constituidos por restos de alimentos, papeles, cartones, plásticos, maderas, cenizas, ropas, vidrios, envases metálicos, etc., además, hay que añadir los componentes que tienen carácter.

Los residuos municipales suelen incluir, también, los procedentes de carreteras, autopistas, playas, áreas de descanso, campos deportivos, etc.. Estos últimos tienen una composición muy variada incluyendo elementos vegetales en abundancia y, en su caso, animales.

Los residuos **industriales** proceden de instalaciones industriales de cualquier tipo. Comprenden materiales muy diversos que incluyen residuos peligrosos así como los radiactivos.

Los residuos industriales difieren de los urbanos en que son mucho más variados dada la diversidad de sectores industriales. Los más interesantes desde el punto de vista de su aprovechamiento son los constituidos por materiales metálicos, productos químicos, plásticos, papel y cartón.

Los residuos de **plantas de tratamiento** son los que proceden de las instalaciones de tratamiento de aguas de abastecimiento, depuración de aguas residuales y tratamiento de todo tipo de residuos.

Los residuos **agrícolas** están constituidos por elementos vegetales deteriorados o no así como por papeles, plásticos, residuos tóxicos y peligrosos, etc.. Proceden de campos de cultivo, instalaciones ganaderas, bodegas, etc.

Las disposiciones legislativas españolas hacen referencia a tres grandes grupos de

residuos:

- ◆ Residuos sólidos urbanos
- ◆ Residuos peligrosos
- ◆ Residuos radiactivos

Los residuos **peligrosos** son aquellos materiales sólidos, pastosos, líquidos así como los gaseosos contenidos en recipientes que por su contenido, forma de presentación u otras características pueden considerarse como tales.

Las actividades económicas potencialmente generadoras de residuos tóxicos y peligrosos son muy numerosas. Hay que incluir en ellas a las actividades del sector terciario e incluso, desechos de carácter doméstico. También hay que incluir, de forma permanente, a las actividades asistenciales que dan lugar a residuos de carácter sanitario.

Las principales sustancias clasificadas como peligrosas son: metales pesados, constituidos orgánicos e inorgánicos, dibenzo-p-dioxinas, biocidas y productos fitosanitarios, éteres, amianto, hidrocarburos aromáticos policíclicos, fósforo y sus compuestos y compuestos inorgánicos de flúor.

Las legislaciones española y comunitaria no especifican claramente los riesgos para la salud humana y el medio ambiente asociados a los llamados residuos peligrosos. Hay sin embargo, una serie de características que pueden hacer que un determinado compuesto entre en esta categoría, como es el hecho de que sea explosivo, comburente, inflamable, irritante, nocivo, tóxico, cancerígeno, corrosivo, infeccioso, liberador de gas inflamable en contacto con el agua, liberador de humos ácidos en contacto con el aire o el agua, liberador de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua o ser capaz de dar alguna sustancia tóxica después de su eliminación.

7.1.- Tratamiento de residuos

El enfoque del tratamiento de residuos es más práctico hacerlo de acuerdo con su clasificación legal. De acuerdo con ello, puede hablarse de tratamiento de residuos sólidos urbanos, tratamiento de residuos peligrosos y tratamiento de residuos radiactivos.

7.1.1.- Tratamiento de residuos asimilables a urbanos

Es frecuente englobar los componentes de los residuos sólidos urbanos en tres grupos: inertes, fermentables y combustibles. Como inertes se consideran: metales, vidrio, restos de reparaciones domiciliarias, tierra, escorias y cenizas. Los elementos fermentables comprenden los restos de alimentos, paja y restos vegetales. Por su parte, los elementos combustibles comprenden: papel, cartón, plásticos, madera, gomas, cueros y textiles.

Los sistemas empleados en el tratamiento de los residuos urbanos son: Vertido controlado, Incineración, Reciclado, Compostaje, Metanización (producción de biogás) y Producción de combustible.

El **vertido controlado** es el procedimiento más simple y barato siendo el más utilizado en España. Consiste en la colocación de los residuos sobre el terreno extendiéndolos en capas de poco espesor y compactándolos para disminuir su volumen. En algunos casos, los materiales se trituran antes de su vertido. Los residuos se cubren con tierra para favorecer la transformación biológica de los materiales fermentables y también para minimizar los riesgos de contaminación ambiental.

Otros aspectos a considerar en el diseño de un vertedero son: producción de lixiviados, formación de gases, ruidos, olores, contaminación del aire, incendios, roedores e insectos y alteración del paisaje.

La **incineración** puede realizarse con o sin recuperación de energía. La incineración sin recuperación de energía es la forma más simple. Permite reducir el volumen de los residuos sólidos domésticos de un 85 a un 90 por 100 de tal forma que al final del proceso los residuos sólidos que es preciso eliminar (cenizas y escoria) suponen, aproximadamente, un 10 por 100 del volumen inicial y su peso es, también, de forma aproximada un 30 por 100 del peso inicial.

La combustión de residuos sólidos libera energía térmica que puede aprovecharse por lo que debe realizarse la incineración con recuperación de calor.

Una tonelada de residuos domésticos equivale a unos 150 litros de fuel-oil y puede producir de 1.5 a 2 Tm de vapor de baja presión y 300 kWh de electricidad.

El **reciclado** tiene por objeto recuperar de forma directa o indirecta los componentes que contienen los residuos sólidos urbanos. Este sistema tiene por objeto disminuir el volumen de residuos junto con una conservación o ahorro de recursos naturales.

El reciclado puede efectuarse de dos formas. Una de ellas consiste en recoger en origen los residuos por separado lo que exige la colaboración ciudadana y se denomina "recogida selectiva". La otra forma supone la separación de la basura bruta en una planta de tratamiento.

Se está trabajando muy intensamente en el diseño de procesos para el reciclado de plásticos. Actualmente, puede hablarse de **reciclado primario** que es el que se consigue cuando pueden obtenerse productos con unas calidades similares a las originales, **reciclado secundario** que es el que permite obtener productos de inferior calidad a los del material de partida y **reciclado terciario** que es el que permite recuperar productos químicos que pueden emplearse en síntesis posteriores por modificación química de los residuos plásticos.

El **compostaje** es un proceso de descomposición aeróbica de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos en condiciones controladas. La fermentación puede ser natural (al aire libre) o acelerada (en digestores). La diferencia de tiempo es muy acusada ya que, en el primer caso puede durar cerca de tres meses y en el segundo unos quince días.

La **metanización** es un proceso muy adecuado para el tratamiento y valorización de residuos agrícolas y ganaderos. Mediante este proceso se genera metano que se emplea como combustible. el residuo no fermentado puede emplearse como abono orgánico.

El proceso convencional de **fabricación de combustibles sólidos** compactos a partir de toda clase de desperdicios consiste en seleccionar los materiales combustibles de las basuras, secarlos y moldearlos en forma de briquetas por medios mecánicos.

7.1.2.- Tratamiento de residuos peligrosos

Los tratamientos de residuos peligrosos pueden clasificarse en dos grandes grupos:

incineración y tratamiento fisicoquímico. Las cenizas de incineración y los productos resultantes del tratamiento fisicoquímico se llevan actualmente a vertederos llamados de seguridad.

La **incineración** puede emplearse para eliminar residuos a través de un tratamiento térmico, en el que éstos se emplean como combustibles y se recupera el calor producido en la combustión.

Con carácter general, los residuos que por sus propiedades físicas, químicas y térmicas pueden ser incinerados son los constituidos sólidos y los líquidos, lodos y sólidos orgánicos.

Como consecuencia de la producción de subproductos en la combustión, los sistemas de incineración de residuos tóxicos y peligrosos se diseñan incluyendo diversos dispositivos de control de las emisiones a la atmósfera. En la mayoría de los casos estos sistemas consisten en la utilización de cámaras de postcombustión y lavado de gases.

Las cámaras de postcombustión sirven para proporcionar un volumen adicional de combustión y en consecuencia, un mayor tiempo de combustión a temperatura elevada, con lo que puede controlarse la emisión de subproductos orgánicos no quemados.

Los lavadores funcionan retirando físicamente de la corriente gaseosa la materia particulada, gases ácidos y compuestos orgánicos residuales.

En Europa los incineradores más utilizados para la eliminación de residuos peligrosos son los hornos rotatorios

Los residuos que se someten a **tratamiento fisicoquímico** suelen contener en general sustancias inorgánicas disueltas o en suspensión.

El tratamiento físico-químico y biológico (en su caso) comprende un conjunto de técnicas que pueden emplearse para prevenir la descarga de materiales peligrosos al medio ambiente o alterar su composición.

Los métodos físicos pueden utilizarse como técnicas separadas o complementarias a los métodos químicos o biológicos.

En el campo del tratamiento biológico de residuos peligrosos se avanza en el empleo de microorganismos modificados.

En el tratamiento de residuos tóxicos peligrosos se entiende por **estabilización** el conjunto de técnicas que reducen el peligro potencial de un residuo mediante el paso de sus elementos contaminantes a una forma de menor movilidad, solubilidad o toxicidad.

Dentro de la estabilización, la **solidificación** comprende las técnicas que encapsulan el residuo en un sólido monolítico de alta integridad estructural. La encapsulación puede ser de finas partículas de residuo (microencapsulación) o de un gran bloque o envase de residuos (macroencapsulación). La solidificación no implica necesariamente una interacción química entre los residuos y los agentes solidificantes, pero sí puede suponer el enlace mecánico de los residuos dentro de la masa monolítica.

Los procesos de estabilización/solidificación de mayor difusión son: sorción,

microencapsulación termoplástica y macroencapsulación.

La **sorción** consiste en la adición de una sustancia seca y sólida a un residuo líquido o semilíquido que queda adsorbido mejorando así la manejabilidad del mismo. Los sorbentes más comunes son: tierra, cenizas volantes con polvo de horno de cal y cemento. Los sorbentes, especialmente los naturales, se emplean ampliamente en los vertederos de residuos peligrosos para eliminar el líquido libre.

El tratamiento con cal y cenizas volantes supone la mezcla del residuo con las cenizas hasta conseguir una consistencia pastosa. Después se añade la cal y se mezcla todo nuevamente para producir un sólido mecánicamente fuerte. Entre las desventajas de este método, está el aumento del volumen del producto y una pérdida relativamente importante de sustancias contaminantes por lixiviación del residuo solidificado, lo que requiere disponer de un almacenamiento seguro.

Los procesos que emplean cemento como agente solidificante suelen añadir algún elemento puzolánico como cenizas volantes para aumentar la resistencia y durabilidad. Las lechadas de cenizas volantes y residuos con cemento se pueden mezclar directamente utilizando hormigoneras convencionales. Los residuos extremadamente peligrosos pueden requerir el empleo de equipos de mezcla cerrados y controlados.

La **microencapsulación termoplástica** suele emplear asfalto. Esta técnica desarrollada inicialmente para los residuos radiactivos se adapta perfectamente a los residuos altamente tóxicos.

La **macroencapsulación**, a veces llamada "encamisado", es una técnica de aislamiento de residuos que consiste en envolverlos en una capa impermeable y duradera. Una de estas técnicas implica la clausura de los residuos en un tambor de polietileno. Estas técnicas pueden emplearse para contener residuos tóxicos muy solubles, tales como ácidos minerales no oxidables.

Los sistemas de pretratamiento que acompañan a los procesos de estabilización y solidificación pueden utilizarse para un acondicionamiento del residuo que asegure su mejor y más económico almacenamiento final.

Los métodos de **pretratamiento** buscan alguno o varios de los siguientes objetivos: destrucción de sustancias que pueden reaccionar con los agentes de solidificación, reducción del volumen del residuo a solidificar mediante operaciones de decantación y deshidratación, fijación química de los constituyentes específicos del residuo y la neutralización, oxidación o reducción del residuo transformándolo en una forma inerte o menos soluble.

Antes de decidir la forma más adecuada de tratamiento es obligado realizar unos ensayos para la caracterización física y química de los residuos.

El destino final de los residuos una vez inertizados es el vertedero llamado de seguridad, que es un vertedero emplazado sobre el suelo o el subsuelo donde los residuos se van almacenando sin que sus propiedades nocivas puedan afectar al medio natural y a la salud humana.

La tendencia actual en la eliminación de residuos se basa en un mejor aprovechamiento de las materias primas y de la energía. También se promueve la recuperación eficaz de

los mismos y la creación y fomento de "bolsas de residuos" que faciliten el intercambio de residuos y la utilización por unas determinadas industrias de los residuos producidos por otras. En este sentido, los residuos industriales peligrosos son los que poseen un mayor índice de aprovechamiento y en algunos casos son reciclados en cantidades importantes por las mismas fábricas productoras.

Bibliografía

- Buonicone, A, Davis, W., "Air Pollution Engineering Manual", Edit. Air&Waste Man. Asso., 1992
- Cámara de Comercio Internacional, "Efective Environmental Auditing", Edit. ICC Pub., 1991
- Degremont, "Water treatment Handbook", 6th. Ed. 1991, Lavoisier Pub.
- European Environment Agency, "Environment in the European Union at the turn of the century", EEA, 1999
- Freeman, H. M., "Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal", Edit. McGraw-Hill, 1997.
- Generalitat de Catalunya, "Guía para la implantación y el desarrollo de un sistema de gestión medioambiental", Generalitat de Catalunya, 1997
- Gómez Orea, D., "Evaluación de Impacto Ambiental", Edit. Mundi-Prensa, 1999
- Kohl, A., Riesenfeld, F., "Gas Purification", Edit. Gulfpub. Comp. 1985
- Metcalf & Eddy, "Ingeniería de aguas residuales", Edit. McGraw Hill, 1995
- Odum, E.P. "Fundamentals of Ecology", 3rd. Ed., W.B. Saunders Publ., Philadelphia 1971
- Tchobanoglous, G. y otros, "Gestión Integral de los Residuos", Edit. McGraw-Hill, 1994.

ANEXO

Legislación medioambiental comunitaria y española que afecta a la actividad industrial

En este anexo se agrupa sistemáticamente la normativa medioambiental que se ha considerado de mayor interés para la industria. En la relación figura, en primer lugar, la legislación de la CE y a continuación la española correspondiente. Se han empleado las siglas:

DIR: Directiva

REG: Reglamento

R.D.: Real Decreto

O.M. : Orden Ministerial

Entre paréntesis figura el Diario oficial o Boletín en el que se publicó.

Contaminación de las aguas

1.- Aguas para consumo humano

- ◆ DIR 75/440 de 16 de junio de 1975, relativa a la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (DOCE L 194 25.07.75)
- ◆ R.D. 927/1988 de 29 de julio (BOE de 31.08.88)
- ◆ O.M. de 11 de mayo de 1988 (BOE 24.05.88)
- ◆ O.M. de 15 de octubre de 1990 que modifica la anterior (BOE 23.10.79)

- ◆ DIR 98/83 de 3 de noviembre de 1998 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano (DOCE L 330 de 05.12.98)
- ◆ R.D. 1423/1982 de 18 de junio de 1982 (BOE 29.06.82)
- ◆ O.M. de 1 de julio de 1987 (BOE de 09.07.87)
- ◆ O.M. de 27 de julio de 1983 (BOE de 13.08.83)
- ◆ R.D. 1138/1990 de 14 de septiembre (BOE de 20.09.90)

2.- Sustancias peligrosas

- ◆ DIR 76/464 de 4 de mayo de 1976 relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas al medio acuático (DOCE L 129 de 18.05.76)
- ◆ Ley de Costas 22/88 de 28 de julio de 1988 (BOE de 28.07.88)
- ◆ R.D. 258/1989 de 10 de marzo de 1989 (BOE de 16.03.89)
- ◆ O.M. de 31 de Octubre de 1989 (BOE de 11.11. 89)
- ◆ O.M. de 9 de mayo de 1991 (BOE de 15.05.91)
- ◆ O.M. de 28 de octubre de 1992 (BOE de 06.11.92)
- ◆ Ley de aguas 29/85 de 2 de agosto de 1985 (BOE de 08.08.85)
- ◆ R.D. 849/1986 de 11 de abril de 1986 (BOE de 30.04.86)
- ◆ O.M. de 19 de diciembre (BOE de 23.12.89)
- ◆ R.D. 927/88 de 29 de julio de 1988 (BOE de 31.08.88)
- ◆ O.M. de 28 de junio de 1991 (BOE de 08.07.91)
- ◆ O.M. de 28 de octubre de 1992 (BOE de 06.11.92)
- ◆ R.D. 1315/92 de 30 de octubre de 1992 (BOE de 01.12.92)
- ◆ R.D. 419/93 de 26 de marzo de 1993 (BOE de 14.04.93)
- ◆ R.D. 1771/94 de 5 de agosto de 1994 (BOE de 19.08.94)

- ◆ R.D. 484/95 de 7 de abril de 1995 (BOE de 21.04.95)
- ◆ DIR 80/68 de 17 de diciembre de 1979 relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas (DOCE I 20 de 26.01.80)
- ◆ Ley de aguas 29/85 de 2 de agosto de 1985 (BOE de 08.08.85)
- ◆ R.D. 849/1986 de 11 de abril de 1986 (BOE de 30.04.86)
- ◆ DIR 82/176 de 22 de marzo de 1982 relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio del sector de la electrólisis de los cloruros alcalinos (DOCE L 81 de 27.03.82)
- ◆ O.M. de 12.11.87 (BOE de 23.11.87 y BOE de 18.04.88)
- ◆ O.M. de 31.10.89 (BOE de 11.11.89)
- ◆ O.M. de 25.05.92 (BOE de 29.05.92)
- ◆ DIR 83/513 de 26 de septiembre de 1983 relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de cadmio (DOCE L 291 de 24.10.85)
- ◆ O.M. de 12 de noviembre de 1987 (BOE 23.11.87)
- ◆ O.M. de 31 de octubre de 1989 (BOE 11.11.89)
- ◆ DIR 84/156 de 8 de marzo de 1984 relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio de los sectores distintos de la electrólisis de los cloruros alcalinos (DOCE L 74 de 17.03.84)
- ◆ O.M. de 12 de noviembre de 1987 (BOE de 23.11.87)
- ◆ O.M. de 31 de octubre de 1989 (BOE de 11.11.89)
- ◆ DIR 84/491 de 9 de octubre de 1984 relativa a valores límite y a los objetivos de calidad para vertidos de hexaclorociclohexano (DOCE L 274 de 17.10.84)
- ◆ O.M. de 12 de noviembre de 1987 (BOE 23.11.87)
- ◆ O.M. de 27 de febrero de 1991 (BOE 02.03.91)
- ◆ O.M. de 31 de Octubre de 1989 (BOE 11.11.89)
- ◆ O.M. de 9 de mayo de 1991 (BOE 15.05.91)
- ◆ DIR 86/280 de 12 de junio de 1986 relativa a valores límite y a los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista I del anexo de la DIR 76/464 (DOCE L 181 de 04.07.86 y DOCE 15.07.86), modificada posteriormente por DIR 88/347
- ◆ O.M. de 12 de noviembre de 1987 (BOE 23.11.87)
- ◆ O.M. de 31 de Octubre de 1989 (BOE 11.11.89)
- ◆ R.D. 258/1989 de 10 de marzo de 1989 (BOE de 16.03.89)
- ◆ O.M. de 13 de marzo de 1989 (BOE de 20.03.89)
- ◆ O.M. de 25 de mayo de 1992 (BOE de 29.05.92)
- ◆ DIR 88/347 de 16 de junio de 1988 por la que se modifica el anexo II de la Directiva 86/280 relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista I del anexo de la Directiva 76/464 (DOCE L 158 de 25.06.88)
- ◆ O.M. 13 de marzo de 1989 (BOE 11.11.89)
- ◆ O.M. de 31 de Octubre de 1989 (BOE 11.11.89)
- ◆ DIR 91/271 de 21 de mayo de 1991 sobre tratamiento de las aguas residuales urbanas (DOCE L 135 de 30.05.91)

- ◆ Resolución de 28 de abril de 1995 por la que se aprueba el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales (BOE 12.05.95)
- ◆ R.D.-Ley 11/95 de 28 de diciembre (BOE 30.12.95)
- ◆ R.D. 509/1996 de 15 de marzo (BOE de 29.03.96)
- ◆ R.D. 2116/1998 de 2 de octubre (BOE de 20.10.98)

- ◆ DIR 91/676 de 12 de diciembre relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura (DOCE L 375 de 31.12.91)
- ◆ R.D. 261/1996 de 16 de febrero (BOE de 11.03.96)

Contaminación atmosférica

- ◆ DIR 70/220 de 20 de marzo de 1970 relativa a las medidas que deben adoptarse contra la contaminación atmosférica causada por las emisiones de los vehículos de motor (DOCE L 76 de 06.04.70), modificada en varias ocasiones y, finalmente modificada por DIR 99/102 (DOCE L 334 de 28.12.99)
- ◆ R.D. 2028/86 (BOE de 02.10.86)
- ◆ O.M. de 4 de febrero de 1988 (BOE de 16.02.88)
- ◆ O.M. de 10 de abril de 1989 (BOE de 22.04.89)
- ◆ O.M. de 24 de noviembre de 1989 (BOE de 16.02.89 y 29.06.90)
- ◆ O.M. de 17 de febrero de 1999 (BOE de 26.02.99)

- ◆ DIR 72/306 de 2 de agosto de 1972 relativa a las medidas que deben adoptarse contra las emisiones contaminantes procedentes de los vehículos con motores Diesel destinados a la propulsión de vehículos (DOCE L 190 de 20.08.72), modificada por última vez mediante DIR 97/20 de 18 de abril de 1997 (DOCE L 125 de 16.05.97)
- ◆ DIR 88/77 (DOCE L 36 de 09.02.88) relativa a las medidas que deben adoptarse contra las emisiones contaminantes procedentes de los vehículos con motores Diesel, modificada en varias ocasiones y la última mediante DIR 99/96 de 13 de diciembre de 1999 (DOCE L 44 de 16.02.00)
- ◆ R.D. 2028/86 (BOE de 02.10.86)
- ◆ O.M. de 4 de febrero de 1988 (BOE de 16.02.88)
- ◆ O.M. de 10 de abril de 1989 (BOE de 22.04.89)
- ◆ O.M. de 24 de noviembre de 1989 (BOE de 16.02.89 y 29.06.90)
- ◆ O.M. de 17 de febrero de 1999 (BOE de 26.02.99)

- ◆ DIR 88/77 de 3 de diciembre de 1987 sobre las medidas que deben adoptarse contra la emisión de contaminantes procedentes de vehículos equipados con motores Diesel (DOCE L 36 09.02.88), modificada por DIR 91/542 de 1 de octubre (DOCE L 295 de 25.10.91)
- ◆ R.D. 2028/86 (BOE de 02.10.86)
- ◆ O.M. de 4 de febrero de 1988 (BOE de 16.02.88)
- ◆ O.M. de 10 de abril de 1989 (BOE de 22.04.89)
- ◆ O.M. de 3 de septiembre de 1990

- ◆ DIR 99/94 de 13 de diciembre relativa a la información sobre el consumo de combustible y sobre las emisiones de CO₂ facilitada al consumidor al comercializar turismos nuevos (DOCE L 12 de 18.01.00)

- ◆ DIR 99/100 de 15 de diciembre por la que se adapta al progreso técnico la DIR 80/1268 relativa a las emisiones de dióxido de carbono y al consumo de combustible de los vehículos de motor (DOCE L 334 de 28.12.99)
- ◆ DIR 84/360 de 28 de junio relativa a la lucha contra la contaminación atmosférica procedente de las instalaciones industriales (DOCE L 188 de 16.07.84)
- ◆ Ley 38/72 de 22 de diciembre (BOE de 26.12.72)
- ◆ R.D. 1302/86
- ◆ R.D. 833/75 de 6 de febrero (BOE de 22.04.75)
- ◆ O.M. de 18 de octubre de 1976 (BOE de 03.12.76)
- ◆ O.M. de 25 de junio de 1984 (BOE de 04.07.84)
- ◆ DIR 87/217 de 19 de marzo de 1987 sobre prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto (DOCE L 85 de 28.03.87)
- ◆ R.D. 108/91 de 1 de febrero (BOE de 06.02.91)
- ◆ DIR 88/609 de 24 de noviembre de 1988 sobre limitación de emisión a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión (DOCE L 336 de 07.12.88) cuya última modificación la constituye la DIR 99/66
- ◆ R.D. 646/1991 de 22 de abril (BOE de 25.04.91)
- ◆ R.D. 1800/1995 de 3 de noviembre (BOE 08.12.95)
- ◆ O.M. de 26 de diciembre de 1996 (BOE de 30.12.95)
- ◆ DIR 89/369 de 8 de junio de 1989 relativa a la prevención de la contaminación atmosférica procedente de nuevas instalaciones de incineración de residuos municipales (DOCE L 203 de 15.07.89)
- ◆ R.D. 1088/1992 de 11 de septiembre (BOE de 30.09.92)
- ◆ DIR 89/429 de 21 de julio de 1989 relativa a la reducción de la contaminación atmosférica procedente de instalaciones existentes de incineración de residuos municipales.
- ◆ R.D. 1088/1992 de 11 de septiembre (BOE de 30.09.92)
- ◆ DIR 94/67 relativa a la incineración de residuos peligrosos
- ◆ R.D. 1217/1997 de 18 de julio (BOE de 08.08.97)
- ◆ REG 3093/94 de 15 de diciembre relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono (DOCE L 333 de 22.12.94)
- ◆ DIR 92/72 de 21 de septiembre sobre la contaminación atmosférica por ozono(DOCE L 297 de 13.10.92)
- ◆ Ley 4/1998 de 3 de marzo (BOE de 04.03.98)
- ◆ R.D. 1494/95 de 8 de septiembre (BOE de 26.09.95)
- ◆ DIR 93/12 de 23 de marzo de 1993 relativa al contenido de azufre de determinados combustibles líquidos (DOCE L 74 de 1993), modificada por DIR 99/32 de 26 de abril (DOCE L 121 de 11.05.99)
- ◆ R.D. 2204/75 de 23 de agosto (BOE de 19.09.75)
- ◆ R.D. 2482/86 de 25 de septiembre (BOE de 05.12.86)
- ◆ R.D. 1485/87 de 4 de diciembre (BOE de 05.12.87)
- ◆ O.M. de 29 de junio de 1990 (BOE de 30.06.90)

- ◆ R.D. 398/96 de 1 de marzo (BOE de 03.04.96)
- ◆ DIR 78/611 de 29 de junio de 1978 relativa a la aproximación de las legislaciones sobre el contenido en plomo de las gasolinas (DOCE L 197 de 22.07.78), modificada por DIR 85/210 de 20 de marzo de 1985 (DOCE L 96 de 03.04.85), modificada ésta última por DIR 87/416 de 21 de julio de 1987 (DOCE L 225 de 13.08.87)
- ◆ R.D. 1513/88 de 9 de diciembre (BOE de 19.12.88)
- ◆ DIR 75/324 de 20 de mayo de 1975 sobre los generadores de aerosoles (DOCE L 147 de 09.06.75) modificada por DIR 94/1 de 6 de enero (DOCE L 23 de 28.01.94)
- ◆ R.D. 472/1988 de 30 de marzo (BOE 20.05.88)
- ◆ DIR 99/30 de 22 de abril de 1999 relativa a los valores límite de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo (DOCE L 163 de 29.06.99)
- ◆ DIR 80/779 de 15 de julio de 1980 relativa a los valores límite y a los valores guía de calidad atmosférica para el anhídrido sulfuroso y las partículas en suspensión (DOCE L 229 de 30.08.80), modificada por DIR 89/427 de 21 de junio de 1989 (DOCE L 201 de 14.07.89)
- ◆ DIR 82/884 de 3 de diciembre de 1982 relativa al valor límite para el plomo contenido en la atmósfera (DOCE L 378 de 31.12.82)
- ◆ DIR 85/203 de 7 de marzo de 1985 relativa a las normas de calidad del aire para el dióxido de nitrógeno (DOCE L 87 de 27.03.85)
- ◆ R.D. 1613/85 (BOE de 12.09.85)
- ◆ R.D. 1154/86 (BOE de 19.06.86)
- ◆ R.D. 1321/1992 de 30 de octubre (BOE 02.12.92)
- ◆ R.D. 717/87 (BOE 06.06.87)

Contaminación debida a residuos

1.- Residuos en general y residuos urbanos

- ◆ DIR 75/442 de 15 de julio de 1975 relativa a los residuos (DOCE L 194 de 25.07.75), modificada por DIR 91/156 de 18 de marzo de 1991 (DOCE L 78 de 26.03.91)
- ◆ Ley 10/98 de 21 de abril (BOE 22.04.98)
- ◆ R.D. 1163/86 (BOE 23.06.86)
- ◆ Recomendación 81/972 de 3 de diciembre de 1981 relativo a la reutilización del papel usado y a la utilización del papel reciclado (DOCE L 355 de 10.12.81)
- ◆ DIR 94/62 relativa a los envases y residuos de envases (DOCE L 365 de 31.12.94)
- ◆ Ley 11/97 de 24 de abril (BOE 25.04.97)
- ◆ R.D. 782/98 de 30 de abril (BOE 01.05.98)
- ◆ O.M. de 27 de abril (BOE 01.05.98)
- ◆ DIR 86/278 de 12 de junio de 1986 relativa a la protección del medio ambiente y, en particular, de los suelos, en la utilización de los lodos de depuradora en agricultura (DOCE L 181 de 04.07.86)
- ◆ R.D. 1310/90 de 29 de octubre de 1990 (BOE de 01.11.90)
- ◆ O.M. de 14 de julio de 1988 (BOE de 10.08.88)
- ◆ DIR 89/369 de 8 de junio de 1989 relativa a la prevención de la contaminación atmosférica procedente de nuevas instalaciones de incineración de residuos

- municipales (DOCE L 203 de 15.07.89)
- ◆ R.D. 1088/1992 de 11 de septiembre (BOE de 30.09.92)
- ◆ R.D. 1217/97 de 18 de julio (BOE de 08.08.97)
- ◆ DIR 89/429 de 21 de julio de 1989 relativa a la reducción de la contaminación atmosférica procedente de instalaciones existentes de incineración de residuos municipales.
- ◆ R.D. 1088/1992 de 11 de septiembre (BOE de 30.09.92)
- ◆ R.D. 1217/97 de 18 de julio (BOE de 08.08.97)
- ◆ DIR 1999/31 de 26 de abril relativa al vertido de residuos (DOCE L 182 de 16.07.99)

2.- Residuos peligrosos

- ◆ DIR 78/319 de 20 de marzo de 1978 relativa a los residuos tóxicos y peligrosos (DOCE L 84 de 31.03.78), sustituida por DIR 91/689 de 12 de diciembre (DOCE L 377 de 31.12.91) y esta última modificada por DIR 94/31 de 27 de junio (DOCE L 168 de 02.07.94)
- ◆ Decisión del 22 de diciembre de 1994 por la que se establece una lista de residuos peligrosos (DOCE L 356/14 de 31.12.94)
- ◆ Ley 10/98 de 21 de abril (BOE 22.04.98)
- ◆ R.D. 833/88 (BOE de 30.07.88)
- ◆ O.M. de 13 de octubre de 1989 (BOE de 10.11.89)
- ◆ Resolución de 28 de abril por la que se publica la aprobación del Plan Nacional de Residuos Peligrosos (BOE 13.05.95)
- ◆ R.D.952/1997 de 20 de junio (BOE de 05.07.97)
- ◆ DIR 75/439 de 16 de junio de 1975 relativa a la gestión de aceites usados (DOCE L 194 de 25.07.75)
- ◆ O.M. de 28 de febrero de 1989 (BOE de 08.03.89)
- ◆ O.M. de 13 de junio de 1990 (BOE de 21.06.90)
- ◆ DIR 96/59 de 16 de septiembre de 1996 relativa a la eliminación de los policlorobifenilos y policloroterfenilos (DOCE L 243 de 24.09.96)
- ◆ O.M. de 14 de abril de 1989 (BOE de 29.04.89)
- ◆ DIR 78/176 de 20 de febrero de 1978 relativa a los residuos procedentes de la industria del dióxido de titanio (DOCE L 54 de 25.02.78), modificada por DIR 83/29 de 24 de enero de 1983 (DOCE L 32 de 03.02.83), completada con DIR 82/883 de 3 de diciembre de 1982 (DOCE L 378 de 31.12.82) y finalmente modificada por DIR 92/112
- ◆ O.M. de 28 de julio de 1989 (BOE de 11.08.89)
- ◆ O.M. de 18 de abril de 1991 (BOE de 29.04.91)
- ◆ DIR 91/157 de 18 de marzo de 1991 relativa a las pilas y a los acumuladores que contengan determinadas materias peligrosas (DOCE L 78 de 26.03.91) finalmente modificada por DIR 98/101 de 22 de diciembre de 1998 (DOCE L 1 de 05.01.99)
- ◆ R.D. 45/96 de 19 de enero (BOE de 24.02.96)
- ◆ DIR 94/67 de 16 de diciembre de 1994 relativa a la incineración de residuos peligrosos (DOCE L 365 de 31.12.94)
- ◆ R.D. 1217/97 de 18 de julio (BOE de 08.08.97)

3.- Traslado transfronterizo de residuos peligrosos

- ◆ REG 259/93 de 1 de febrero de 1993 (DOCE L 30 de 06.02.93), modificado por REG 120/97 de 20.01.97 (DOCE L 22 de 24.01.97)
- ◆ REG 1420/99 de 29 de abril de 1999 (DOCE L 166 de 01.07.99)
- ◆ REG 1547/99 de 12 de julio de 1999 (DOCE L 185 de 17.07.99)
- ◆ Decisión de 24 de noviembre de 1999 por la que se adaptan los anexos II, III, IV y V del REG 259 (DOCE L 316 de 10.12.99)
- ◆ O.M. de 12 de marzo de 1990 (BOE de 16.03.90)
- ◆ REG 120/97 de 20 de enero de 1997 (DOCE L 24.01.97)

4.- Radiactivos

- ◆ Decreto 2669/1972 de 21 de julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas (BOE de 24.10.72)
- ◆ DIR 96/29/EURATOM de 13 de mayo de 1996 por la que se establecen las normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes (DOCE L 159 de 29.06.96)
- ◆ R.D. 53/1992 de 24 de enero (BOE de 12.02.92)
- ◆ R.D. 413/1997 de 21 de marzo (BOE de 16.04.97)
- ◆ REG 1493/93 de 8 de junio de 1993 relativo a los traslados de sustancias radiactivas entre los Estados miembros (DOCE L 148 de 1993)
- ◆ R.D. 2088/94 de 20 de octubre relativo a la vigilancia y control de traslados de residuos radiactivos entre estados miembros o procedentes o con destino al exterior (BOE 26.11.94)

5.- Suelos

Resolución de 28 de abril de 1995 por la que se dispone la publicación de la aprobación del Plan Nacional de Recuperación de Suelos contaminados (BOE 13.05.95)

Varios

- ◆ DIR 96/61 de 24 de septiembre de 1996 relativa a la prevención y control integrados de la contaminación (DOCE L257 de 10.10.96)
- ◆ DIR 96/82 de 9 de diciembre de 1996 relativa al control de los riesgos de accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas (DOCE L 10 de 14.01.97)
- ◆ R.D. 1254/99 de 20 de junio (BOE de 20.07.99)
- ◆ DIR 85/337 de 27 de junio de 1985 relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente (DOCE L 175 de 05.07.85), modificada por DIR 97/11 de 3 de marzo de 1997 (DOCE L 73 de 14.03.97)
- ◆ R.D. 1302/1986 de 28 de junio (BOE de 30.06.86)
- ◆ R.D. 1131/1988 de 30 de septiembre (BOE de 05.10.88)

- ◆ REG 880/92 relativo a un sistema comunitario de concesión de etiqueta ecológica (DOCE L 90 de 11.04.92)
- ◆ Decisión de 13 de mayo de 1993 por la que se establecen directrices indicativas sobre el establecimiento de los cánones relativos a la etiqueta ecológica comunitaria (DOCE L 129 de 1993)

- ◆ REG 1836/93 de 29 de junio de 1993 por el que se permite que las empresas del sector industrial se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (DOCE L 168 de 10.07.93)
- ◆ R.D. 85/1996 de 26 de enero (BOE de 21.02.96)

Prevención de Riesgos por Agentes Químicos

Mario Grau Rios
Ingeniero Industrial
Profesor Asociado, E.T.S.I.I., UNED

Domingo L. Moreno Beltrán
Dr. Ingeniero Industrial
Profesor Titular E.T.S.I.I., UPM

INDICE

1. Riesgos por agentes químicos	1
1.1. Clasificación de las sustancias y preparados químicos según los riesgos que pueden presentar	2
1.1.1. Riesgos según las propiedades fisicoquímicas	3
1.1.2. Riesgos para la salud humana (toxicidad y otros efectos específicos)	4
1.1.3. Riesgos para el medio ambiente	8
2. Seguridad de los productos químicos en su comercialización y utilización	10
2.1. Comercialización segura de productos químicos	10
2.2. Limitación de la comercialización y el uso de los productos químicos	16
3. Prevención contra la exposición a agentes químicos en los centros de trabajo	17
3.1. Medidas preventivas de carácter general	18
3.2. Valoración de la exposición ambiental a agentes químicos. Valores-límite	22
3.3. Legislación laboral aplicable	24
Anexo Legislación de la Unión Europea y de España	31

1 Riesgos por agentes químicos

Tratar de describir los riesgos por agentes químicos y las acciones preventivas frente a ellos, es una tarea un tanto complicada por diversas razones. Los productos químicos que se comercializan son muy numerosos y de muy variadas propiedades. Según el Inventario Europeo de **Sustancias** Comercializadas Existentes (EINECS según sus siglas en inglés), éstas son más de cien mil. A ello hay que añadir las innumerables mezclas o preparaciones, de la más diversa índole (plaguicidas/biocidas, medicamentos y productos fitosanitarios, disolventes, pinturas y análogos, cosméticos, aditivos con diversos fines, adhesivos, productos de limpieza,...). Además hay que considerar otras muchas sustancias no inventariadas por ser productos intermedios de reacción, residuos e impurezas, productos secundarios y resultantes de descomposición o degradación, etc., que no son objeto de comercialización.

Por otra parte, dada la generalización de la utilización de productos químicos y de procesos que generan contaminantes químicos, nos encontramos que prácticamente en cualquier actividad existen riesgos por agentes químicos, desde las tareas domésticas a la misma industria química, pasando por la agricultura, la sanidad, la minería, la construcción (materiales, soldaduras, tratamientos, explosivos, etc.), procesos basados en la combustión y otras reacciones químicas, limpieza, oficinas, transporte (especialmente de mercancías peligrosas) e industrias tales como la de la madera, calzado, mecánica, eléctrica, nuclear,... En fin, prácticamente todas.

Además, los riesgos pueden ser de muchos tipos. Pueden generar desde incendios, explosiones e intoxicaciones agudas (accidentes) hasta daños irreversibles para la salud a medio o largo plazo, como la silicosis o diversos tipos de cáncer (enfermedad profesional).

Los mecanismos de desencadenamiento de los riesgos son también muy variados, según se trate de la provocación de incendios o explosiones, contactos con la piel, generación de gases y vapores, polvos en el ambiente, ingestión por vía oral, etc.

La casuística es también muy variada y nos podemos encontrar con diversos enfoques: médico-farmacéutico, alimentario, medioambiental, industrial/laboral, agrícola-fitosanitario, consumidor-doméstico, protección de bienes, etc.

En la aparición de riesgos y en su mayor o menor grado de gravedad pueden influir distintos factores, como el estado de agregación (líquido, polvo, aerosol, vapor, etc.), la concentración unida a la temperatura y la presión, la dosis de incorporación al organismo, las vías de entrada a éste, etc.

En función de los objetivos de esta obra, se desarrollará la prevención de riesgos químicos desde el punto de vista industrial y laboral, con referencias al medio ambiente y teniendo en cuenta que en otros capítulos se abordan cuestiones específicas, tales como los riesgos por explosión e incendios, el medio ambiente y los riesgos radiológicos y nucleares.

En primer lugar es necesario, por razones no solamente científicas y metodológicas sino también prácticas y legales/reglamentarias, realizar una primera división en el tratamiento

de estos riesgos. Se trata de los conceptos que corrientemente se denominan, en el campo industrial y laboral, aunque ciertamente con diversas interpretaciones o acepciones, **seguridad química** e **higiene industrial**. Es decir, la *prevención de accidentes* relacionados con los agentes químicos (incendios, explosiones, grandes fugas, intoxicaciones agudas, *quemaduras* químicas, por ejemplo), o lo que es lo mismo, los efectos inmediatos o a corto plazo, y *la prevención de enfermedades profesionales* o efectos a medio o largo plazo. También cabría diferenciar entre efectos no tóxicos y tóxicos, y éstos a su vez, en agudos y crónicos.

1.1 Clasificación de las sustancias y preparados químicos según los riesgos que pueden presentar

Para una primera clasificación de estos riesgos se considera como más conveniente seguir la de la legislación de la Unión Europea, aplicada en todos los Estados del Espacio Económico Europeo y aceptada y seguida mayoritariamente, y que además sirve actualmente de primera referencia para el resto de la legislación, medioambiental, industrial, laboral, etc. Se trata de la relativa a la **clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas** (67/548/CE), modificada por séptima vez por la directiva del Consejo 92/32/CEE y por última vez por la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 1999/33/CE (para la adaptación de Austria y Suecia) y adaptada al progreso técnico por vigesimoséptima vez por la Directiva de la Comisión 2000/33/CE, que más adelante se tendrá oportunidad de contemplar con un poco de detalle.

Previamente, es conveniente precisar algunos conceptos desde el punto de vista particularmente práctico:

Se considerarán como **sustancias** los elementos químicos y sus compuestos, en estado natural u obtenidos mediante cualquier proceso, incluso en aquellos casos en que lleven incorporados los aditivos necesarios para su estabilidad o vayan acompañados de impurezas resultantes del procedimiento de obtención. Se excluyen los disolventes que puedan separarse sin afectar a su estabilidad ni modificar su fórmula o composición. Bajo este concepto se incluyen junto a las sustancias perfectamente definidas desde el punto de vista científico químico, ciertas "sustancias" minerales (por ejemplo, variedades del amianto: crocidolita, crisotilo, etc.) o ciertas mezclas complejas de constituyentes con una composición variable, de las que se pueden indicar ciertos constituyentes principales (por ejemplo, productos aromáticos destilados).

Los **preparados** consisten en mezclas formadas por dos o más sustancias.

Las sustancias, y los preparados, que se consideran como **peligrosos**, atendiendo al tipo de riesgo que presentan, se clasifican en tres grandes grupos:

- a) Por los riesgos a consecuencia de sus propiedades **físico-químicas**
- b) Por los riesgos para la **salud humana**
- c) Por los posibles efectos sobre el **medio ambiente**

Obviamente, una misma sustancia o preparado peligroso puede clasificarse en uno o más de uno de estos grupos.

1.1.1 Riesgos según las propiedades físico-químicas

Para la clasificación de sustancias en este grupo se realizan los ensayos pertinentes de determinadas propiedades físico-químicas tales como el punto de fusión/solidificación, punto de ebullición, densidad relativa, presión de vapor, tensión superficial, hidrosolubilidad, coeficiente de reparto, punto de inflamación, propiedades explosivas, temperatura de autoinflamación y propiedades comburentes, principalmente.

Según los resultados de la determinación de estas propiedades las sustancias y preparados se clasifican como:

EXPLOSIVOS: Aquellos que en estado sólido, líquido, gelatinoso o pastoso, pueden reaccionar forma exotérmica, incluso en ausencia de oxígeno del aire, con rápida formación de gases y que, en determinadas condiciones de ensayo, detonan, deflagran rápidamente o, bajo el efecto del calor, en caso de confinamiento parcial, explotan. Pueden clasificarse a su vez en **riesgo (simple) de explosión** y **alto riesgo de explosión**.

COMBURENTES: Los que en contacto con otras sustancias, en especial las inflamables, producen una reacción fuertemente exotérmica. Algunos, como los peróxidos orgánicos con propiedades inflamables, pueden causar incendios aunque no estén en contacto con otros materiales combustibles, otros pueden provocar fuego en contacto con otros materiales combustibles y otros al mezclarse con estos materiales pueden llegar a la explosión, como es el caso de ciertos peróxidos inorgánicos mezclados con cloratos.

EXTREMADAMENTE INFLAMABLES: Las sustancias y preparados líquidos con un punto de inflamación extremadamente bajo (inferior a 0°C) y un punto de ebullición bajo (menor o igual que 35°C), y las sustancias y preparados gaseosos, que a temperatura y presión normales, sean inflamables en el aire.

FACILMENTE INFLAMABLES: Las sustancias y preparados que respondan a una o varias de las siguientes premisas:

- Que puedan calentarse o inflamarse en el aire a temperatura ambiente sin aporte de energía
- Sólidos que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de inflamación y que sigan quemándose o consumiéndose una vez retirada dicha fuente
- Líquidos cuyo punto de inflamación sea muy bajo (punto de inflamación menor que 21°C sin que sean extremadamente inflamables)
- Que, en contacto con agua o aire húmedo, desprendan gases extremadamente inflamables en cantidades peligrosas, como mínimo a razón de 1L/kg/h.

INFLAMABLES: Cuando el punto de inflamación sea igual o superior a 21°C e inferior o igual a 55°C. En el caso de preparados que cumplan con esta condición, pero que en ningún caso pueda favorecer la combustión, y si además no existe ningún riesgo para quienes los manipulen ni para otras personas, podrá no considerarse como inflamable.

1.1.2 Riesgos para la salud humana (toxicidad y otros efectos específicos)

Actualmente hay una tendencia a generalizar el concepto de toxicidad para abarcar cualquier tipo de efecto perjudicial para la salud humana, más allá del "clásico" envenenamiento, o si se quiere, la acción adversa para la salud a causa de la actividad biológica de una sustancia extraña introducida en el organismo, lo que incluiría hasta los riesgos anteriormente citados debidos a las propiedades físico-químicas. No obstante se considera más conveniente para nuestro objeto la separación realizada.

En general la acción tóxica de una sustancia depende de las características de ésta, las condiciones y vía de entrada al organismo y las características y situación de la persona. Así, una sustancia puede ser inocua por una vía, por ejemplo la digestiva, y sin embargo por la vía respiratoria ser muy peligrosa. Una misma sustancia en una cierta dosis puede no tener efecto alguno, en otra dosis puede ser beneficiosa o curativa (dosis terapéutica) y en otra puede resultar fatal (dosis letal). No es lo mismo una única dosis, que varias repetidas. Tampoco se producirán los mismos efectos en una persona que en otra, y para una misma persona, en una situación u otra.

El estudio de las distintas alteraciones que tienen lugar desde que una sustancia penetra en un organismo hasta su posible total o parcial eliminación del mismo es extraordinariamente complejo y fuera de lugar en esta obra. Aquí tan solo se intentará resumir algunas cuestiones importantes para la práctica de la higiene industrial: la prevención de riesgos por exposición a agentes químicos, físicos y biológicos para los trabajadores con ocasión de su trabajo.

El proceso que recorre una sustancia a través del organismo sigue las siguientes etapas: absorción, distribución, metabolismo, acumulación y excreción o eliminación.

Aunque existen otras vías de entrada (por ejemplo, vía ingestión y parenteral), para el caso que nos ocupa las más importantes son la vía inhalación y la vía dérmica. La primera es con mucho la más importante. A través de las vías respiratorias penetran junto con el aire que se respira, gases y vapores, polvo y aerosoles que le acompañan. Si no son retenidos por la mucosidad que recubre los distintos conductos y expulsados al exterior junto con ella, pueden alcanzar los alvéolos pulmonares con algún posible efecto sobre ellos y si tienen capacidad para ello, pasar a su través para incorporarse a la circulación sanguínea. Menor importancia tiene la piel aunque muchas sustancias pueden atravesarla en condiciones normales y llegar a la sangre a través de los capilares. Esto depende de su estado más o menos estropeado, de su humedad y temperatura, y si esta recubierta con ropa, del tipo de tejido y su roce, y de determinadas sustancias, como el maquillaje o cremas protectoras. Hay que evitar dañar la piel con disolventes orgánicos que eliminan la capa sebácea natural e impide la entrada de sustancias hidrófilas, o con otras sustancias,

corrosivas e irritantes.

Después de su entrada en el organismo, la sustancia se difunde y distribuye por todo o parte de él, según diversos mecanismos y una menor o mayor rapidez, que depende tanto de sus propiedades como de la manera que se incorpora. Más adelante pueden transformarse en otras sustancias por distintas acciones metabólicas, que pueden facilitar su posterior eliminación sino se da el caso de convertirse en otro producto más tóxico o se acumula en determinados tejidos u órganos. Finalmente se elimina, transformada o no en otra sustancia, por diferentes vías: la pulmonar (los volátiles), la biliar que puede a su vez pasar al tracto gastrointestinal pudiendo continuar los efectos adversos en él y finalmente ser expulsado en las heces, la renal (mayoritaria) eliminándose con la orina, y otras vías, como la de la leche, que hay que tener especialmente en cuenta en el caso de la lactancia (o cuando se ingiere procedente de vacas u otros animales), el sudor, la saliva, los pelos, etc.

Se considera interesante repasar algunos conceptos que sirven actualmente para la clasificación de las sustancias y preparados según sus posibles efectos para la salud:

En general se pueden distinguir **efectos agudos**, cuando se presentan después de muy poco tiempo de la exposición, por ejemplo, algunas horas, y de manera clara y normalmente fácilmente reconocible, como la asfixia, los vómitos y la pérdida de visión, y **efectos crónicos**, cuando se presentan después de un largo tiempo (meses y hasta muchos años) de producirse la exposición, que puede ser repetida durante un cierto tiempo, no siendo tan manifiestamente reconocibles y difíciles de relacionar con la situación que los ha causado.

También los efectos pueden ser calificados como **reversibles** e **irreversibles**, si después de un cierto tiempo, en ausencia de exposición, el organismo se recupera por completo y alcanza su estado normal o si al contrario, quedan secuelas y no se llega a volver al estado normal. Por ejemplo, una irritación pasajera y una ceguera permanente, respectivamente.

Es también muy importante, sobre todo con las acciones tóxicas a largo plazo, tener en cuenta la capacidad de acumulación de los agentes tóxicos, o en su caso, la de sus metabolitos, en diversos órganos y tejidos del organismo. Unos no se eliminan o lo hacen a muy baja velocidad, los de **efectos acumulativos**, otros lo hacen lentamente con lo que a la larga también se acumulan en el cuerpo salvo que existan largos períodos de no exposición que permitan su total eliminación, son los de **efectos parcialmente acumulativos**, y finalmente, los de **efectos no acumulativos**, son los que se eliminan rápidamente.

En muchos casos los contaminantes suelen actuar en el organismo independientemente unos de otros, pero en otros puede resultar que potencien o inhiban los efectos que resultarían en ausencia de cualquier otro tóxico. Como es lógico, habrá que tener en cuenta al estudiar una exposición a un determinado agente, la presencia de algún otro que pueda interactuar con él.

En los ensayos que se realizan para determinar la toxicidad de una sustancia se utilizan

diversos conceptos, de los que conviene destacar los siguientes:

- **Toxicidad aguda** que se refiere a los efectos desfavorables que se manifiestan durante un período de tiempo, en general 14 días, después de la administración de una dosis única.
- **Toxicidad subaguda/subcrónica**, referida a los efectos adversos aparecidos al recibir diariamente una determinada dosis (o estar expuesto diariamente a un agente químico) durante un breve período de tiempo.
- **Dosis letal media**, DL₅₀, dosis única que estadísticamente causa la muerte del 50% de los animales a los que se le ha administrado. Se expresa en masa de sustancia ensayada por unidad de peso del animal sometido al ensayo (mg/kg).
- **Concentración letal media**, CL₅₀, concentración de la sustancia ensayada a la que se exponen los animales de ensayo y que estadísticamente causa la muerte del 50% de los mismos al cabo de un tiempo determinado. Se suele expresar en masa de sustancia por unidad de volumen de aire en determinadas condiciones (mg/L).
- **Nivel sin efectos tóxicos**, dosis o nivel de exposición máximos que no ofrece signos detectables de toxicidad.
- **Dosis máxima tolerada**, DMT, dosis o nivel de exposición más altos que produciendo toxicidad en los animales de experimentación, no llega a alterar de forma importante su supervivencia.

Las mencionadas Directivas sobre *Clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y preparados peligrosos*, los clasifica según los daños para la salud humana como sigue:

MUY TOXICOS, si por inhalación, ingestión o penetración cutánea, en muy pequeña cantidad, pueden provocar efectos agudos o crónicos o incluso la muerte.

TOXICOS, si por las mismas vías de entrada, en pequeña cantidad, pueden provocar efectos agudos o crónicos, o incluso la muerte.

NOCIVOS, si por tales vías de entrada, en cantidades no pequeñas, pueden provocar efectos agudos o crónicos, o incluso la muerte

CORROSIVOS, que en contacto con tejidos vivos, pueden ejercer una acción destructiva contra ellos.

IRRITANTES, los que no siendo corrosivos, por contacto breve, prolongado o repetido con la piel o las mucosas pueden provocar una reacción inflamatoria.

SENSIBILIZANTES, los que por inhalación o penetración cutánea, puedan ocasionar una reacción de hipersensibilización, de forma que una exposición posterior dé lugar a efectos negativos característicos.

CARCINOGENICOS, o también cancerígenos, cuando por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir cáncer o aumentar su frecuencia. Estas sustancias y preparados se clasifican a su vez en tres categorías:

- **Primera categoría:** carcinogénicos para el ser humano, cuando se dispone de suficientes datos epidemiológicos para demostrar una relación de causa/efecto entre la exposición de seres humanos a tales sustancias o preparados y la aparición de cáncer
- **Segunda categoría:** pueden considerarse como carcinogénicos para el ser humano cuando se dispone de datos suficientes para suponer que la exposición de seres humanos a ellos puede producir cáncer. Esta presunción, generalmente se fundamenta en estudios a largo plazo en animales y en otras informaciones apropiadas.
- **Tercera categoría:** preocupantes por sus posibles efectos carcinogénicos para el ser humano, cuando no se dispone de información suficiente para su clasificación como de segunda categoría aunque existen sospechas por pruebas con animales. Esta categoría comprende a su vez dos subcategorías:
 - a) No existen pruebas sobre la inducción de cáncer para incluirlos en la segunda categoría, y no es probable que más experimentación aporte la información necesaria
 - b) Clasificación provisional al no haberse investigado bastante y ser los datos disponibles no suficientes aunque si con indicios sospechosos que los hace preocupantes

MUTAGENICOS, los que por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir alteraciones genéticas hereditarias o puedan aumentar su frecuencia. Pueden clasificarse a su vez en tres categorías:

Primera categoría, los que se conoce ciertamente que son *mutagénicos para la especie humana*, ya que se dispone de pruebas suficientes a partir de estudios epidemiológicos que demuestran una relación de causa/efecto entre la exposición de seres humanos a ellos y la aparición de alteraciones genéticas hereditarias. Hasta ahora no se ha clasificado ninguna sustancia en esta categoría, ya que es muy difícil la obtención de datos fiables referidos a la incidencia de mutaciones sobre poblaciones humanas.

Segunda categoría, que *pueden considerarse como mutagénicos para la especie humana*, ya que se dispone de suficientes elementos de juicio para suponer que la exposición de seres humanos a los mismos puede producir alteraciones genéticas hereditarias, basados generalmente en estudios apropiados en animales y otras informaciones válidas.

Tercera categoría, *cuyos posibles efectos mutagénicos en la especie humana son*

preocupantes, siendo insuficientes las investigaciones realizadas para clasificarlos en la segunda categoría.

TOXICOS PARA LA REPRODUCCION, los que por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden producir efectos negativos no hereditarios en la descendencia, o aumentar la frecuencia de éstos, o afectar de forma negativa a la función o capacidad reproductora masculina o femenina. También se clasifican en tres categorías:

Primera categoría, de los que se sabe ciertamente, a partir de datos epidemiológicos, que *perjudican la fertilidad de los seres humanos*, (efectos negativos sobre la libido, comportamiento sexual, espermatogénesis u ovogénesis, actividad hormonal o respuesta fisiológica que puedan interferir la capacidad de fertilizar, la misma fertilización, el desarrollo del huevo fecundado hasta la fase de implantación, incluyendo ésta misma), puesto que se dispone de suficientes pruebas para establecer una relación entre exposición y problemas de fertilidad, y también aquellos de los que se sabe ciertamente, a través de datos epidemiológicos, que *producen toxicidad para el desarrollo de seres humanos*, es decir cualquier efecto que interfiera el desarrollo normal tanto antes como después del nacimiento, (incluye efectos embriotóxicos/fetotóxicos y teratogénicos, entre otros), ya que existen suficientes pruebas para establecer una relación entre la exposición y la posterior aparición de efectos tóxicos para el desarrollo de la descendencia.

Segunda categoría, los que *pueden considerarse como perjudiciales para la fertilidad de los seres humanos* y aquellos que *pueden considerarse como tóxicos para el desarrollo de los seres humanos*, ya que se dispone de datos suficientes para suponerlo firmemente para la exposición de seres humanos a partir de investigaciones con animales sin que se trate de consecuencias secundarias inespecíficas de otros efectos tóxicos en caso de que los hubiere.

Tercera categoría, *preocupantes para la fertilidad humana y preocupantes para los seres humanos por sus posibles efectos tóxicos para el desarrollo*, ya que se poseen datos para ello con experimentación con animales pero no son suficientes para su clasificación en la segunda categoría.

1.1.3 Riesgos para el medio ambiente

En el contexto exclusivo de los productos químicos, las Directivas comunitarias sobre *clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y preparados peligrosos*, ofrecen una definición general que sirve de referencia a todos los ámbitos, comercial con inclusión del tratamiento aparte de los medicamentos y productos fitosanitarios y biocidas, industrial, laboral, medioambiental con la inclusión especial de los residuos y de la prevención de accidentes *mayores*, sanitaria y protección del usuario:

Se consideran sustancias o preparados **PELIGROSOS PARA EL MEDIO AMBIENTE** si en contacto con éste presentan o pueden presentar un peligro inmediato o futuro para

uno o más componentes del medio ambiente.

Aunque la clasificación obedece al objetivo principal de alertar sobre los riesgos que pueden afectar a los ecosistemas, actualmente están mucho más desarrollados los ensayos ecotoxicológicos relativos a los ecosistemas acuáticos. Por esta razón, se clasifican en primer lugar en peligrosos para el *medio ambiente acuático* y en peligrosos para el *medio ambiente no acuático*.

Dentro de los **PELIGROSOS PARA EL MEDIO AMBIENTE ACUATICO** se distinguen:

Los **MUY TOXICOS PARA LOS ORGANISMOS ACUATICOS Y QUE PUEDEN PROVOCAR A LARGO PLAZO EFECTOS NEGATIVOS EN EL MEDIO AMBIENTE ACUATICO** si la sustancia no es fácilmente biodegradable (o cumple ciertas condiciones) y los ensayos de toxicidad aguda para *peces en agua dulce*, para *Daphnia* y para *algas* ofrecen unos resultados por debajo de ciertos determinados valores.

Los simplemente **MUY TOXICOS PARA LOS ORGANISMOS ACUATICOS** que arrojan los mismos resultados de los ensayos de toxicidad para peces en agua dulce que en el caso anterior, pero son fácilmente biodegradables (o no cumplen las condiciones a las que se refiere el caso anterior).

Los **TOXICOS PARA LOS ORGANISMOS ACUATICOS QUE PUEDEN PROVOCAR A LARGO PLAZO EFECTOS NEGATIVOS EN EL MEDIO AMBIENTE ACUATICO**, análogos al primer caso de sustancias no fácilmente biodegradables pero cuyos ensayos de ecotoxicidad arrojan resultados por encima de aquellos valores aunque por debajo de otros no tan alarmantes.

Los **NOCIVOS PARA LOS ORGANISMOS ACUATICOS QUE PUEDEN PROVOCAR A LARGO PLAZO EFECTOS NEGATIVOS EN EL MEDIO AMBIENTE ACUATICO**, análogos al último caso pero con resultados por encima de los anteriores aunque por debajo de unos máximos, por encima de los cuales se pueden considerar como no nocivos, salvo prueba en contrario de otros ensayos adicionales.

Los simplemente **NOCIVOS PARA LOS ORGANISMOS ACUATICOS**, cuando no cumplen con los criterios establecidos para clasificarlos en alguna de las anteriores categorías, pero que no obstante, pueden presentar un peligro para la estructura o el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, según los ensayos sobre su toxicidad.

Los que simplemente **PUEDEN PROVOCAR A LARGO PLAZO EFECTOS NEGATIVOS EN EL MEDIO AMBIENTE ACUATICO**, que no cumpliendo con los anteriores criterios, pueden presentar un peligro, retardado o a largo plazo, para la estructura o funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, según las pruebas de que se disponga sobre su persistencia, potencial de acumulación y sobre su destino y comportamiento en el medio ambiente. Por ejemplo, las sustancias poco solubles en agua y que no sean fácilmente degradables y el logaritmo del coeficiente de reparto n-octanol/agua sea igual o mayor que 3,0, salvo que el FBC sea < 100.

Respecto al **MEDIO AMBIENTE NO ACUATICO**, se clasifican según las categorías

siguientes, de acuerdo con las pruebas sobre su toxicidad, persistencia, potencial de acumulación y su destino y comportamiento en el medio ambiente o bien de acuerdo con sus propiedades y las evidencias disponibles:

- **TOXICOS PARA LA FLORA**
- **TOXICOS PARA LA FAUNA**
- **TOXICOS PARA LOS ORGANISMOS DEL SUELO**
- **TOXICOS PARA LAS ABEJAS**
- **PUEDEN PROVOCAR A LARGO PLAZO EFECTOS NEGATIVOS EN EL MEDIO AMBIENTE**
- **PELIGROSOS PARA LA CAPA DE OZONO.**

2 Seguridad de los productos químicos en su comercialización y utilización

Ya se ha comentado que los denominados riesgos químicos se refieren tanto a la seguridad como a la salud de las personas, y a la integridad de los bienes y del medio ambiente. Y que se deben tener en cuenta estos riesgos tanto en la extracción de minerales de la Naturaleza como en la fabricación de todo tipo de productos químicos, su transformación, utilización, manipulación, almacenamiento, transporte, y desecho, y la misma presencia de agentes químicos en los distintos medios y materiales.

Los problemas relacionados con estos riesgos tiene un primer gran plano de acción no solo técnica y preventiva sino también jurídica: la *comercialización de sustancias y preparados químicos*. Su especial importancia estriba principalmente de que tanto jurídica como preventivamente los requisitos exigibles son la primera obligada referencia. Además, se añade desde el punto de vista preventivo el importantísimo factor de eficacia al exigir unas garantías previas a la puesta en el mercado de cualquier producto de esta índole, que supone una información completa sobre sus riesgos, las condiciones de su utilización, las prohibiciones de uso y las medidas de prevención y protección que deben acompañarlos, después de someterse a los ensayos necesarios y, si es el caso, a una notificación y posible autorización administrativa.

Estas exigencias, se trasladan o sirven de base o referencia para otros ámbitos, como el medio ambiente, la seguridad y salud en el trabajo, la prevención de accidentes mayores y la gestión de residuos.

En el ámbito del Tratado de la Comunidad Europea y con el primer objetivo de lograr una armonización de las exigencias para la libre circulación de sustancias y preparados químicos en el Mercado Unico, ampliado al Espacio Económico Europeo, existen dos grandes conjuntos de Directivas: las relativas a la *clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y preparados peligrosos* y las que corresponden a la *limitación de la puesta en el mercado y utilización de sustancias y preparados peligrosos*.

2.1 Comercialización segura de productos químicos

Las directivas sobre *clasificación, envasado y etiquetado de las sustancias peligrosas* son

las que marcan la pauta para el resto. Según éstas, sólo se pueden comercializar las sustancias o los preparados que sean *notificados por el fabricante o importador* a la Autoridad competente en el Estado en el que se fabrique el producto o esté establecido el importador, si se fabrica fuera del Espacio Económico Europeo (en España la Autoridad es el Ministerio de Sanidad y Consumo). Esta notificación se lleva a efecto con el aporte de un conjunto de datos sobre identificación, aplicación, producción o importación, propiedades, estudios fisicoquímicos, toxicológicos y ecotoxicológicos más una información sobre efectos desfavorables y una propuesta de clasificación, etiquetado y precauciones a tomar para una utilización en condiciones seguras. Existen algunas exenciones totales o parciales a este requisito, en particular si las sustancias figuran en el *Inventario Europeo de Sustancias Químicas Comercializadas Existentes*, **EINECS** según las siglas correspondientes a su denominación en inglés. Este inventario se refiere a todas las sustancias *existentes en el mercado* antes del 18 de septiembre de 1981 en todo el territorio de la Unión Europea. Contiene 100.106 especies químicas diferentes, de las cuales unas 33.000 proceden del Catálogo Base **ECoin** (European Code Inventory) y unas 67.000 corresponden a declaraciones adicionales de la industria química. A estas se añaden aquellas no incluidas y que en la citada fecha de 1981 constan y así se comunican que se comercializaban en la antigua República Democrática Alemana, así como en los Estados que se han integrado con posteridad a 1981 (España, Portugal, Austria, Finlandia y Suecia) y los Estados no comunitarios que han firmado el Tratado **EEE**, del Espacio Económico Europeo, (Noruega, Islandia y Liechtenstein). Desde 1991 se publica anualmente un listado con las *sustancias nuevas* notificadas, y que por lo tanto no se encuentran en el EINECS, con el nombre de *Lista Europea de Sustancias Químicas Notificadas*, **ELINCS** (European List of Notified Chemical Substances). La quinta edición del ELINCS es la publicada en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas número C72 de 11 de marzo de 2000, que recoge todas las sustancias notificadas hasta el 30 de junio de 1995.

La notificación exige previamente los ensayos y evaluaciones de las propiedades y riesgos de las sustancias y preparados y las investigaciones necesarias para aportar los datos exigidos, que salvo las excepciones señaladas por las propias Directivas o los casos que éstas indican para los que se simplifican estos requisitos, deben incluir:

Un informe técnico que reúna todos los datos exigidos

Una declaración sobre los efectos desfavorables

Una propuesta de clasificación y etiquetado

Una propuesta de *ficha de datos de seguridad* (sólo para los peligrosos)

En los casos de importador o distribuidor, una declaración del fabricante externo designándole como único representante en el Espacio Económico Europeo.

Otro requisito indispensable para la comercialización de sustancias y preparados químicos, es su correcto *envasado y etiquetado*, de acuerdo con los criterios establecidos en estas Directivas. Si se clasifican como peligrosos, el etiquetado deberá incluir junto a los datos identificativos de la sustancia o preparado y del fabricante, distribuidor o

importador, con inclusión de su dirección, los correspondientes pictogramas e indicaciones de peligro (véase cuadro 1), la naturaleza de los riesgos específicos más significativos que se les atribuyen (*frases de riesgo R* que se relacionan en el cuadro 2) y los consejos de prudencia más importantes (*frases de seguridad S* que se describen en el cuadro 3), todo ello de conformidad con lo establecido en estas Directivas.

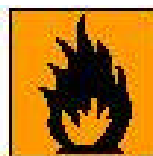
Cuadro 1
PICTOGRAMAS E INDICACIONES DE PELIGRO



T Tóxico
T+ Muy tóxico



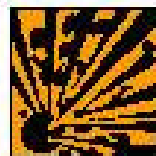
C Corrosivo



F Fácilmente inflamable
F+ Extremadamente inflamable



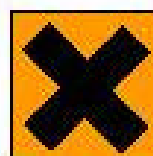
N Peligroso para el medio ambiente



E Explosivo



O Comburente



Xn Nocivo
Xi Irritante

Cuadro 2

RIESGOS ESPECIFICOS DE LAS SUSTANCIAS Y PREPARADOS PELIGROSOS (Frases R)

R 1 Explosivo en estado seco	R 41 Riesgo de lesiones oculares graves
R 2 Riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición	R 42 Posibilidad de sensibilización por inhalación
R 3 Alto riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición	R 43 Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel
R 4 Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles	R 44 Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado
R 5 Peligro de explosión en caso de calentamiento	R 45 Puede causar cáncer
R 6 Peligro de explosión, en contacto o sin contacto con el aire	R 46 Puede causar alteraciones genéticas hereditarias
R 7 Puede provocar incendios	R 48 Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada
R 8 Peligro de fuego en contacto con materias combustibles	R 49 Puede causar cáncer por inhalación
R 9 Peligro de explosión al mezclar con materias combustibles	R 50 Muy tóxico para los organismos acuáticos
R 10 Inflamable	R 51 Tóxico para los organismos acuáticos
R 11 Fácilmente inflamable	R 52 Nocivo para los organismos acuáticos
R 12 Extremadamente inflamable	R 53 Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático
R 14 Reacciona violentamente con el agua	R 54 Tóxico para la flora
R 15 Reacciona con el agua liberando gases extremadamente inflamables	R 55 Tóxico para la fauna
R 16 Puede explosionar en mezcla con sustancias comburentes	R 56 Tóxico para los organismos del suelo
R 17 Se inflama espontáneamente en contacto con el aire	R 57 Tóxico para las abejas
R 18 Al usarlo pueden formarse mezclas aire-vapor explosivas / inflamables	R 58 Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente
R 19 Puede formar peróxidos explosivos	R 59 Peligroso para la capa de ozono
R 20 Nocivo por inhalación	R 60 Puede perjudicar la fertilidad
R 21 Nocivo en contacto con la piel	R 61 Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto
R 22 Nocivo por ingestión	R 62 Posible riesgo de perjudicar la fertilidad
R 23 Tóxico por inhalación	R 63 Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto
R 24 Tóxico en contacto con la piel	R 64 Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna
R 25 Tóxico por ingestión	R 65 Nocivo: si se ingiere puede causar daño pulmonar
R 26 Muy tóxico por inhalación	R 66 La exposición repetida puede provocar sequedad o agrietamiento de la piel
R 27 Muy tóxico en contacto con la piel	R 67 La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y mareo.
R 28 Muy tóxico por ingestión	
R 29 En contacto con agua libera gases tóxicos	Pueden combinarse las siguientes frases:
R 30 Puede inflamarse fácilmente al usarlo	R14/15 R15/29 R20/21 R20/22 R20/21/22 R21/22 R23/24
R 31 En contacto con ácidos libera gases tóxicos	R23/25 R23/24/25 R24/25 R26/27 R26/28 R26/27/28 R27/28
R 32 En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos	R36/37 R36/38 R36/37/38 R37/38 R39/23 R39/24 R39/25
R 33 Peligro de efectos acumulativos	R39/23/24 R39/23/25 R39/24/25 R39/23/24/25 R39/26 R39/27
R 34 Provoca quemaduras	R39/28 R39/26/27 R39/26/28 R39/27/28 R39/26/27/28 R40/20
R 35 Provoca quemaduras graves	R40/21 R40/22 R40/20/21 R40/20/22 R40/21/22 R40/20/21/22
R 36 Irrita los ojos	R42/43 R48/20 R48/21 R48/22 R48/20/21 R48/20/22 R48/21/22
R 37 Irrita las vías respiratorias	R48/20/21/22 R48/23 R48/24 R48/25 R48/23/24 R48/23/25
R 38 Irrita la piel	R48/24/25 R48/23/24/25 R50/53 R51/53 R52/53
R 39 Peligro de efectos irreversibles muy graves	
R 40 Posibilidad de efectos irreversibles	

Cuadro 3

CONSEJOS DE PRUDENCIA RELATIVOS A LAS SUSTANCIAS Y PREPARADOS PELIGROSOS (Frases S)

- S 1** Consérvese bajo llave.
- S 2** Manténgase fuera del alcance de los niños.
- S 3** Consérvese en lugar fresco.
- S 4** Manténgase lejos de locales habitados.
- S 5** Consérvese en ... (líquido apropiado a especificar por el fabricante).
- S 6** Consérvese en ... (gas a especificar por el fabricante).
- S 7** Manténgase el recipiente bien cerrado.
- S 8** Manténgase el recipiente en lugar seco.
- S 9** Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado.
- S12** No cerrar el recipiente herméticamente.
- S13** Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.
- S14** Consérvese lejos de ... (materiales incompatibles a especificar por el fabricante).
- S15** Conservar alejado del calor.
- S16** Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar.
- S17** Manténgase lejos de materias combustibles.
- S18** Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia.
- S20** No comer ni beber durante su utilización.
- S21** No fumar durante su utilización.
- S22** No respirar el polvo.
- S23** No respirar los gases/humos/vapores/aerosoles [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].
- S24** Evítese el contacto con la piel.
- S25** Evítese el contacto con los ojos.
- S26** En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
- S27** Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada.
- S28** En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con ... (productos a especificar por el fabricante).
- S29** No tirar los residuos por el desagüe.
- S30** No echar jamás agua a este producto.
- S33** Evítese la acumulación de cargas electrostáticas.
- S35** Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.
- S36** Usese indumentaria protectora adecuada.
- S37** Usense guantes adecuados.
- S38** En caso de ventilación insuficientes, úsese quipo respiratorio adecuado
- S39** Usese protección para los ojos/la cara.
- S40** Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto, úsese ... (a especificar por el fabricante).
- S41** En caso de incendio y/o de explosión no respire los humos.
- S42** Durante las fumigaciones/pulverizaciones, úsese equipo respiratorio adecuado [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].
- S43** En caso de incendio, utilizar ... (los medios de extinción los debe especificar el fabricante).(Si el agua aumenta el riesgo, se deberá añadir: "No usar nunca agua").
- S45** En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstresele la etiqueta).
- S46** En caso de ingestión, acúdase inmediatamente al médico y muéstresele la etiqueta o el envase.
- S47** Consérvese a una temperatura no superior a ...°C (a especificar por el fabricante).
- S48** Consérvese húmedo con ... (medio apropiado a especificar por el fabricante).
- S49** Consérvese únicamente en el recipiente de origen.
- S50** No mezclar con ... (a especificar por el fabricante).
- S51** Usese únicamente en lugares bien ventilados.
- S52** No usar sobre grandes superficies en locales habitados.
- S53** Evítese la exposición - recábense instrucciones especiales antes del uso.
- S56** Elimínese esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida pública de residuos especiales o peligrosos.
- S57** Utilícese en envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.
- S59** Remítirse al fabricante o proveedor para obtener información sobre su recuperación/reciclado.
- S60** Elimínese el producto y su recipiente como residuos peligrosos.
- S61** Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.
- S62** En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstresele la etiqueta o el envase.
- S 63** En caso de accidente por inhalación, transporte a la persona afectada al aire libre y manténgala en reposo.
- S 64** En caso de ingestión, enjuáguese la boca con agua (sólo si la persona está consciente)

Con la etiqueta se ofrece una primera información a cualquier usuario sobre un producto peligroso, que además sirve de recuerdo y advertencia sobre los riesgos que entraña su manipulación y utilización y las principales reglas de prudencia que conviene observar. Pero para permitir a los empresarios y titulares de establecimientos cumplir con sus obligaciones, en particular para la protección del medio ambiente, la seguridad y la salud en el trabajo y la de las demás personas y bienes que pudieran verse afectados, y a los usuarios profesionales, el fabricante, o en su caso el distribuidor o importador, deberá facilitar antes de la primera entrega de una sustancia o preparado peligroso, o con motivo de ésta, una **ficha de datos de seguridad** con los datos necesarios para la protección de las personas y del medio ambiente, que deberá ser actualizada conforme existan nuevos datos al respecto.

El contenido de la *ficha de datos de seguridad* deberá ampliar los datos contenidos en la etiqueta. Es más, deberá aportar los datos *técnicos* que necesite el profesional especializado para comprender en toda su extensión los riesgos y demás problemas asociados a cualquier posible utilización o manipulación, para poder tomar las decisiones pertinentes con el fin de que las condiciones en las que un producto se implique en una actividad determinada, sean seguras. Por lo tanto, a la identificación de la naturaleza química del producto, se deberá añadir los datos de sus propiedades físicas y químicas, su estabilidad y reactividad, identificación de riesgos, medidas a tomar en caso de vertido o fuga accidental incluido los primeros auxilios pertinentes y en su caso las medidas adecuadas de lucha contra incendios, las precauciones a observar en su manipulación y las condiciones idóneas de su almacenamiento y transporte, información toxicológica y ecológica, controles necesarios de la exposición y recomendaciones de protección personal, métodos apropiados para su eliminación o desecho y usos para los que está destinado principalmente y restricciones o contraindicaciones de su utilización. También sería interesante relacionar las reglamentaciones que le afectan y en qué términos, consejos de operación y entrenamiento, las fuentes de los datos aportados y otras referencias bibliográficas así como posible punto de contacto para solicitar más información o poder realizar consultas y la fecha de emisión de la ficha.

Finalmente otra condición necesaria para la libre comercialización de productos químicos peligrosos es la de un correcto envasado. Lógicamente éste deberá ser tal que no puedan producirse pérdidas o fugas de su contenido, los materiales de los que esté formado incluido sus sistemas de cierre y precinto deberán ser inatacables por su contenido ni interaccionar peligrosamente con él, deberán ser suficientemente resistentes a los esfuerzos mecánicos que normalmente puedan afectarles y en su caso a las posibles situaciones meteorológicas u otros condicionantes, principalmente de temperatura y humedad, contarán con un cierre de seguridad para niños en el caso de productos muy tóxicos, tóxicos y corrosivos, llevarán una indicación de peligro detectable al tacto en estos últimos casos y además cuando se trate de productos nocivos, extremadamente inflamables o fácilmente inflamables.

2.2 Limitación de la comercialización y uso de productos químicos

La reglamentación que regula la libre circulación de productos químicos no es suficiente garantía para salvaguardar a la población y al medio ambiente de ciertos riesgos de especial gravedad y relevancia. Es más, una coherencia con esa reglamentación exige unas medidas adicionales por parte de la propia Comunidad Europea para limitar la comercialización y la utilización de las sustancias y preparados peligrosos.

Actualmente se está revisando esta legislación que hasta ahora se había limitado en la práctica a la necesaria armonización de las legislaciones de los Estados miembros que ya imponían ciertas restricciones, con el fin de evitar distorsiones en el ejercicio de la libre competencia, y por lo tanto ausencia de todo tipo de barreras legales y administrativas entre los propios Estados, en el interior del Mercado Único.

En buena lógica deben restringirse con carácter general, independientemente de las específicas debidas a ciertas peculiaridades que se añadirían, la comercialización y el uso de sustancias y preparados especialmente peligrosos, como los clasificados como *explosivos, comburentes, extremadamente inflamables, fácilmente inflamables, muy tóxicos, tóxicos, corrosivos, carcinogénicos de primera y segunda categoría, mutagénicos de primera y segunda categoría, tóxicos para la reproducción de primera y segunda categoría* y determinados tipos por su implicación en el medio ambiente, como los *muy tóxicos, los que pueden provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente y los peligrosos para la capa de ozono.*

En la primera parte del Anexo a este Capítulo se resumen en cuadros explicativos la legislación vigente y prevista, tanto comunitaria como nacional, sobre las Directivas relativas a la clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y preparados peligrosos y las que se refieren a la limitación de la comercialización y uso de los mismos, más las Directivas relacionadas con ellas y que las complementan.

3 Prevención contra la exposición a agentes químicos en los centros de trabajo

En esta parte se considerará la dimensión más concreta de la seguridad y salud en el trabajo, ya que otros aspectos se abordan en otros capítulos, principalmente la prevención con respecto al medio ambiente y la seguridad industrial.

Ya se ha advertido de la clasificación de los riesgos debidos a agentes químicos, por motivos técnicos y de práctica operativa, en los que afectan a la seguridad de los trabajadores o prevención de accidentes –*aquí, químicos*- y los que afectan a la salud o prevención de enfermedades profesionales. En otras palabras, los riesgos que pueden manifestar sus efectos de una manera más o menos inmediata (accidentes e intoxicaciones agudas) y los que se pueden dar lugar a perjuicios patentes a un medio o largo plazo (intoxicaciones crónicas, sensibilizaciones, cánceres y otros efectos irreversibles o no a largo plazo).

La clasificación y descripción de estos riesgos ya se han facilitado en el primer apartado. Ahora corresponde en primer lugar tratar la evaluación de estos riesgos en los centros de trabajo para poder más adelante determinar las medidas preventivas y de control, y en su caso la corrección y mejora de las ya tomadas.

La evaluación de los riesgos debidos a las propiedades físico-químicas ya se tratan en otros Capítulos, prevención y lucha contra incendios y trabajos en atmósferas explosivas, por lo que no serán abordados aquí, así como las correspondientes medidas de prevención y protección.

En cuanto a los riesgos para la salud humana se tendrán en cuenta prácticamente los correspondientes a la penetración en el organismo por inhalación o a través de la piel, abandonando otras vías como la oral o digestiva, por ser altamente improbables en el contexto del trabajo.

En la propia manipulación de los productos químicos se deberá en primer lugar realizar un listado de todos los que se utilicen y proceder a una recopilación de datos, fundamentalmente las fichas de datos de seguridad que el fabricante o distribuidor debe suministrar. Base fundamental para la evaluación de los riesgos será la información concreta de los riesgos y de las precauciones a tomar según el tipo de operación en que se utilice cada producto. La evaluación final tendrá en cuenta todos los demás factores, fundamentalmente condiciones de trabajo (funcionamiento del proceso, variables ambientales, instalaciones, dispositivos de control y alarma, protecciones colectivas y personales, metodología, etc.) sin olvidar las características propias del estado biológico de cada persona en virtud del cual puede darse una especial sensibilidad o susceptibilidad para algunos riesgos.

En el ámbito del trabajo hay que considerar otros tipos de riesgos no contemplados por las Directivas de comercialización, obviamente porque casi siempre se trata de agentes *presentes* en el ambiente de trabajo, por lo general como resultado de algún proceso intencionado o no, que muchas veces no es un producto que se comercialice y aunque así fuera, su uso corriente no entrañaría tales riesgos. Este es el caso de los gases **ASFIXIANTES**, que pueden causar la asfixia de las personas. Puede tratarse de

ASFIXIANTES SIMPLES, cuando actúan simplemente desplazando del ambiente al *oxígeno* del aire, ya que su presencia disminuye la presión parcial o la concentración del mismo. Tal es el caso del nitrógeno, hidrógeno, gases nobles, dióxido de carbono, etc. Se suele estimar en el 18% la mínima concentración de oxígeno para períodos de exposición de ocho horas en una jornada.

Un caso distinto es el de los denominados **ASFIXIANTES QUIMICOS**, que actúan ya en el interior del organismo impidiendo por diferentes mecanismos que el oxígeno cumpla con su misión respiratoria. Tal ocurre con el monóxido de carbono, el sulfuro de hidrógeno, el cianuro de hidrógeno y otros gases, resultado casi siempre de determinados procesos, como combustión incompleta, fermentaciones, descomposiciones, etc. Estos sí que reciben una clasificación como tóxicos o muy tóxicos.

3.1 Medidas preventivas de carácter general

Obviamente y de acuerdo con las condiciones de uso, deberán ponerse en práctica al menos las medidas de precaución (*consejos de prudencia*) señaladas por las propias frases **S** anteriormente citadas. Asimismo tanto los recipientes que se utilicen en el trabajo como los que sean destinados para su almacenamiento, depósitos tuberías y otras instalaciones deberán etiquetarse de la misma manera que los envases originales, por lo menos con su denominación, pictogramas e indicaciones de peligro, frases **R** de riesgo y **S** de precauciones, salvo aquellas situaciones en que el recipiente se utiliza por un corto espacio de tiempo o cambia a menudo de contenido o es utilizado por personas muy especializadas que conozcan de antemano los riesgos y precauciones a tomar. En determinadas ocasiones deberá utilizarse una señalización adecuada, que según el caso podrá sustituir o no, en todo o en parte, al etiquetado. Por supuesto que todos los recipientes, depósitos, tuberías y análogos, deberán estar formados del material apropiado, revisados y mantenidos para evitar todo tipo de fuga y vertido. En el cuadro 4 se muestran las señales relacionadas con los riesgos por agentes químicos adoptadas por la Directiva 92/58/CE de 24 de junio de 1992.

Aunque no es aquí el lugar, ya que no se consideran riesgos propiamente químicos, se recuerda los riesgos especiales y las precauciones particulares a tomar en el manejo y almacenamiento de gases comprimidos, líquidos a presión, vapor y otros fluidos a temperaturas muy altas o muy bajas, así como de las líneas de vacío.

Cuadro 4

SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD RELACIONADA CON LOS RIESGOS POR AGENTES QUÍMICOS



* Según la Directiva 92/58/CE sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo y el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre esta misma materia

Una vez evaluados los riesgos se deben tomar las medidas preventivas más adecuadas, teniendo en cuenta la prioridad absoluta del principio de sustitución de aquellos productos peligrosos por otros inocuos o que presenten un riesgo menor, que las acciones en la fuente son más eficaces y que en todo caso deben primar las soluciones de protección colectiva sobre las que implican la utilización de equipos de protección individual. En todo caso, deberá limitarse la utilización del producto al mínimo indispensable, así como también se minimizará el número de personas expuestas, como también se minimizarán los niveles de exposición y en todo caso se situarán por debajo de los valores-límite, se adoptarán medidas de higiene personal y limpieza en los puestos de trabajo, se establecerán planes de emergencia y medidas de primeros auxilios, teniendo los trabajadores derecho a una adecuada vigilancia de su salud con relación a los posibles riesgos a los que pueda estar expuesto. No deben olvidarse que son también medidas preventivas muy importantes las que se refieren a la organización y métodos de trabajo, en especial las que implican una disminución del tiempo de exposición, lo que trae como consecuencia una disminución de los valores de la misma.

La legislación comunitaria exige además que el empresario, como garante de la seguridad y salud de sus trabajadores en relación con su trabajo, les informe (sobre las cuestiones indicadas en el cuadro 5) y forme adecuadamente y mantenga un registro de los datos de las evaluaciones de los riesgos, de los resultados de la vigilancia médica con salvaguarda de los datos confidenciales y personales, las medidas y planes preventivos y de emergencia adoptados, así como de los accidentes y las investigaciones de los mismos.

En los casos en que existan los siguientes riesgos u otros análogos:

- Nocivo, tóxico o muy tóxico en contacto con la piel
- Provoca quemaduras o corrosivo
- Irritante de los ojos o riesgo de lesiones oculares graves
- Irritante de la piel
- Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel,

se deberá tomar medidas relativamente sencillas, como la de un control especial o de uso restringido para el producto, medidas generales de control de las condiciones en que se encuentran las instalaciones, depósitos y recipientes así como adecuados métodos operativos, orden y limpieza, y en su caso, medidas que eviten el contacto con la piel o los ojos, que si no son suficientes harán necesario el uso de equipos de protección individual, tales como ropa de protección, guantes de seguridad, pantallas, protectores faciales, gafas de seguridad, botas de seguridad, además de otras medidas para el caso de que se produzca el accidente, tales como duchas, rociadores, lavaojos, limpieza de la ropa contaminada y revisión médica inmediata.

Cuadro 5

**INFORMACION QUE DEBE FACILITAR EL EMPRESARIO
a los TRABAJADORES y/o a sus REPRESENTANTES
sobre SEGURIDAD y SALUD en el TRABAJO
en relación con los RIESGOS POR AGENTES QUIMICOS**

- * Los riesgos para la seguridad y salud
- * Medidas y acciones de protección y prevención
- * Medidas sobre PRIMEROS AUXILIOS
LUCHA CONTRA INCENDIOS
EVACUACION
- * Resultados de las evaluaciones de riesgos
- * Sobre los AGENTES QUIMICOS, además:
 - ✕ Identidad
 - ✕ Medidas para reducir la exposición
 - ✕ Utilización de Equipos de Protección
 - ✕ Límites de exposición
 - ✕ Acciones a tomar en situación anómala
 - ✕ Planes de emergencia
 - ✕ Restricciones de uso y de acceso
 - ✕ Resultados globales (anónimos) de vigilancia médica

3.2 Valoración de la exposición ambiental a agentes químicos. Valores-límite

La evaluación de los riesgos suele ser más complicada en los casos en que el riesgo sea por la vía respiratoria y, por lo tanto, corresponda a la *presencia* de uno o varios contaminantes en el ambiente de trabajo. Presencia que a veces no es el resultado de una diseminación del propio producto que se manipula, por pulverización, evaporación, difusión (de gases) o simple dispersión en el caso de polvo o partículas, sino por la existencia de impurezas o de ciertos aditivos u otros materiales empleados o por la formación *in situ*, ya sea como producto intermedio de un proceso, el propio producto final o como subproducto que se desprende durante el mismo proceso o por la intervención de otros procesos, ya sean intencionados o no.

En estos casos es imprescindible determinar la *naturaleza, grado y duración de la exposición* de los trabajadores a los diferentes agentes para poder evaluar los correspondientes riesgos y después tomar las medidas a que hubiera lugar. Esta evaluación debe repetirse a intervalos regulares y siempre que se produzca un cambio de las condiciones de trabajo que pueda suponer una alteración de la exposición. Para realizar la evaluación del riesgo se deben tener en cuenta todos los factores que puedan influir, como otras vías de entrada al organismo, principalmente a través de la piel, efectos aditivos o sinérgicos por la existencia de otros agentes, anteriores exposiciones, en particular si se dan efectos acumulativos, tipo de trabajo (grandes esfuerzos, ciertos ritmos de trabajo o condiciones termohigrométricas, pueden provocar, por ejemplo, una respiración más acelerada, y por lo tanto la incorporación de una *dosis* mayor de contaminante), estado biológico de las personas (embarazo, hipersensibilidad, tratamiento médico,...), ciertos hábitos (si son fumadores, higiene personal con productos agresivos, maquillaje,...) y otros datos, recogidos en particular a través de la vigilancia médica. También debe tenerse en cuenta las medidas preventivas ya adoptadas.

Para valorar el riesgo se compara los resultados de la evaluación de la exposición con el criterio escogido de valoración. En los casos ambientales *en el trabajo* en general se recurre, si ello es necesario, a la *medición de concentraciones ambientales* del contaminante como dato numérico de base. El criterio de valoración establece *valores de referencia* con los que se comparan los resultados de la evaluación de la exposición.

El establecimiento de los valores de referencia se realiza a partir de datos epidemiológicos, ensayos toxicológicos, estudios de extrapolación química y otras investigaciones, y requiere la determinación previa de los efectos admisibles en relación con el conjunto de una población de referencia que se toma como *normal*, lo que se traduce en una *dosis máxima tolerable*. A partir de este dato y en relación con una *jornada de trabajo tipo* o cualquier otro período de tiempo de referencia, teniendo en cuenta la relación entre la concentración existente en el ambiente y la dosis incorporada al organismo, se puede fijar un **valor-límite de exposición**.

En general, pueden ser de dos tipos: "puntuales" o "ponderados" respecto un período de tiempo predeterminado. Los primeros se denominan **concentraciones máximas permisibles** o **valores techo** (*Ceiling Values*) y los segundos **valores promedio máximos permisibles de exposición**.

Las **concentraciones máximas permisibles** son valores máximos de concentración del contaminante presente en el ambiente que no deben superarse en *ningún instante*.

Los **valores promedio máximos permisibles** de exposición, son los valores máximos para la concentración de contaminante presente en el ambiente *promediada* durante un período de tiempo tomado como referencia, que generalmente suele ser de ocho horas diarias (jornada tipo), aunque también suele ser cuarenta horas semanales o en ciertos casos, anuales, trimestrales, mensuales, etc.

En la práctica de la higiene industrial, se suelen utilizar los siguientes términos:

Exposición: Presencia de un agente químico en el aire del entorno inmediato en el que respira el trabajador. Se expresa por la concentración durante un período de tiempo de referencia.

Valor techo: La concentración máxima permisible. Se suele fijar para prevenir efectos agudos y no debe ser superado en ningún instante.

Valor-límite de exposición: Es el máximo ponderado, que se suele expresar en términos de concentración promedio ponderada de la exposición durante un período de ocho horas. Se fija para prevenir efectos crónicos y sirve de referencia para adoptar medidas preventivas. Si se fija con carácter legal, no debe sobrepasarse nunca.

En la gran mayoría de los casos, el valor de la concentración de un contaminante presente en el ambiente varía, frecuentemente con diversas oscilaciones (de ahí la *ponderación* de los valores puntuales) por lo que se suelen fijar **límites máximos de variación** con respecto al valor-límite de exposición como acotación máxima que tampoco debe ser superada.

Niveles de acción: suelen fijarse legalmente y en general son también valores promedio ponderados de la exposición durante ocho horas. Muchas veces suelen ser la mitad o la cuarta parte del valor-límite establecido y su superación implica la obligatoriedad de adoptar unas medidas preventivas más estrictas.

La utilización de estos valores, independientemente de que tengan o no una *fuera legal*, debe ser como una referencia para la adopción de todas las medidas preventivas necesarias para **minimizar el riesgo**, procurando que las exposiciones estén lo más alejadas posible de los mismos. No hay que perder de vista que su fijación se realiza sobre una base *estadística* considerada sobre una población *normal*, por lo que nunca debe significar que representan una línea más o menos definida que separa el no riesgo del riesgo. Al contrario, el alejamiento o aproximación a estos valores debe interpretarse en términos *probabilísticos*.

Además se deben tener en cuenta todos los factores mencionados con anterioridad y que puedan influir en la exposición real, mejor aún, en la dosis de contaminante incorporada al organismo, que por otra parte puede ser especialmente *susceptible* a tales riesgos. Hay que tener en cuenta que si además estos valores son fijados legalmente, se añaden criterios políticos (siguiendo consideraciones económicas aunque no de un modo absoluto),

por lo que en general se tratarán de valores más altos que los propuestos por asociaciones profesionales y comités científicos.

Tanto la realización de mediciones como las correspondientes evaluaciones de las exposiciones y valoraciones de los riesgos, así como la adopción de las medidas correctoras y de control consecuentes, deben realizarse por profesionales competentes en estas materias, con el instrumental idóneo debidamente preparado, siguiendo una estrategia de muestreo y unos métodos adecuados a los posibles riesgos y características del proceso y lugar. Diversas organizaciones (Organismos de normalización ISO, CEN, AENOR) e Instituciones (el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene, en España) desarrollan normas y metodologías para la práctica de la higiene industrial.

En los últimos años se ha realizado un gran esfuerzo armonizador en Europa en torno a los criterios para una correcta estrategia de muestreo, medición ambiental y evaluación final de la exposición, principalmente por el Comité Europeo de Normalización **CEN**, con el objetivo de las normas europeas **EN** sirvan de guía para la aplicación práctica de las legislaciones nacionales que resultan de la transposición de las Directivas sobre Protección de los trabajadores contra los efectos derivados de la exposición a agentes químicos. Merecen destacarse las siguientes normas europeas que también son normas españolas UNE:

- EN 1540 *Atmósferas en el lugar de trabajo. Terminología.*
- EN 689: 1995 *Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición.*
- EN 482: 1994 *Atmósferas en el lugar de trabajo. Requisitos generales relativos al funcionamiento de los procedimientos para la medición de agentes químicos.*
- EN 481: 1993 *Atmósferas en el lugar de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles.*

3.3 Legislación laboral aplicable

También durante los últimos años, en el ámbito legislativo, se han adoptado importantes directivas comunitarias de la Unión Europea.

El 7 de abril de 1998 el Consejo de la Unión Europea aprobó la Directiva 98/24/CE, sobre la *protección de la seguridad y salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo*, que por fin viene a ofrecer unas reglas mínimas de carácter general para estos riesgos, tanto *de seguridad* como *ambientales* (de higiene industrial). En España se encuentra en la fase de *diálogo social* un proyecto de Real Decreto para incorporar las disposiciones de esta directiva en el plazo que la misma fija: *A lo más tardar el 5 de mayo de 2001.*

Esta directiva es de carácter general y abarca tanto los riesgos *de seguridad*, como los *de higiene industrial*, armonizando criterios y medidas preventivas a aplicar, salvo aspectos específicos y más restrictivos, en cualquier otro ámbito, como las directivas específicas sobre los agentes carcinógenos y mutágenos y sobre atmósferas explosivas en el trabajo.

A su vez esta directiva es la decimocuarta derivada de la *directiva Marco* (89/391/CEE), incorporada al derecho nacional por la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, por lo que las disposiciones de ésta última, de carácter más general, se aplican al caso de los agentes químicos salvo disposiciones más rigurosas contenidas en ésta. Disposiciones como la obligatoriedad de evaluar los riesgos, la vigilancia de la salud, el registro y mantenimiento de la documentación, la observancia de los principios de prevención, la planificación y la organización de la actividad preventiva, la vigilancia de la salud de los trabajadores, la atención específica a los casos de especial sensibilidad, como puede ser el caso de las trabajadoras durante el embarazo o durante la lactancia del recién nacido o el caso de las personas alérgicas, así como la formación, la información y la participación de los trabajadores, entre otras cuestiones, deben ser tenidas en cuenta y aplicadas con la especificidad que estos casos requieren.

Con relación al establecimiento y aplicación de los valores límite, la directiva dispone que la Comisión Europea debe evaluar la relación entre los efectos sobre la salud y los valores de las exposiciones laborales mediante una investigación científica independiente sobre la base de los últimos datos científicos disponibles. Para ello se apoya en el Comité Científico de Límites de Exposición Profesionales, ya constituido.

A partir de los resultados de la evaluación antes mencionada, la Comisión Europea tras la consulta al Comité Consultivo para la Seguridad, la Higiene y la Protección de la Salud en el Trabajo (Comité tripartito con representación de Gobiernos y Organizaciones Empresariales y Sindicales de cada Estado miembro), propone unos *objetivos europeos*, en forma de **valores límite de exposición profesional indicativos**. Para la fijación de estos límites se tendrán en cuenta las técnicas de medición existentes.

Ya se ha aprobado la primera directiva que adopta este tipo de valores *indicativos* (por lo tanto, no obligatorios o vinculantes) la 2000/39/CE de 8 de junio de 2000, con 63 valores límite

Sin perjuicio de la fijación de estos límites *indicativos*, se adoptarán **valores límite de exposición profesional vinculantes**, con la intención de armonizar los existentes en los distintos Estados de la Unión, teniendo en cuenta además factores de viabilidad, manteniendo al mismo tiempo el objetivo de garantizar la salud de los trabajadores en el trabajo. Con respecto a estos valores límite *vinculantes*, los Estados deben fijar unos límites nacionales iguales o inferiores a éstos, que tendrán carácter de obligado cumplimiento. En el caso anterior de los valores *indicativos*, cada Estado debe establecer su naturaleza, pudiendo fijar los valores nacionales tanto por encima como por debajo de los comunitarios.

La directiva establece las obligaciones empresariales en relación con la evaluación del riesgo de agentes químicos peligrosos en el trabajo conforme a la siguiente secuencia:

- 1) Determinación (identificación) de la presencia de agentes químicos peligrosos.

- 2) Evaluación de los riesgos que entrañen dichos agentes químicos identificados para la seguridad y la salud de los trabajadores. Para ello tendrá en cuenta:
 - Sus propiedades peligrosas.
 - La información facilitada por el proveedor (especialmente la ficha de datos de seguridad).
 - La naturaleza, el grado y duración de la exposición.
 - Las condiciones de trabajo con respecto a estos agentes (incluidas sus cantidades).
 - Los valores límite que corresponda aplicar.
 - La eficacia de las medidas preventivas adoptadas o que vayan a adoptarse.
 - Las conclusiones extraídas de la vigilancia de la salud de los trabajadores.
- 3) Determinación de las medidas a adoptar, registro y documentación de la evaluación, con indicación de la motivación, en su caso, de no necesitar una evaluación más detallada.
- 4) La evaluación se mantendrá actualizada mediante nuevas mediciones o evaluaciones, teniendo en cuenta las modificaciones de las condiciones de trabajo, el avance de los conocimientos, y cuando los resultados de la vigilancia de la salud demuestren tal necesidad.
- 5) Se deberá realizar evaluaciones específicas que tengan en cuenta la posibilidad de exposiciones importantes en ciertas actividades (por ejemplo, trabajos de mantenimiento) o la posibilidad de exposición simultánea a varios agentes químicos.

Asimismo, la directiva establece que el empresario además de cumplir las obligaciones de carácter general de la Directiva *Marco* y observar los principios de prevención descritos en la misma, deberá:

- 1) Eliminar o reducir al mínimo los riesgos mediante:
 - La concepción y organización de los sistemas de trabajo.
 - La utilización de equipos adecuados, así como procedimientos de mantenimiento que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores.
 - La reducción al mínimo de los trabajadores expuestos o que lo puedan estar.
 - La reducción al mínimo de la duración e intensidad de la exposición.
 - Medidas adecuadas de higiene y limpieza.
 - Reducción de las cantidades de agentes químicos presentes al mínimo necesario.
 - Procedimientos de trabajo adecuados.
- 2) Si los resultados de la evaluación revelan un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores se adoptarán medidas específicas de protección, de prevención, en previsión de emergencias y de vigilancia de la salud, salvo que dichos riesgos sean

leves y las medidas antes mencionadas, en 1), sean suficientes. Estas medidas específicas, al ser objeto de otras unidades didácticas, no se abordan en ésta.

Por el momento la directiva solo incluye un agente en el listado de valores límite de exposición profesional vinculantes: el plomo inorgánico y sus compuestos. El valor es de 0,15 mg Pb/m³ aire, a 20⁰C y 101,3 kPa, para un período de referencia de 8 horas/día. Para este mismo agente también se establece el, por ahora, único valor límite biológico vinculante: 70 µg Pb/100 ml sangre. También se establece dos *niveles de acción* para este mismo agente: 0,075 mg Pb/m³ aire para un período de referencia de 40 horas/semana y 40 µg Pb/100 ml sangre, que si se rebasan obligan a una vigilancia de la salud específica.

La directiva mantiene la prohibición en el trabajo (ya establecida en la directiva 88/364/CEE que queda derogada) de los siguientes agentes químicos:

- β-naftilamina y sus sales.
- 4-aminodifenilo y sus sales.
- Bencidina y sus sales.
- 4-nitrodifenilo.

Finalmente la directiva prevé la elaboración por la Comisión Europea de directrices prácticas sobre los siguientes aspectos:

- Métodos normalizados de medición y evaluación de las concentraciones en aire de los agentes químicos presentes en el trabajo en relación con los valores límite de exposición profesional.
- Directrices prácticas para la determinación y evaluación de riesgos, así como para su revisión y ajuste.
- Directrices prácticas sobre medidas de protección y prevención para el control de los riesgos.
- Directrices prácticas sobre control biológico y vigilancia de la salud.

A esta directiva hay que añadir la directiva 90/394/CEE, relativa a *la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos durante el trabajo* (6ª específica derivada de la *Marco*), que ha sido modificada por primera vez por la Directiva 97/42/CE y por segunda vez por la 1999/38/CE. La primera, la 90/394, ha sido incorporada al derecho nacional español por el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre *la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo* (BOE del 24.05.1997). La directiva 97/42/CE se ha transpuesto mediante el Real Decreto 1124/2000, de 16 de junio (BOE del 17.06.2000). La última directiva, 1999/38/CE fija un plazo para su transposición de hasta el 29 de abril de 2003. En estas directivas se establecen valores límite vinculantes para el benceno, para el cloruro de vinilo monómero y para el polvo de madera *dura*.

Otros valores-límite vinculantes a nivel comunitario son los de las directivas 83/477/CEE y 91/382/CEE sobre *protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al amianto durante el trabajo*, que por el momento permanecen como separadas aunque vinculadas con la *directiva Marco*. Han sido incorporadas al derecho español por diversas Órdenes Ministeriales.

Con relación a la situación española respecto a la aplicación de valores límite hay que advertir que en los aspectos legislativos se ha estado a la expectativa de la citada *directiva* sobre agentes químicos en el trabajo. Hasta el momento se aplican las directivas específicas mencionadas anteriormente, junto a las disposiciones al respecto de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de marzo de 1971.

Inexplicablemente, por lo obsoletos, no han sido derogados expresamente los límites de exposición (concentraciones máximas permisibles, no promediadas) de más de un centenar de sustancias que se incluyen en el aún hoy vigente Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, aprobado por los Decretos de 1961 y 1964.

No obstante, en la práctica, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, desde el inicio de sus actividades introdujo la referencia de los valores límite umbrales (T.L.V.s = *Threshold Limit Values*) de la A.C.G.I.H. (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) de Estados Unidos de Norte-América, en las evaluaciones que realizaba, a falta de otras referencias legales válidas y de otros valores con suficiente aceptación y prestigio.

Estos valores, que no tienen *fuera legal*, en Estados Unidos, pero que han servido de base para los demás, incluidos los legales estadounidenses, han sido utilizados con carácter general en España, salvo en los casos de la legislación derivada de la comunitaria antes mencionada, habiéndose introducido incluso en Convenios Colectivos, que sí tienen eficacia legal en España, como es el caso del Convenio General de Industrias Químicas.

En los últimos años el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), por medio de un Comité Nacional de Valores Límite constituido en el seno de su Consejo General, ha estado trabajando en un listado de valores límite que sirva de referencia en ausencia de valores adoptados legalmente (o, en su caso, valores legales obsoletos, como se ha apuntado anteriormente). Finalmente, el 16 de diciembre de 1998, la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo acogió favorablemente y por unanimidad la primera relación de Valores límite de exposición profesional de España, con la referencia del año 1999. En junio de 2000, se ha aprobado una segunda relación que actualiza y amplía la anterior, con la referencia del año 2000.

En esta relación de valores límite *recomendados* por el INSHT se distinguen dos tipos de valores límite (denominados *Límites de Exposición Profesional*): los valores límite ambientales (VLA) y los índices biológicos de exposición (IBE), como complemento de los primeros.

Entre los Valores límite ambientales se distinguen dos clases: los de ***larga duración***, para los que se suele fijar un tiempo de referencia de 8 horas, y los de ***corta duración***, con un tiempo de referencia de 15 minutos.

Se define la ***exposición diaria (ED)***, como la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de 8 horas diarias. Para distintas exposiciones (c_i) de un trabajador a lo largo de la jornada real, con sus respectivos tiempos de exposición (t_i) la exposición diaria ED se puede calcular por la fórmula:

$$(ED) = \frac{\sum c_i t_i}{8} = \frac{c_1 t_1 + c_2 t_2 + \dots + c_n t_n}{8}$$

La ***exposición de corta duración (EC)***, es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada para cualquier período de 15 minutos de la jornada laboral real. Lo interesante es determinar las exposiciones cortas cuando se den períodos de máxima exposición, tomando muestras de 15 minutos en cada uno de ellos. En el caso de que se realicen varios muestreos en un mismo período de 15 minutos, por ejemplo, con la ayuda de instrumentos de lectura directa, la correspondiente EC se podrá calcular por una fórmula análoga a la anterior:

$$(EC) = \frac{\sum c_i t_i}{15} = \frac{c_1 t_1 + c_2 t_2 + \dots + c_n t_n}{15}$$

Ninguna exposición de corta duración EC debe superar el valor límite ambiental EC (VLA-EC) a lo largo de toda la jornada laboral real. Es muy útil en el caso de agentes químicos con efectos agudos reconocidos pero cuyos principales efectos tóxicos son de tipo crónico. En estos casos el (VLA-EC) es un complemento del (VLA-ED), debiéndose evaluar la exposición a tales agentes con referencia a ambos valores límite.

También se utilizan los ***límites de desviación (LD)***, con objeto de controlar las exposiciones por encima del valor límite ED, dentro de una misma jornada de trabajo, de aquellos agentes que lo tengan asignado. Tienen un fundamento estadístico y son complementarios de los valores límite ambientales, no pudiendo ser utilizados independientemente de estos. Para los agentes químicos con valores límite ED que carecen de valor límite EC, se establece un límite de desviación igual a 3?(VLA-ED) que no debe ser superado durante más de 30 minutos en total a lo largo de la jornada real de trabajo, sin que en ningún momento se supere el valor de 5?(VLA-ED).

Cuando están presentes en el ambiente de trabajo varios agentes químicos que ejercen la misma acción sobre el organismo, debe considerarse su efecto combinado. Éste se considerará como *aditivo*, siempre que no se disponga de información acerca de que los efectos sean sinérgicos o bien independientes, en lugar de aditivos. En este último caso, el de efectos aditivos, la comparación con los valores límite ha de calcularse sumando los cocientes de las exposiciones E_i a cada agente divididas por sus respectivos valores-límite ambientales $(VLA)_i$, siendo válido este cálculo tanto si se trata de exposiciones diarias o exposiciones de corta duración. Si dicha suma es mayor que 1 se entenderá que se ha

$$\sum \frac{E_i}{(VLA)_i} \leq 1$$

superado el (VLA) de la mezcla:

ANEXO
LEGISLACIÓN DE LA UNION EUROPEA Y DE ESPAÑA

TABLA 1: Legislación sobre limitación de la comercialización y el uso de sustancias y preparados peligrosos.

La Directiva 76/769/CEEy siguientes que la modifican o adaptan al progreso técnico tiene por objeto las restricciones a la comercialización y utilización en el territorio del Mercado Interior Unico, de determinadas sustancias y preparados peligrosos que se relacionan en su Anexo I, sin perjuicio de otras disposiciones comunitarias sobre esta materia y con la excepción del transporte de mercancías peligrosas por cualquier medio, y de las que estén en tránsito sometidas a control aduanero. Para productos que contengan amianto, PCB y PCT, añade en su Anexo II disposiciones específicas para su etiquetado.

El Anexo I está formado por dos columnas en las Directivas originales: la primera con las sustancias, preparados o grupos de ambos con una numeración correlativa y la segunda con las restricciones impuestas a las mismas. En el cuadro 1 A y en el 1 B se relaciona de modo resumido la legislación actualizada, indicando las Directivas vigentes y las disposiciones nacionales que las transponen, y en su caso los proyectos de Directivas que las amplían o modifican. Está pendiente una refundición oficial ("codificación") actualizada de todo el conjunto. A continuación se facilitan las referencias citadas en los dos Cuadros 1 A y 1 B.

Cuadro 1 A

DIRECTIVA	DOCE	TIPO	TEMA	B.O.E.
76/769/CEE	L262 27.09.76 p.201		PCB, PCT,...	(A)
79/663/CEE	L197 3.08.79 p.37	1ª M	Líquidos peligrosos,...	(A)
82/806/CEE	L339 1.12.82 p.55	2ª M	Benceno	(A)
82/828/CEE	L350 10.12.82 p.34	3ª M	PCT	Derogada
83/264/CEE	L147 6.06.83 p.9	4ª M	Varios	(A)
83/478/CEE	L263 24.09.83 p.33	5ª M	Amianto	Derogada
85/467/CEE	L269 11.10.85 p.56	6ª M	PCB, PCT	(A)
85/610/CEE	L375 31.12.85 p.1	7ª M	Amianto	Derogada
89/677/CEE	L398 30.12.89 p.19	8ª M	PCB, PCT, Benceno, líquidos peligrosos,...	(B)
89/678/CEE	L398 30.12.89 p.24	M	Procedimiento A.P.T	(-)
91/173/CEE	L85 5.04.91 p.34	9ª M	Pentaclorofenol	(C)
91/338/CEE	L186 12.07.91 p.59	10ª M	Cadmio	(C)
91/339/CEE	L186 12.07.91 p.64	11ª M	UGILEC Y DBBT	(C)
91/659/CEE	L363 31.12.91 p.36	1ª A.P.T.	Amianto	(D)
94/27/CE	L188 22.07.94 p.1	12ª M	Níquel	(I)
94/48/CE	L331 21.12.94 p.1	13ª M	Sustancias inflamables	(*)
94/60/CE	L365 31.12.94 p.1	14ª M	Cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la reproducción (CMT), C. clorados, otros.	(E)
96/55/CE	L231 12.9.96 p.20	2ª APT	Disolventes clorados	(F)
97/10/CE	L68 26.2.97 p.24	3ª APT	CMT	(F)
97/16/CE	L116 6.5.97 p.31	15ª M	Hexacloroetano	(F)
97/56/CE	L333 4.12.97 p.1	16ª M	CMT	(H)
97/64/CE	L315 19.11.97 p.13	4ª APT	Aceite para lámparas	(G)
1999/51/CE	L142 5.6.99 p. 22	5ª APT	C. Organoestánicos	(J)
1999/43/CE	L166 1.7.99 p.87	17ª M	CMT	(K)
1999/77/CE	L207 6.8.99 p.18	6ª APT	Amianto	(*)Plazo: 1.5.05

NOTAS:

- (A) = R.D. 1406/89 de 10.11.89 (BOE 20.11.89)
 (B) = O.M. 14.12.90 (BOE 14.12.90)
 (C) = O.M. 31.08.92 (BOE 10.09.92)
 (D) = O.M. 30.12.93 (BOE 05.01.94)
 (E) = O.M. 01.02.96 (BOE 07.02.96)
 (F) = O.M. 14.05.98 (BOE 21.05.98)
 (G) = O.M. 15.07.98 (BOE 21.07.98)
 (H) = O.M. 15.12.98 (BOE 22.12.98)
 (I) = O.M. 11.02.00 (BOE 16.02.00)
 (J) = O.M. 24.03.00 (BOE 30.03.00)
 (K) = O.M. 06.07.00 (BOE 11.07.00)
 M = Modificación
 A.P.T. = Adaptación al Progreso Técnico
 CMT = Cancerígenos, mutágenos, tóxicos para la repr.
 (-) = No necesita transposición
 (*) = Pendiente de transposición

CUADRO 1 B
SUSTANCIAS Y PREPARADOS PELIGROSOS SOMETIDOS A RESTRICCIONES A SU
COMERCIALIZACION Y SU UTILIZACION EN EL MERCADO UNICO POR LA Directiva 76/769/CEE

1 PCB y PCT ⁽¹⁾	(A) (B)	
2 Cloruro de vinilo	(A)	
3 Sustancias y preparados líquidos peligrosos ⁽²⁾	(B) (K)	
4 Fosfato de tri(2,3-dibromopropilo)		(D)
5 Benceno	(B)	
6 Amianto	(F) (L)	
7 ---		
8 Oxido de triaziridinilfosfina	(A)	
9 Polibromobifenilo (PBB)		(A)
10 Polvo de ciertas raíces y de madera, o-nitrobenzaldehido,...(en art. de broma)	(E) (E)	
11 Sulfuro y polisulfuros de amonio	(E)	
12 Bromoacetatos volátiles		(E)
13 2-naftilamina y sus sales	(B)	
14 Bencidina y sus sales	(B)	
15 4-nitrobifenilo	(B)	
16 4-aminobifenilo y sus sales	(B)	
17 Carbonatos de plomo	(B)	
18 Sulfatos de plomo	(B)	
19 Compuestos de mercurio	(B)	
20 Compuestos de arsénico	(B)	
21 Compuestos organoestánicos	(B) (G)	
22 Di-μ-oxo-di-n-butilestaño-hidroxiborano (DBB)	(B)	
23 Pentaclorofenol y sales y esteres		(C) (G)
24 Cadmio y sus compuestos	(C) (H)	
25 Monometil-tetracloro-difenil-metano (Ugilec 141)	(C) (H)	
26 Monometil-dicloro-difenil-metano (Ugilec 121 ó 21)		(C) (H)
27 Monometil-dibromo-difenil-metano (DBBT)		(C) (H)
28 Níquel y sus compuestos	(I)	
29 Cancerígenos de categoría 1 ó 2 ⁽²⁾	(J) (M)	
30 Mutágenos de categoría 1 ó 2 ⁽²⁾	(J) (M)	
31 Tóxicos para la reproducción humana categ.1 ó 2 ⁽²⁾	(J) (M)	
32 Productos con destilados de alquitrán de hulla	(H)	
33 Cloroformo	(H)	
34 Tetracloruro de carbono		(H)
35 1,1,2-tricloroetano	(H)	
36 1,1,2,2-tetracloroetano	(H)	
37 1,1,1,2-tetracloroetano		(H)
38 Pentacloroetano	(H)	
39 1,1-dicloroetileno	(H)	
40 1,1,1-tricloroetano	(H)	
41 Hexacloroetano	(H)	
42 Inflamables, fácilmente y extr. inflamables ⁽²⁾	(N)	

(A) R.D. 1406/89 (BOE 20.11.89)

(B) O.M. 14.12.90 (BOE 14.12.90)

(C) O.M. 31.8.92 (BOE 10.09.92)

(D) R.D. 106/85 (BOE 31.01.85)

(E) R.D. 2330/85 (BOE 16.12.85) y R.D. 880/90 (BOE 12.7.90)

(F) O.M. 30.12.93 (BOE 5.01.94)

(G) O.M. 24.3.2000 (BOE 30.3.00)

(H) O.M. 14.5.98 (BOE 21.5.98)

(I) O.M. 11.2.2000 (BOE 16.2.00)

(J) O.M. 15.12.98 (BOE 22.12.98)

(K) O.M. 15.7.98 (BOE 21.7.98)

(L) Directiva 1999/77/CE a transponer antes de 1.5.2005

(M) O.M. 6.7.2000 (BOE 11.7.00)

(N) Directiva 94/48/CE

(1) PCB=Policlorobifenilos PCT=Policloroterfenilos

(2) Clasificados así por la Directiva 67/548/CE sobre sustancias peligrosas (Ver Tabla 2)

TABLA 2
Directivas sobre la aproximación de las legislaciones relativas a
CLASIFICACION, ENVASADO Y ETIQUETADO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

Es un gran conjunto de Directivas aprobadas que se inicia con la 67/548/CEE de 27 de junio de 1967, que sigue siendo la referencia de carácter general, que tiene como principal objetivo la regulación de la comercialización de las sustancias químicas, en el mercado interior único. Según lo dispuesto en estas Directivas, tales sustancias sólo podrán comercializarse si cumplen los requisitos exigidos y si además son peligrosas, deberán envasarse y etiquetarse correctamente y disponer de una ficha de datos de seguridad completa y actualizada y no estar sometidas a determinadas prohibiciones o limitaciones de uso. (Véase Tabla 1)

La aplicación de estas Directivas va más allá de sus objetivos explícitos, ya que sirven de referencia a muchas otras directivas de diferentes ámbitos de aplicación, que conciernen a sustancias químicas. El dato básico para ello es la clasificación de tales sustancias y preparados como explosivos, comburentes, extremadamente/fácilmente/simplemente inflamables, muy tóxicos, tóxicos, nocivos, corrosivos, irritantes, sensibilizantes, cancerígenos, mutágenos, tóxicos para la reproducción y peligrosos para el medio ambiente.

Se destacan los siguientes grupos de directivas que en algún aspecto importante se basan en esta clasificación o en los requisitos para un correcto etiquetado [los señalados con (*) se basan en el art. 95 (mercado interior único) del Tratado CE y los (**) en el 137 del Tratado CE (seguridad y salud en el trabajo)]:

Cuadro 2 A

- * Directiva 1999/45/CE sobre la aproximación de las legislaciones de los EE.MM. relativa a la clasificación, envasado y etiquetado de PREPARADOS PELIGROSOS.(*)
- * Directivas 98/8/CE relativa a la comercialización de BIOCIDAS.(*)
- * Directivas 76/769/CEE y siguientes sobre la aproximación de las legislaciones de los EE.MM. que LIMITAN LA COMERCIALIZACION Y EL USO de determinadas sustancias y preparados peligrosos.(*)
- * Directiva 96/82/501/CE (POST-SEVESO) relativa al control de los riesgos inherentes a los ACCIDENTES GRAVES en los que intervengan sustancias peligrosas.(Base jurídica principal: Medio ambiente)
- * Directiva 90/394/CEE y sus dos modificaciones sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a AGENTES CANCERIGENOS durante el trabajo. (**)
- * Directiva 92/58/CEE sobre disposiciones mínimas en materia de SEÑALIZACION de seguridad y de salud en el trabajo.(**)
- * Directiva 92/85/CEE sobre seguridad y salud en el trabajo de la trabajadora EMBARAZADA, que haya dado a luz o en período de lactancia.(**)
- * Directiva 94/33/CE sobre protección de los JOVENES en el trabajo.(**)
- * Directiva 98/24/CE relativa a la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los AGENTES QUIMICOS durante el trabajo y directivas que fijan valores límite.(**)
- * Directiva 1999/92/CE sobre la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS durante el trabajo (**).

En el cuadro 2 B se relacionan todas las directivas de la serie, indicándose las disposiciones nacionales que las incorporan a nuestro derecho. Hay que tener en cuenta que en la actualidad, la mayoría de estas Directivas se deben considerar derogadas o a derogar cuando se apliquen aquellas otras que las sustituyan. Se debe considerar vigente la 7ª modificación (92/32/CE), como único texto articulado y las siguientes para los anexos (88/302/CEE, 91/325/CEE, 91/326/CEE, 91/410/CEE, 91/632/CEE, 92/32/CEE, 92/37/CEE, 92/69/CEE, 93/21/CEE, 93/72/CEE, 93/101/CE, 93/105/CE, 94/69/CE, 96/54/CE, 97/69/CE, 98/73/CE, 98/99/CE, 2000/32/CE y 2000/33/CE).

Para una mejor comprensión de esta actualización y mientras se espera la aprobación de un texto refundido ("codificación") se presenta en el cuadro 3 la estructura de la Directiva 67/548/CE actualizada por la VII modificación (92/32/CE) y las A.P.T. que quedan vigentes.

Finalmente se deben mencionar otras disposiciones comunitarias sobre las que se basan estas Directivas o que proporcionan datos complementarios, en particular, las siguientes:

- Decisión 81/437/CEE de la Comisión que define los criterios para la elaboración del inventario de las sustancias comercializadas en la Comunidad existentes el 18 de septiembre de 1981 (EINECS) (DOCE L167 de 24.6.81 p.31).
- Publicación del Inventario Europeo de Sustancias Comercializadas Existentes (EINECS) (DOCE C146 de 15.6.90 p.1).
- Decisión 85/71/CEE de la Comisión relativa a la lista de sustancias notificadas según la Directiva 67/548/CEE (ELINCS) (DOCE L30 de 2.2.85 p.33) y sucesivas publicaciones de esta lista (ELINCS), a partir de 29.5.91.
- Directivas 87/18/CEE y 1999/11/CE sobre la aplicación de los principios de Buenas Prácticas de Laboratorio y el control de su aplicación para los ensayos sobre sustancias químicas (DOCE L15 de 17.1.87 p.29).
- Reglamento (CEE) nº 2455/92 relativo a la exportación e importación de determinados productos químicos peligrosos (DOCE L251 de 29.8.92 p.13), modificado posteriormente por varios Reglamentos.
- Reglamento (CEE) nº 793/93 sobre evaluación y control de los riesgos para los seres humanos, como trabajadores y consumidores, y para el medio ambiente, derivados de las sustancias existentes (EINECS) (DOCE L84 de 5.4.93, p.1), modificado por varios Reglamentos posteriores.
- Directiva 93/67/CEE por la que se fijan los principios de evaluación del riesgo, para el ser humano y el medio ambiente, de las sustancias notificadas de acuerdo con la Directiva 67/548/CE del Consejo (DOCE L227 de 8.9.93, p.9).
- Directiva 93/90/CE que cita la legislación CE sobre tipos de productos con requisitos de notificación y presentación de datos equivalentes a los de la 67/548/CE sobre sustancias peligrosas (DOCE L277 de 10.11.93, p.33)

CUADRO 2 B

DIRECTIVAS sobre CLASIFICACION, ENVASADO y ETIQUETADO de SUSTANCIAS PELIGROSAS

DIRECTIVA	DOCE	TIPO	CONTENIDO NOTAS 3	TRANSPOSICIÓN N (NOTA 1)
67/548/CEE	L 196 16.08.67 p. 1		Título	(1)
88/302/CEE	L 133 30.05.88 p. 1	9ª APT	Anx. V B y C	(1)
91/410/CEE	L 228 17.08.91 p. 67	14ª APT	Anx.IX	(1)
92/ 32/CEE	L 154 5.06.92 p. 1	VII M	Art.1 a 35, Anx.VII, VIII	(1)
92/ 69/CEE	L 383 29.12.92 p.113	17ª APT	Anx.VA, B y C	(1)
93/ 21/CEE	L 110 04.05.93 P. 20	18ª APT	Anx.II, III, IV, VB, VI	(1)
93/ 72/CEE	L 258 16.10.93 p. 29	19ª APT	Anx.I	(1)
93/101/CE	L 13 15.01.94 p. 1	20ª APT	Anx.I	(2)
93/105/CE	L 294 30.11.93 p. 21	---	Anx. VII D	(1)
94/69/CE	L 381 31.12.94 p. 1	21ª APT	Anx. I	(3)
96/54/CE	L 248 30.09.96 p. 1	22ª APT	Anx. I, III, VB, VI	(5)
96/56/CE	L 236 18.09.96 p. 35	M	Art. 22 y 23	(4)
97/69/CE	L 343 13.12.97 p. 19	23ª APT	Anx. I, VI	(6)
98/73/CE	L 305 16.11.98 p.1	24ª APT	Anx. I, V	(7)
98/99/CE	L 355 30.12.98 p. 1	25ª APT	Anx. I (*), III, IV (**), VI	(8)
1999/33/CE	L 199 30.7.99 p. 57	M	Adaptación Austria y Suecia	
2000/32/CE	L 136 8.6.00 p. 1	26ª APT	Anx. I, IV, VB, VC, VI, IX	(9)
2000/33/CE	L 136 8.6.00 p. 90	27ª APT	Anx. VB	(10)

NOTA 1: Boletín Oficial del Estado

- (1) R.D. 363/95 (BOE 5.6.95)
- (2) O.M. 13.9.95 (BOE 19.9.95)
- (3) O.M. 21.2.97(BOE 10.3.97)
- (4) R.D. 700/98 (BOE 8.5.98)
- (5) O.M. 30.6.98 (BOE 6.7.98)
- (6) O.M. 11.9.98 (BOE 17.9.98)
- (7) O.M. 16.7.99 (BOE 27.7.99)
- (8) O.M. 5.10.00 (BOE 10.10.00)
- (9) Plazo de transposición: 1.6.2001
- (10) Plazo de transposición: 1.10.2001

NOTA 2: Abreviaturas

M: Modificación
 APT: Adaptación al progreso técnico
 Anx: Anexo

NOTA 3: Se indica solamente el contenido no derogado o derogado parcialmente.

- (*) Rectificación sustancial en el DOCE L293 15.11.99 p. 1
- (**) Rectificación sustancial en el DOCE L 136 8.6.00 p. 108

¡Error! Marcador no definido.

CUADRO 3

**DIRECTIVA 64/548/CEE SOBRE CLASIFICACION,
ENVASADO Y ETIQUETADO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS
ACTUALIZADA POR LA VII MODIFICACION Y LAS APT VIGENTES**

Arts. 1 a 32		92/32/CEE VII M 96/56/CE M
Arts. 33, 34, 35 Anexo I	Artículos finales equivalentes a 3 y 4 de Lista de sustancias peligrosas	92/32/CEE VII M 93/72/CEE 19ª APT 93/101/CE 20ª APT 94/69/CE 21ª APT 96/54/CE 22ª APT 97/69/CE 23ª APT 98/73/CE 24ª APT 98/99/CE 25ª APT 2000/32/CE 26ª APT
Anexo II	Símbolos e indicaciones de peligro	93/21/CEE 18ª APT
Anexo III	Riesgos específicos	93/21/CEE 18ª APT 96/54/CE 22ª APT 98/99/CE 25ª APT
Anexo IV	Consejos de prudencia	93/21/CEE 18ª APT 98/99/CE 25ª APT
Anexo V	Determinación toxicidad, ecotoxicidad y otras propiedades	88/302/CEE 9ª APT 92/69/CEE 17ª APT 93/21/CEE 18ª APT 96/54/CE 22ª APT 98/73/CE 24ª APT 2000/32/CE 26ª APT 2000/33/CE 27ª APT
Anexo VI	Criterios para clasificación y etiquetado	93/21/CEE 18ª APT 96/54/CE 22ª APT 97/69/CE 23ª APT 98/99/CE 25ª APT 2000/32/CE 26ª APT
Anexo VII	Informe técnico	92/32/CEE VII M 93/105/CE
Anexo VIII	Datos y ensayos complementarios	92/32/CEE VII M
Anexo IX	Cierres de seguridad para niños	91/410/CEE 14ª APT 2000/32/CE 26ª APT

NOTAS: M = Directiva modificada
APT = Adaptación al Progreso Técnico

TABLA 3
Legislación sobre clasificación, envasado y etiquetado de
PREPARADOS PELIGROSOS

La legislación comunitaria sobre clasificación, envasado y etiquetado de **preparados peligrosos** *complementa* la correspondiente a *sólo sustancias*, la cual le sirve de base y de referencia (véase la tabla 2). Se aplica a aquellos preparados que al menos contienen una sustancia peligrosa y se consideran peligrosos de acuerdo con las condiciones que se señalan en las correspondientes directivas. Existe un conjunto de éstas que se refieren a los preparados peligrosos en general que excluye de su campo de aplicación a preparados especiales (medicamentos de uso humano y veterinario, cosméticos, residuos tóxicos y peligrosos y biocidas, productos fitosanitarios, municiones y explosivos y productos alimentarios) así como a todos los que se encuentren exclusivamente en tránsito aduanero y su transporte. Actualmente está vigente la Directiva 1999/45/CE, publicada en el DOCE L 199 de 30.7.99 (pág. 57), que deroga la antigua directiva sobre esta misma materia 88/379/CEE y sus diversas adaptaciones al progreso técnico y otras complementarias, así como la directiva 78/631/CEE sobre plaguicidas. El plazo para la transposición al derecho nacional de los Estados miembros es el 30 de julio de 2002, por lo que todavía se mantienen en vigor las disposiciones que en España aplican las anteriores directivas que se derogan: R.D. 1078/1993, de 2 de julio (BOE 9.9.93), R.D. 363/1995 de 10 de marzo (BOE 5.6.95), R.D. 1425/1998 de 3 de julio (BOE 4.7.98), O.M. de 20 de febrero de 1995 (BOE 23.2.95) y O.M. de 8 de enero de 1999 (BOE 14.1.99) para los preparados peligrosos y los Reales Decretos 3349/1983, de 30.11 (BOE 24.1.84), 162/1991 de 8.2 (BOE 15.2.91) y 443/1994, de 11.3 (BOE 30.3.94) con la O.M. de 4.2.94 (BOE 17.2.94) para los plaguicidas.

TABLA 4

LEGISLACION de la CE sobre SEGURIDAD y SALUD en el TRABAJO relativa a AGENTES QUIMICOS

Directivas sobre SEGURIDAD y SALUD en el TRABAJO contra riesgos por AGENTES QUIMICOS

Con la entrada en vigor del Tratado de Amsterdam el uno de mayo de 1999, la actual base jurídica para la legislación comunitaria de la Unión Europea es el apartado segundo del artículo 137 del Tratado de la Comunidad Europea, que sustituye a la anterior base jurídica para la legislación en materia de seguridad y salud en el trabajo, el artículo 118A del Tratado CE, introducido por el Acta Unica Europea de 1986, que entró en vigor el uno de julio de 1987. Con anterioridad se habían adoptado algunas directivas, casi todas de higiene industrial, que en cuanto venza el plazo de transposición de la Directiva 98/24/CE sobre agentes químicos el próximo 5 de mayo de 2001 serán derogadas salvo dos (ruido y amianto). A continuación se relacionan todas las directivas que se refieren a la seguridad y salud en el trabajo y contienen disposiciones relativas a los riesgos por agentes químicos. Para varias directivas de estas directivas no era obligatoria su transposición al derecho nacional, por lo que no se indica ninguna disposición española. Las derogadas se señalan con [*].

Directivas sobre SEGURIDAD y SALUD en el TRABAJO contra riesgos por AGENTES QUIMICOS

Directiva	DOCE	Objetivo
80/1107/CEE	L327 3.12.1980 p. 8	Exposición a ag. químicos, físicos y biológicos (General) [*]
88/ 642/CEE	L356 24.12.1988 p. 4	Modifica 80/1107: Ag. Químicos [*]
78/ 610/CEE	L197 22.07.1978 p.12	Exposición a cloruro de vinilo (O.M. 9.4.1986, BOE: 6.5.86) [*]
82/ 605/CEE	L247 23.08.1982 p.12	Exposición a PLOMO y compuestos. (O.M. 9.4.86, BOE 24.4.86) [*]
83/ 477/CEE	L263 24.09.1983 p.25	
+ 91/382/CEE	L206 29.7.1991 p 16	Exposición a AMIANTO (OO.MM. 31.10.84, OO.MM. de 31.10.1984 (BOE 7.11.84), 7.11.1984 (BOE 22.11.84), 7.01.1987, (BOE 15.01.87) , 22.12.1987 (BOE 29.12.87), y 26.07.1993 (BOE 5.08.93).
88/ 364/CEE	L179 9.07.1988 p.44	Prohíbe uso de ciertas sustancias O.M. 9.4.86 (BOE 6.5.86)
91/ 322/CEE	L177 5.07.1991 p.22	Primera lista de valores-límite indicativos de la Directiva 80/1107/CEE. [*]
96/94/CE	L338 28.12.1996 p.86	Segunda lista de valores-límite indicativos de la Directiva 80/1107/CEE. [*]

Derivadas de la Directiva. MARCO de Seguridad y Salud en el Trabajo (89/391/CEE):

89/656/CEE	L393 30.12.1989 p.18	Uso Equipos de Protección Individual (R.D. 773/1997, BOE 12.6.1997)
90/394/CEE	L196 26.07.1990 p. 1	Exposición a agentes cancerígenos (R.D. 665/1997, BOE 24.5.1997)
97/42/CE	L179 08.07.1997 p.4	1ª Modificación de la 90/394/CEE (R.D. 1124/2000, BOE 17.6.2000)
1999/38/CE	L138 01.06.1999 p.66	2ª Modificación de la 90/394/CEE [Amplía a agentes mutágenos] A transponer antes de 29.4.2003.
92/ 58/CEE	L245 26.08.1992 p.23	Señalización de seguridad. (R. D. 485/1997, BOE 23.4.1997)
92/ 85/CEE	L348 28.11.1992 p. 1	Trabajo en embarazo y lactancia (Ley 31/1995, BOE 9.11.1995)

94/33/CE	L216 20.08.1994 p.12	Trabajo de jóvenes (Ley 31/1995, BOE 9.11.1995) y Decreto de 26.7.1957 (trabajos prohibidos a menores)
98/24/CE	L131 05.05.1998 p.11	Riesgos por Agentes Químicos durante el trabajo. A transponer antes de 5.5.2001.
2000/39/CE	L142 16.06.2000 p.47	Primera lista de valores límite indicativos de la Directiva 98/24/CE. A transponer antes de 31.12.2001.
1999/92/CE	L23 28.01.2000 p. 58	Trabajos en Atmósferas Explosivas. A transponer antes de 30.6.2003.

CONVENIOS de la Organización Internacional del Trabajo OIT:

139 1974 Riesgos por Agentes Cancerígenos

148 1977 Contaminación del aire, ruido y vibraciones en el trabajo

155 1981 Seguridad y Salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo

170 1990 Utilización de productos químicos en el trabajo

NOTA:

Los Convenios OIT 148 y 155 están ratificados por España. Existen otros Convenios que implican agentes químicos, ratificados por España, que no se mencionan por ser superados por la legislación vigente ya descrita.

La seguridad en las máquinas:

La conformidad de la maquinaria en el contexto del mercado interior europeo. Actuaciones comunitarias para prevenir los riesgos de las máquinas incluyendo los derivados de la movilidad y la elevación de cargas y personas

Andrés Blázquez Martín
Director de la División de Certificación de Productos de AENOR

ÍNDICE

1. Las Normas para la Europa de los quince	1
2. El Programa de normalización europea en el campo de las	3
3. El Desarrollo de la programación de las normas europeas sobre	7
4. El Nuevo Enfoque	9
5. La Directiva de máquinas y la responsabilidad del producto	11
6. La Decisión del Consejo relativa a los módulos que van a utilizar en las directivas de armonización	25
7 La Directiva del Consejo 93/68/CEE de fecha 1993-07.22 por la que se modifica la Directiva Máquinas e lo que se refiere al mercado	34
8 La Directiva relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo	36
Anexo	40

1 Las Normas para la Europa de los quince

Debido a que más adelante se van a mencionar las siglas EN, conviene adelantar que Una Norma Europea (EN) es una contribución colectiva de los Estados miembro de la UE (Unión Europea) y de la AELC (Asociación Europea de Libre Cambio) para la eliminación de obstáculos técnicos al comercio europeo, basadas sobre la aplicación del consenso, que adopta el *Statu* de Norma Nacional por la publicación de un texto idéntico o su ratificación oficial y por la retirada de todas las normas nacionales en contradicción, es decir aquellas normas que abordando aspectos contenidos por la norma europea presenten exigencias no conformes con aquella.

Se ha dicho que la norma europea es una contribución colectiva tendente a eliminar las barreras técnicas al comercio, pues bien, de acuerdo con el Artículo 7 de la Directiva del Consejo 83/189/CEE que más adelante se comentará, los Estados miembros tienen la obligación de no publicar o revisar normas nacionales durante el período de elaboración de una norma europea que puedan incidir negativamente en la armonización pretendida y que se conoce comúnmente como Acuerdo de *Statu Quo*.

La norma europea debe adoptarse por cada uno de los Estados Miembro a los seis meses contados a partir de que se dispone del texto definitivo en las tres lenguas oficiales, francés, inglés y alemán.

Así pues, aquellos países cuya lengua es distinta a una de las tres lenguas oficiales de CEN, antes citadas, como es el caso de España, el Comité Miembro Español, AENOR, publica bajo su responsabilidad una norma en castellano cuyo texto es idéntico al de la norma europea, y junto a una declaración jurada envía una copia de la traducción a la Secretaría Central de CEN (Comité Europeo de Normalización). Pero antes de que esta norma europea vea la luz como tal, se procede a una votación, formal de la propuesta de norma en la cual cada Estado miembro tiene un peso en voto, en función de su grado de aportación a la normalización europea. Así, de esta forma, y teniendo en cuenta la ponderación de voto de todos los países miembros de CEN, se han de cumplir las cuatro condiciones siguientes:

- a) Que al menos reciba el 71% de votos positivos de los miembros de CEN como ponderación de voto, o
- b) Si la propuesta no se aprueba conforme a lo que se indica en el apartado a) anterior se procedera a una segunda votación dentro de los países de Espacio Económico Europeo - EEE (U.E. + Noruega e Islandia). En este caso la norma europea se adoptará si el 71% del total de votos ponderados de los países de dicho Espacio Económico Europeo están a favor de la propuesta (abstenciones no incluidas).
- c) Si la propuesta de norma no se aprueba conforme al criterio del apartado a) anterior; pero sí con respecto al apartado b), la norma deberá implementarse por todos los miembros del EEE más aquellos otros miembros de CEN que la hayan votado positivamente.

El coeficiente de ponderación, se da en la tabla siguiente:

PAÍS MIEMBRO	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN
República Federal de Alemania	10
Francia	10
Reino Unido	10
Italia	10
España	8
Bélgica	5
Portugal	5
Grecia	5
Países Bajos	5
Suiza (*)	5
Suecia	4
Austria	4
Dinamarca	3
Finlandia	3
Irlanda	3
Noruega (*)	3
Luxemburgo	2
Islandia (*)	1
República Checa (**)	3

TOTAL: 99 (1ª votación)
TOTAL (EEE) : 91 (2ª votación)

NOTAS:

- 1 - (*) Estos países son miembros de la AELC
- 2 - El coeficiente de ponderación para cada Estado miembro se obtiene en función del número de habitantes del Estado miembro en cuestión y del P.I.B. (Producto Interior Bruto)
- 3 - (**) Este país no pertenece ni a la UE, ni a la AELC, ni al EEE

2 El Programa de Normalización Europea en el campo de las máquinas

El programa de normalización europeo que da presunción de conformidad con los requisitos esenciales de seguridad de la Directiva "Máquinas" arrancó en 1988 y se basa en dos categorías complementarias de Normas Europeas.

a) Las Normas Horizontales que se refieren a los aspectos tecnológicos, metodológicos y terminológicos relacionados con la seguridad de máquinas y pueden aplicarse a todas las máquinas o a un conjunto importante de máquinas. Dentro de esta categoría están las normas que se refieren a los dispositivos o componentes de seguridad que pueden, ampliamente utilizarse en el diseño de las máquinas.

Dentro de estas normas están las denominadas normas de los tipos A y B que más adelante se detallará.

b) Las Normas Verticales que son normas complementarias a las horizontales desde el momento en que únicamente incluyen aspectos particulares de seguridad que se refieren a una máquina o conjunto de máquinas. Estas normas deben utilizarse conjuntamente con las normas horizontales.

Dentro de esta categoría de normas están las denominadas normas del Tipo C que más adelante se detallan.

En base a esta clasificación genérica, o más grosera, las normas europeas que desarrolla la Directiva Máquinas se clasifican en los cuatro tipos siguientes:

a) Normas del Tipo A. Corresponden a las normas básicas o fundamentales ligadas con la seguridad. Se refieren a conceptos básicos, principios para el diseño y aspectos generales que pueden aplicarse a todas las máquinas, por ejemplo, la terminología; las reglas para la redacción de las normas de seguridad; los principios de integración de la seguridad en el diseño, etc.;

b) Normas del Tipo B. Corresponden a un grupo de normas de seguridad que se refieren a aspectos o dispositivos de seguridad que pueden utilizarse de forma amplia en las máquinas. Estas normas se subdividen en:

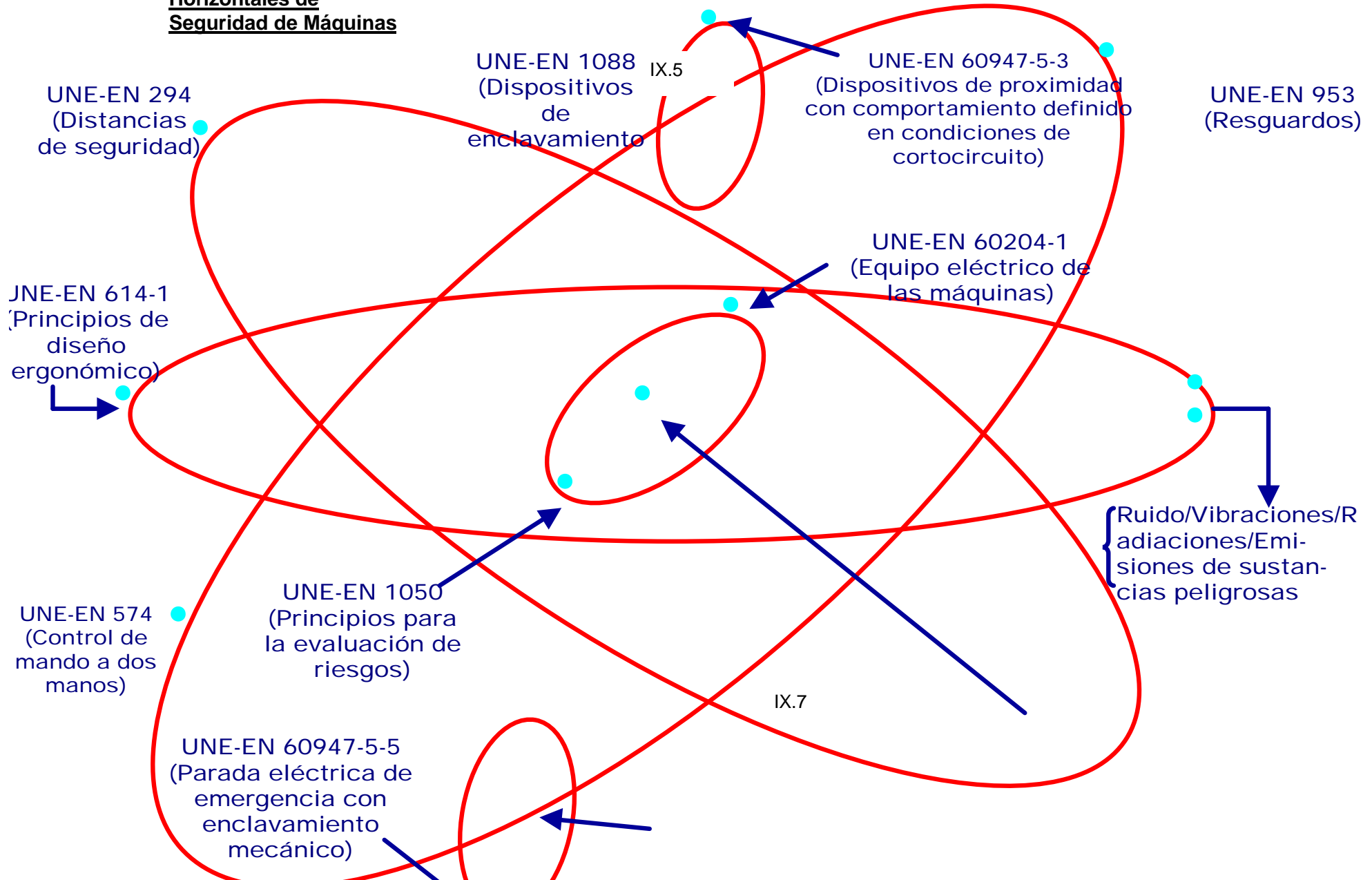
- **Normas del Tipo B1.** Se refieren a aspectos específicos de seguridad de un conjunto importante de máquinas, por ejemplo: Nivel sonoro; distancias de seguridad; temperaturas superficiales; etc.
- **Normas del Tipo B2.** Se refieren a dispositivos de seguridad afines que pueden utilizarse en varios tipos de máquinas, por ejemplo: Componentes hidráulicos, neumáticos, dispositivos de enclavamiento; mandos a dos manos; sistemas electrosensibles de seguridad; resguardos; etc.;

c) Normas del Tipo C. Corresponden a un grupo de normas que se refieren a los requisitos específicos de seguridad de una máquina o un grupo de máquinas. Utilizan los principios incluidos en las normas del Tipo A y hacen referencia a las correspondientes normas del Tipo B. Dentro de este tipo de normas están por ejemplo: Las máquinas para trabajar la madera; las máquinas para trabajar en frío los metales; las máquinas para el moldeo de plásticos y caucho; las máquinas agrícolas y forestales; etc.

Las normas de los tipos A y B pueden utilizarse en el diseño de máquinas en ausencia de las correspondientes normas del tipo C.

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS (CEN/TC 114)					
<p>PRINCIPIOS BÁSICOS</p> <p>UNE-EN292</p>	<p>TERMINOLOGÍA + DETECCIÓN DE DISCREPANCIAS Y COMUNICACIÓN BIDIRECCIONAL ENTRE LOS DISTINTOS GT</p> <p>UNE ENV</p>	<p>REGLAS PARA LA REDACCIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS</p> <p>UNE-EN</p>	<p>OTROS GRUPOS DE TRABAJO (GT)</p>	<p>COMITÉS TÉCNICOS ENCARGADOS DE PREPARAR LAS NORMAS VERTICALES</p>	
SEGURIDAD DE MÁQUINAS. ASPECTOS ELECTROTÉCNICOS (CENELEC/TC 44X)					
ERGONOMÍA (CEN/TC 122)					
RUIDOS (CEN/TC 211)					
VIBRACIONES (CEN/TC 231)					
ILUMINACIÓN (CEN/TC 169)					

Fig. 2 - Estructuración de las Normas Horizontales de Seguridad de Máquinas





UNE-EN 418
(Equipo de parada de
emergencia)

UNE-EN 292
Conceptos básicos, principios
generales para el diseño:
Parte 1: Terminología básica,
metodología
Parte 2: Principios técnicos y
especificaciones

3 El Desarrollo de la Programación de las Normas Europeas sobre máquinas

El mandato de normalización de la UE a CEN/CENELEC (DGIII-Industria de la Comisión) se situó en el marco de la propuesta de Directiva de "Máquinas" de fecha 1988-10-28, publicada en el DOCE nº C 29 del 1988-02-03 y modificada por la Comisión, conforme al artículo 149.3 del Tratado, y publicado en el DOCE nº C 214 del 1988-08-16. Este mandato, se fundamentó en gran parte en el trabajo desarrollado por el antiguo Comité de Programación sobre "Seguridad de Máquinas" CEN/PC2, que posteriormente fue el CEN/BTS 2 "Ingeniería Mecánica", hasta el pasado 1998-01-01.

Así pues, se confía a CEN asegurar la coordinación general de los trabajos, pero manteniendo una estrecha colaboración con CENELEC para que el conjunto de normas armonizadas que se precisen para las máquinas tengan perfecta coherencia entre ellas.

Debido a que el mandato de la UE a CEN/CENELEC para llevar a cabo la preparación de un número suficiente de normas armonizadas venció el pasado 1994-12-31, atendiendo a la recomendación de la UE, se están utilizando como métodos y medios de trabajo los siguientes:

- a) Las normas nacionales o internacionales existentes; los reglamentos, los proyectos de normas o reglamentos; las normas de empresas; las normas de los sectores industriales europeos (FEM; CECIMO; etc).
- b) El fomento del procedimiento del cuestionario preliminar PQ.
- c) Confiar la preparación de los proyectos de normas a grupos de expertos de elevada cualificación profesional dentro del campo de máquinas a normalizar.

Para la programación de los trabajos CEN/CENELEC deberá hacer un seguimiento y puesta al día de los programas de trabajo ya establecidos, debiendo así mismo tener en cuenta las necesidades de normalización que en este campo puedan solicitar los agentes sociales.

Como complemento al programa general, para su financiación y seguimiento, CEN/CENELEC establecerá una serie de programas adicionales en lo que se especifique:

- a) Los títulos previstos de las normas armonizadas a realizar.
- b) Para cada una de estas normas: La fecha de presentación a la Comisión del proyecto de norma armonizada (EN o HD) y la fecha prevista para su adopción.

Estas fechas límite son necesarias para garantizar un trabajo sostenido en las tareas de normalización encomendadas, de forma que, en regla general, cada norma tenga un tiempo de elaboración no superior a 2-3 años y mantener una programación detallada de

los trabajos, ya que CEN/CENELEC ha de presentar los días 1 de enero de cada año la programación prevista para el próximo año.

Este mandato tiene por tanto como objetivo establecer normas armonizadas que su aplicación presuponga una presunción de conformidad a las exigencias básicas de seguridad de la Directiva, razón por la cual en su desarrollo deben participar los fabricantes a fin de que diseñen y fabriquen máquinas que puedan poner en el Mercado Europeo y en servicio sin ninguna restricción.

4 El Nuevo Enfoque

El importante papel que a la normalización se reserva en la Europa Comunitaria proviene del Libro Blanco sobre la plena realización del mercado interior, aprobado por el Consejo Europeo en Junio de 1985, el cual dispone en sus apartados 65 y 68 que se recurra a un "Nuevo Enfoque" para la armonización técnica y la normalización. Este Nuevo Enfoque lleva consigo una profunda integración de la normalización europea en las siguientes vertientes.

- a) Las directivas que se desarrollan bajo el paraguas de este "Nuevo Enfoque" abarcarán conjuntos de productos muy amplios con distintos niveles de riesgo. Las especificaciones técnicas en ellas contenidas se limitarán a contemplar aspectos generales de seguridad y de salud con los que estos productos deberán ser puestos en el mercado para poderse beneficiar de su libre circulación en la UE.
- b) Los Organismos de Normalización de los Estados miembro son los encargados de preparar las especificaciones técnicas necesarias para la fabricación y comercialización de los productos conforme a las exigencias básicas de seguridad y de salud establecidas por las directivas, teniendo en cuenta, claro está, el estado actual de la tecnología.
- c) Estas especificaciones técnicas constituyen las denominadas Normas Armonizadas, las cuales no son obligatorias y por tanto mantienen su carácter de voluntariedad, es decir, no serán nunca transformadas en reglamentos y por tanto mantendrán una completa independencia. Su papel será el de una solución preferente para cumplir con las exigencias básicas de seguridad y de salud de las directivas y por lo tanto el de una presunción de conformidad refutable, sin embargo, aquellos fabricantes que las tengan en cuenta a la hora de fabricar sus productos, se beneficiarán de un rápido acceso al mercado.

Dicho esto, una norma armonizada es una especificación técnica (norma europea EN o documento de armonización HD), aprobadas por CEN/CENELEC o por ambos, por mandato de la Comisión de la UE, con arreglo a las disposiciones de la Directiva 83/189/CEE del Consejo de fecha 1983-03-28 por la que se fija un procedimiento de información en el campo de las normas y de los reglamentos técnicos.

- d) Para la certificación de un producto, la conformidad a normas armonizadas conduce a la posibilidad de una declaración de conformidad por el fabricante, que en el caso de no observarse dichas normas, o en el supuesto de que estas no existan, la aplicación directa de las exigencias básicas de seguridad y de salud de las directivas implicarán una certificación por tercera parte, es decir, por un Organismo notificado.
- e) El seguimiento de estas normas armonizadas y de las normas nacionales que transitoriamente se reconozcan como presunción de conformidad con las exigencias básicas de seguridad y de salud de las directivas queda garantizado a través de un Comité Permanente compuesto por representantes de los Estados miembros. Dicho Comité Permanente, asistirá así mismo a la Comisión de la UE para que las

Administraciones de los Estados miembros puedan prever procedimientos de salvaguardia tendentes a cuestionar la conformidad de un producto, la validez de un certificado o la calidad de una norma.

5 La Directiva de máquinas y la responsabilidad del producto

Esta directiva de Nuevo Enfoque, publicada al amparo del Artículo 100 A del Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea, ha sido ya publicado con el número 89/392/CEE de fecha 1989-06-14 en el DOCE (Diario Oficial de las Comunidades Europeas) de fecha 1989-06-29.

Con fecha 1991-07-22 se publica en el DOCE la Directiva del Consejo 91/368/CEE de fecha 1991-06-20, por la que se modifica la Directiva 89/392/CEE anteriormente mencionada a fin de dar cabida a las máquinas móviles, a la maquinaria para elevación de cargas y a la maquinaria exclusivamente destinada a trabajos subterráneos.

Tanto la directiva 89/392/CEE como su 1ª modificación han sido ya transpuestas al derecho positivo español con el Real Decreto 1435/1992 de 27 de Noviembre (B.O.E. 297/92 del 11 de diciembre).

Así pues, y dada la importancia de la misma, al ser el marco en el que se desarrollarán posteriormente otras Directivas, conviene detenerse un poco en su contenido.

En este sentido, se define como "máquina" al conjunto de piezas u órganos unidos entre sí de los cuales, uno por lo menos habrá de ser móvil, y en su caso de órganos de accionamiento, circuitos de mando y de potencia asociados de forma solidaria para una aplicación determinada, en particular, para la transformación, tratamiento, desplazamiento y acondicionamiento de un material. Así mismo y de forma genérica para posibilitar la evolución técnica de la fabricación de las máquinas, también se entiende como tal al conjunto de máquinas que para llegar a un mismo resultado, estén dispuestas y accionadas para funcionar solidariamente.

Igualmente, tendrá la consideración de máquina, todo equipo intercambiable que modifique la función de una máquina, que se comercialice con objeto de que el operador lo acople a una máquina, a una serie de máquinas diferentes o a un tractor, siempre que este equipo no sea una pieza de recambio o una herramienta.

La segunda modificación está constituida por la Directiva del Consejo 93/44/CEE de fecha 1993-06-14, y publicada en el D.O.C.E. en fecha 1993-07-19, cubre los riesgos específicos de los aparatos de elevación diseñados y fabricados para la elevación y/o para el desplazamiento de personas con o sin carga exceptuando los carros de transporte con puestos de mando elevable.

Del mismo modo que lo indicado anteriormente, esta segunda modificación así como la parte que la afecta de la Directiva del Consejo 93/68/CEE citada en el capítulo 7 de este trabajo han sido transpuestas a la legislación española mediante Real Decreto 56/1995 de 20 de enero (B.O.E. nº 33/95 del 8 de febrero).

Esta segunda modificación, entiende igualmente que es "máquina" aquel componente de seguridad que no constituye un equipo intercambiable, y que se pone en el mercado para garantizar, mediante su utilización, una función de seguridad, es decir, su fallo o mal funcionamiento puede poner en peligro la salud y seguridad de las personas. Entre dichos componentes de seguridad podemos citar los siguientes:

- Los dispositivos electrosensibles diseñados para la detección de personas tales como: barreras inmateriales; superficies sensibles; detectores electromagnéticos; etc.
- Los bloques lógicos que desempeñan funciones de seguridad para mandos bimanuales.
- Las pantallas automáticas móviles para la protección de las máquinas.
- Las estructuras de protección contra el vuelco (ROPS).
- Las estructuras de protección contra caída de objetos (FOPS).

Aunque todavía sin transponer a la legislación española, la Directiva "Máquinas" y sus tres modificaciones han sido refundidas en un único texto mediante la Directiva del Consejo 98/37/CE de fecha 1998-06-22 (D.O.C.E. L 207 de fecha 1998-07-23) y entrada en vigor desde el pasado 1998-08-12. El nuevo texto en consecuencia es a fines exclusivos de codificación en aras a una mayor claridad y racionalidad.

Por su especificidad, hay máquinas que se han excluido de su campo de actividad, bien porque serán objeto de otras Directivas de Nuevo Enfoque, bien porque sobre las mismas existe ya legislación comunitaria y esta se considera como suficiente para la armonización pretendida, o bien porque su incidencia o características no requieren al menos de momento su armonización. Las máquinas que se encuentran en algunas de estas circunstancias son las siguientes:

- a) Las máquinas cuya única fuente de energía sea la fuerza humana, empleada directamente, salvo si se trata de una máquina utilizada para la elevación de cargas.
- b) Las máquinas para uso médico utilizadas en contacto directo con el paciente.
- c) Los materiales específicos para ferias y parques de atracciones.
- d) Las calderas de vapor y recipientes a presión.
- e) Las máquinas especialmente concebidas o puestas en servicio para usos nucleares y cuyos fallos puedan originar una emisión de radioactividad.
- f) Las fuentes radioactivas incorporadas a una máquina.
- g) Las armas de fuego.

- h) Los depósitos de almacenamiento y las conducciones para transporte de gasolina, gasóleo, líquidos inflamables y sustancias peligrosas.
- i) Los medios de transporte, es decir, los vehículos y sus remolques destinados únicamente al transporte de personas por vía aérea o por las redes públicas viarias, férreas o acuáticas, y los medios de transporte, en la medida en que hayan sido diseñados para el transporte de mercancías por vía aérea o por las redes públicas viarias, férreas o acuáticas. No están excluidos los vehículos empleados en la industria de extracción de minerales.
- j) Los buques marítimos y unidades móviles "Offshore", así como los campos instalados a bordo de tales buques o unidades.
- k) Las instalaciones por cable, incluidos los funiculares para transporte público o no público de personas.
- l) Los tractores agrícolas y forestales a los que se refiere el Artículo 1º de la Directiva 74/150/CEE del Consejo, de fecha 1974-03-04 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembro sobre la homologación de los tractores agrícolas y forestales de ruedas, modificada por la Directiva 88/297/CEE.
- m) Las máquinas especialmente diseñadas y fabricadas para las fuerzas armadas o las fuerzas de orden público.
- n) Cualquier otra de las máquinas ó componentes de seguridad para los que los riesgos contemplados en esta Directiva estén cubiertos total o parcialmente por otra(s) u otras directiva(s) específica(s), desde su fecha de aplicación.
- p) Los ascensores utilizados de manera permanente en niveles definidos de edificios y construcciones con ayuda de una cabina que se desplace a lo largo de guías rígidas cuya inclinación sobre la horizontal sea superior a 15°, destinada al transporte de:
 - Personas,
 - Personas y objetos,
 - Objetos, si la cabina es accesible, es decir, en la que una persona puede entrar sin dificultad, y esta equipada de elementos de mando situados en el interior de la cabina y al alcance de una persona que se encuentra en la misma.
- q) Los medios de transporte de personas que utilicen vehículos de cremallera.
- r) Los ascensores utilizados en los pozos de las explotaciones mineras.
- s) Los elevadores de tramoya teatral.
- t) Los ascensores de obras de construcción.

Dentro de las máquinas incluidas en el campo de aplicación de la Directiva, existen una

serie de ellas, que por más características de peligrosidad requieren una sistemática de certificación, que posteriormente se comentará, específica. Estas máquinas son las siguientes:

- a) Las máquinas para trabajar la madera (Sierras de cinta, sierras circulares, enderezadoras, espigadoras, tupís, sierras portátiles, etc.). En este apartado se incluyen las sierras circulares y de cinta para trabajar la carne.
- b) Prensas y plegadoras para trabajar en frío los metales, cuyos elementos móviles de trabajo tengan un recorrido superior a 6 mm y una velocidad no inferior a 30 mm/s.
- c) Las máquinas para moldear plásticos y caucho por inyección o compresión de carga o descarga manual.
- d) Las máquinas para trabajos subterráneos (sobre raíles como las locomotoras, cubetas de frenado, las máquinas hidráulicas de entibación progresiva y los motores de combustión interna destinados a equipar máquinas para trabajos subterráneos).
- e) Los compactadores de recogida de desperdicios domésticos de carga manual y con mecanismos de compresión.
- f) Los dispositivos de protección y los árboles cardan de transmisión de potencia entre la máquina motriz y una máquina receptora y sus protectores.
- g) Las plataformas elevadoras para vehículos.
- h) Los aparatos para elevación de personas que presupongan un riesgo de caída de estas desde una altura vertical no inferior a 3 m.
- i) Las máquinas para la fabricación de artículos pirotécnicos.
- j) Los componentes de seguridad relacionados en la página 12.

Como anteriormente indicaba, al ser esta Directiva de Nuevo Enfoque, abarca a distintas máquinas con distintos niveles de riesgo. En este sentido se establecen unos "Requisitos esenciales de seguridad y de salud relativos al diseño y fabricación de las máquinas" que se agrupan en función de los riesgos que cubren y que parten de los principios siguientes:

- a) Las obligaciones establecidas por los requisitos esenciales de seguridad y de salud sólo se aplicarán cuando la máquina de que se trate, utilizada en las condiciones previstas por el fabricante, presenten el correspondiente riesgo.
- b) Los requisitos esenciales de seguridad y de salud enunciados en la presente Directiva son imperativos.
- c) El fabricante debe analizar los riesgos para indagar cuales de ellos puede presentar

su máquina, a fin de diseñarla y fabricarla teniendo en cuenta el análisis efectuado.

Acabamos de decir que los requisitos esenciales de seguridad y salud se agrupan en función de los riesgos que cubren. Conviene pues definir que entiende la directiva por **EVALUACIÓN DE RIESGOS**.

La evaluación de riesgos constituye una serie de etapas lógicas que permiten examinar, de forma sistemática los distintos fenómenos peligrosos que están asociados a una máquina.

Dicha evaluación debe hacerse cada vez que sea necesario reducir los riesgos de la máquina, por ello, cada vez que se repite esta evaluación se está proporcionando un proceso iterativo para eliminar los fenómenos peligrosos y por lo tanto para implementar las medidas de seguridad. En el curso de este proceso iterativo, es importante que el proyectista verifique si los fenómenos peligrosos adicionales que se pudiesen presentar son motivo de nuevas medidas de seguridad, si así fuera deben incluirse en la lista de fenómenos peligrosos identificados.

La evaluación de riesgos tiene fundamentalmente dos partes:

- a) **El análisis del riesgo** que proporciona la información necesaria para que la valoración del riesgo a su vez permita sacar conclusiones sobre la seguridad de la máquina.
- b) **La valoración del riesgo**

La evaluación de riesgos descansa sobre decisiones fundamentadas. Estas decisiones deben apoyarse sobre métodos cualitativos, complementados tanto como sea posible en métodos cuantitativos muy útiles cuando la gravedad y la extensión del daño son considerables, ya que permiten apreciar las diferentes medidas de seguridad posibles y determinar cuales de ellas proporcionan una mejor protección.

Para entenderlo más fácilmente sirva el esquema de la figura 3:

Debe proveerse, según el caso, de la siguiente información para la evaluación de riesgos y cualquier tipo de análisis cualitativo o cuantitativo;

- a) Los límites de la máquina,
- b) Los requisitos para las distintas fases de la vida de la máquina,
- c) Los planos de diseño y cualquier otro medio para definir la naturaleza de la máquina,
- d) La información sobre la fuente de energía,

- e) El histórico de accidentes e incidentes, si está disponible,
- f) Cualquier otra información sobre daños que afecten a la salud.

Esta información debe mantenerse al día conforme se adecua la máquina al progreso técnico y cuando es necesario cualquier tipo de modificación.

A menudo es posible la comparación entre situaciones peligrosas similares asociadas a diferentes tipos de máquinas siempre y cuando esté disponible una información suficiente sobre los fenómenos peligrosos y las circunstancias de los accidentes en esas situaciones.

Para el análisis cuantitativo, la información suministrada en las bases de datos, los manuales, las fichas técnicas de laboratorios y de fabricantes pueden utilizarse siempre y cuando se tenga confianza en los datos. La incertidumbre asociada con estos datos debe incluirse en la documentación.

Pueden usarse datos basados en el consenso de opiniones expertas avaladas en la experiencia (Técnicas Delphi por ejemplo) como suplemento a los datos cualitativos.

¡Error! Marcador no definido. LA AUSENCIA DE UN HISTÓRICO DE ACCIDENTES, UN PEQUEÑO NÚMERO DE ACCIDENTES O BAJA SEVERIDAD DE LOS MISMOS, NUNCA DEBE CONSIDERARSE COMO UNA PRESUNCIÓN AUTOMÁTICA DE AUSENCIA DE RIESGOS

Por otro lado, la aplicación de los principios de la ergonomía al diseñar las máquinas, contribuye a aumentar la seguridad, reduciendo el estrés y los esfuerzos físicos del operador, mejorando de esta forma la eficacia y la fiabilidad del funcionamiento, reduciendo por tanto la probabilidad de errores en todas las fases de la utilización de la máquina.

Se deben observar estos principios en el diseño, al asignar funciones al operador y a la máquina (grado de automatización).

Se deben tener en cuenta las dimensiones del cuerpo que se pueden registrar en los países europeos, los esfuerzos y posturas, la amplitud de movimientos, la frecuencia de acciones repetitivas, para evitar molestias, esfuerzos físicos o psíquicos.

Todos los elementos del sistema que relaciona al operador con la máquina tales como los órganos de accionamiento y los medios de advertencia o de visualización de datos, serán diseñados de manera que sea posible una interacción clara e inequívoca entre el operador y la máquina.

Se llama particularmente la atención de los diseñadores sobre los siguientes aspectos ergonómicos del diseño de las máquinas:

- a) Evitar los movimientos y posturas forzadas durante la utilización de la máquina, mantenimiento, etc. (por ejemplo equipando la máquina con medios para el reglaje, adaptados a distintos operadores).
- b) Adaptar las máquinas y en particular las máquinas portátiles a las características humanas en materia de esfuerzos y de movimientos, así como a la anatomía de la mano, del brazo, de la pierna, ...
- c) Evitar en lo posible el ruido, las vibraciones, los efectos térmicos (temperaturas extremas), etc.
- d) Evitar que el ritmo de trabajo del operador esté vinculado a una sucesión de ciclos automáticos.
- e) Dotar a la máquina de iluminación localizada en las zonas de trabajo, puesta a punto, reglaje y mantenimiento, cuando las características de la máquina y/o de sus resguardos hacen insuficiente la iluminación ambiental de intensidad normal. Evitar parpadeos, deslumbramientos, sombras y efectos estroboscópicos, si pueden producir un peligro. Si se necesita ajustar la posición de la fuente de alumbrado, se debe situar de tal manera que no sea causa de peligro para las personas que realicen el ajuste.
- f) Diseñar, disponer e identificar los órganos de accionamiento (mandos) de modo que:
 - sean claramente visibles e identificables y, si es necesario, estén marcados de manera adecuada;
 - sean maniobrables con seguridad, sin vacilación ni pérdida de tiempo y de manera inequívoca (por ejemplo, una disposición normalizada de los órganos de accionamiento reduce la posibilidad de que un operador cometa un error al pasar de una máquina a otra similar que realice las mismas secuencias de funcionamiento);
 - su disposición (en caso de pulsadores) y su movimiento (en el caso de palancas y volantes) sean coherentes con su efecto;
 - su maniobra no pueda dar lugar a peligros adicionales.

Cuando un órgano de accionamiento está diseñado y construido para desempeñar varias acciones distintas, es decir, cuando su acción no sea unívoca (por ejemplo, teclados, etc.), la acción a realizar debe ser visualizada con claridad y si es necesario, requerirá una

confirmación.

Los órganos de accionamiento deben estar configurados de manera que su disposición, su recorrido y su esfuerzo resistente sean compatibles con la acción a desempeñar teniendo en cuenta los principios de la ergonomía. Deben tenerse en cuenta las molestias provocadas por el uso necesario o previsible de equipos de protección individual (por ejemplo, calzado, guantes, etc.).

- g) Diseñar y colocar las señales, cuadrantes y visualizadores de manera que:
- estén adaptados a los parámetros y características de la percepción humana;
 - la presentación de la información pueda ser detectada, identificada e interpretada convenientemente; por ejemplo, visualización duradera, clara, inequívoca y comprensible con respecto a las características de los operadores y al uso previsto;
 - desde el puesto de mando, el operador pueda advertir sus indicaciones;
 - desde el puesto de mando principal, el operador pueda estar seguro de que no hay personas expuestas en las zonas peligrosas; si esto no es posible, el sistema de mando debe estar diseñado y construido de manera que cualquier puesta en marcha sea precedida de una señal de advertencia sonora y/o visual y que la persona expuesta tenga el tiempo y los medios de oponerse a la puesta en marcha de la máquina.

No obstante, y a pesar de lo anteriormente dicho, puede suceder que habida cuenta del estado de la técnica para un caso concreto, no se alcancen estos requisitos, pues bien, en este caso la máquina deberá diseñarse y fabricarse de forma tal que se consiga una aproximación a tales requisitos.

Del conjunto de requisitos de seguridad, que se exponen en el Anexo 1 de esta Directiva y que por premura de tiempo no voy a indicar, existen tres, que por su importancia afectan a la totalidad de las máquinas objeto de esta Directiva, y que son las siguientes:

- a) La aplicación por el fabricante de los principios de integración de la seguridad en el diseño y fabricación de la máquina durante todas las etapas de su vida, desde su fabricación a su arrumbamiento o desguace, es decir, no solo su uso habitual sino también el uso que de la máquina, de forma razonable puede esperarse dándole a la seguridad el mismo nivel de calidad que al resto de funciones de la máquina.

De acuerdo con esto, el fabricante, al optar por la solución más adecuada aplicará los siguientes principios en el orden indicado:

- Eliminar o reducir los riesgos en la medida de lo posible (Principio de integración).

- Adoptar las medidas de protección que sean necesarias frente a los riesgos que no puedan eliminarse.
 - Informar a los usuarios de los riesgos residuales debidos a la incompleta eficacia de las medidas de protección adoptadas, indicar si se requiere una formación especial y señalar si es necesario un equipo de protección individual.
- b) El marcado de la máquina, que de forma legible e indeleble deberá llevar como mínimo las indicaciones siguientes:
- El nombre y dirección del fabricante
 - El Marcado CE
 - La designación de la serie o del modelo
 - El número de serie, si existiera
 - Cualquier otra indicación que sea necesaria para una utilización más segura (Velocidad máxima de rotación de elementos giratorios, medidas de las herramientas que pueden utilizarse, utilización de la máquina en atmósferas explosivas, etc).
- c) Cada máquina llevará el manual de instrucciones elaborado por el fabricante o su mandatario en una de las lenguas de la UE.

Cuando la máquina entre en servicio, además del manual original, el fabricante o su mandatario debe prever la traducción del mismo a la(s) lengua(s) del país utilizador de la máquina.

Para que una máquina pueda comercializarse y ponerse en servicio, deberá ir acompañada de una "Declaración de Conformidad CE" tal y como se indica en el Anexo II de esta Directiva y ostentar el "Marcado CE" que estará formada por las letras "CE" y tendrá unas dimensiones mínimas de 5 mm. Esta premisa deja, para las máquinas contempladas en el campo de aplicación de la Directiva, en manos del fabricante o de su representante en la Comunidad Europea la responsabilidad de acreditar dicha conformidad a los requisitos básicos de seguridad y obviamente la de poner en las máquinas el "Marcado CE".

Pero ¿que es la "Declaración de Conformidad CE"? Es el procedimiento de certificación por el cual el fabricante, o su representante establecido en la Comunidad, declara que las máquinas comercializadas satisface todos los requisitos esenciales de seguridad y de salud correspondientes.

Dicha declaración deberá redactarse en la misma lengua original que la del manual de instrucciones y traducirse al menos a una de las lenguas del país de utilización de la

máquina.

Para que el fabricante o su representante establecido en la Comunidad pueda firmar la Declaración de Conformidad CE, previamente deberá garantizar y asegurar que la documentación definida a continuación estará disponible en sus locales a los fines de un control eventual por las autoridades nacionales competentes, durante un período mínimo de 10 años, contados a partir de la fecha de fabricación de la máquina o de la última unidad de ésta si se tratase de una fabricación en serie.

- a) El plano de conjunto de la máquina y los planos de los circuitos de mando.
- b) Planos detallados y completos, acompañados eventualmente de notas de cálculo, resultados de pruebas, etc, que permitan comprobar que la máquina cumple los requisitos esenciales de seguridad y de salud.
- c) Una lista con los requisitos esenciales de esta Directiva que les son de aplicación, de las normas y de las restantes especificaciones técnicas utilizadas en el diseño de la máquina.
- d) Descripción de las soluciones adoptadas para prevenir los riesgos presentados por la máquina.
- e) Si lo desea, cualquier informe técnico o certificado obtenidos de un organismo notificado competente en esta materia.
- f) Un ejemplar del manual de instrucciones de la máquina.

Parece obvio que para poder efectuar este expediente en condiciones técnicamente aceptables, el fabricante ha debido de llevar a cabo investigaciones y pruebas suficientes sobre los componentes de las máquinas, sus accesorios o sobre la máquina en su conjunto de forma que pueda decirse fehacientemente que por su diseño y fabricación puede montarse y ser puesta en servicio, con seguridad.

Queda todavía un capítulo importante, y que es el de la certificación de las máquinas que anteriormente he mencionado como más peligrosas. Sobre estas máquinas, el fabricante puede optar por dos soluciones alternativas:

- a) Si la máquina se hubiese fabricado sin tener en cuenta las normas armonizadas o teniendo éstas en cuenta únicamente de forma parcial o a falta de las mismas, deberá someter una unidad representativa a un **Examen CE de Tipo**.
- b) Si la máquina se hubiese fabricado teniendo en cuenta las normas armonizadas, el fabricante podrá optar por:
 - Preparar el expediente antes citado y comunicarlo a un organismo notificado que acusará recibo de dicho expediente y lo conservará, o

- Presentar el expediente antes citado al organismo notificado que se limitará a comprobar si las normas armonizadas han sido aplicadas correctamente y establecerá un certificado de adecuación de dicho expediente, o
 - Presentar una unidad representativa de la máquina al **Examen CE de Tipo**.
- c) Exclusivamente, cuando se someta un componente de seguridad a un Examen CE de Tipo, el Organismo Notificado verificará que el componente de seguridad es adecuado para cumplir las funciones de seguridad declaradas por el fabricante.

Pero, ¿Que es un Examen CE de Tipo?

Un Examen CE de Tipo es el procedimiento por el cual un Organismo Notificado constata y atestigua que el modelo de una máquina satisface las exigencias básicas de seguridad de la directiva y es solicitado por el fabricante o su representante establecido en la Comunidad ante dicho Organismo presentando un dossier en el que se incluya:

- El nombre y la dirección del fabricante o de su representante establecido en la Comunidad y el lugar de fabricación de la máquina.
- La documentación o expediente técnico de fabricación de la máquina tal y como se ha definido anteriormente.
- Las disposiciones internas que el fabricante vaya a aplicar para mantener la conformidad de las máquinas con las disposiciones de la Directiva, y que en buena lógica deberían de ser los sistemas de aseguramiento de la calidad que están definidos en una de las normas europeas de la serie UNE-EN ISO 9000.

A la vista de esto, y junto a una máquina representativa del modelo objeto de examen o indicación en su defecto de donde puede examinarse la máquina, el Organismo Notificado procederá al Examen CE de Tipo según los criterios que se exponen a continuación.

- a) Examina la documentación o expediente técnico de fabricación para comprobar su adecuación y la máquina presentada o puesta a su disposición.
- b) Durante el examen de la máquina, el Organismo notificado,
 - Comprueba que se ha fabricado de conformidad con la documentación o expediente técnico correspondiente, y que puede utilizarse con garantías de seguridad en las condiciones de servicio previstas.
 - Verifica si se ha hecho uso de las normas, y en este caso, si se han utilizado correctamente.
 - Realiza las comprobaciones y ensayos necesarios que atestiguen que la máquina cumple los requisitos esenciales de seguridad.

Si el resultado del Examen CE de Tipo es positivo, el Organismo Notificado emitirá un certificado CE con las conclusiones del examen, el cual remitirá al solicitante. Por otro lado, el fabricante o su representante establecido en la Comunidad, esta obligado a informar al Organismo Notificado acerca de todas las modificaciones, incluso de menor importancia, que haya introducido o se proponga introducir, a fin de que Aquel las examine e informe al fabricante o su representante acerca de si sigue siendo valido el Certificado CE de Tipo.

NOTA: Se considera que un Organismo o Laboratorio esta notificado por un Estado Miembro cuando es competente por cumplir los criterios de evaluación previstos en las normas armonizadas que les correspondan de la serie EN 45000.

Esta Directiva, que afecta exclusivamente a máquinas nuevas, no usadas, entra en vigor para todos los Estados miembro a partir del 1992-01-01, es decir, que para esa fecha habrán adoptado y publicado las disposiciones legales necesarias en cada uno de los países para dar cumplimiento a lo dispuesto en la Directiva, y las aplicarán a partir del 1992-12-31.

Transitoriamente, los Estados miembro podrán admitir hasta el 1992-12-31 la comercialización y/o puesta en servicio de máquinas que se ajusten a las reglamentaciones nacionales de cada Estado por un período que llegará:

- a) Hasta el 1994-12-31 para las máquinas fijas (Capítulos I, II del Anexo I).
- b) Hasta el 1994-12-31 para las máquinas móviles; aparatos de elevación y maquinaria exclusivamente destinada para trabajos subterráneos (Capítulos III, IV y V del Anexo I).

Por otro lado su entrada en vigor, supondrá la derogación de las siguientes directivas a:

- a) 73/361/CEE de fecha 1973-11-19 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembro sobre el certificado y las marcas de los accesorios de elevación (cables, cadenas y ganchos) (véase DOCE L 335 del 1973-12-05).
- b) 76/434/CEE de fecha 1976-04-13 por la que se adapta al progreso técnico la directiva mencionada en el apartado a) (véase DOCE L 122 de fecha 1976-05-08).
- c) 86/295/CEE de fecha 1986-05-26 sobre aproximación de las legislaciones de los Estados Miembro relativa a las estructuras de protección en caso de vuelco (ROPS) (Véase DOCE L 186 del 1986-07-08).

- d) 86/296/CEE de fecha 1986-05-26 sobre aproximación de las legislaciones de los Estados Miembro relativa a las estructuras de protección contra la caída de objetos (FOPS) (Véase DOCE L 186 del 1986-07-08).
- e) 86/663/CEE de fecha 1986-12-22 sobre aproximación de las legislaciones de los Estados Miembro relativa a las carretillas automotoras de manutención (Véase DOCE L 384 del 1986-12-31).
- f) 89/240/CEE de fecha 1988-12-16 por la que se adapta al progreso técnico la directiva mencionada en el apartado e) (véase DOCE L 100 de fecha 1989-04-12).

en los plazos y en la forma que a continuación se indica:

- a) Las directivas 86/295/CEE, 86/296/CEE, 86/663/CEE y 89/240/CEE permanecerán en vigor hasta el 1995-07-01. Entre esta fecha y el 1995-12-31 se permitirá para las carretillas automotoras la comercialización y puesta en servicio de aquellas carretillas automotoras que al 1992-12-31 cumplían las citadas directivas transpuestas a sus normativas nacionales, por lo que quedan derogadas las mismas a partir del 1995-12-31. Este período se amplía al 1996-12-31 para las ROPS (Directiva 86/295/CEE) y FOPS (Directiva 89/296/CEE).
- b) Los artículos 2º y 3º de la directiva 73/361/CEE y su adaptación al progreso técnico hecha mediante la Directiva de la Comisión 76/434/CEE quedarán derogados a partir del 1994-12-31.

Esta segunda modificación de la Directiva entra en vigor para todos los Estados Miembro a partir 1994-07-01, es decir que para esa fecha habrán adoptado y publicado las disposiciones legales necesarias cada uno de dichos países para dar cumplimiento a lo dispuesto en la Directiva, y la aplicarán a partir del 1995-01-01. No obstante lo anterior, los Estados Miembro podrán comercializar y poner en el mercado hasta el 1996-12-31, aquellos aparatos elevadores de personas y componentes de seguridad que se ajusten a las reglamentaciones nacionales en vigor de cada Estado miembro, en la fecha de adopción de la Directiva.

Es evidente, que detrás de las exigencias de seguridad de las Directivas de armonización técnica, está la Directiva 85/374/CEE de fecha 1985-07-25 (DOCE de fecha 1985-08-04) sobre la responsabilidad por los daños causados por productos defectuosos, que debería haber entrado en vigor el pasado 1988-07-31, y que hoy en día ya aplican todos los Estados miembro. Esta Directiva está ya transpuesta a la legislación española con la ley 22/1994 de 6 de julio (B.O.E. 161/94 de 7 de julio) con fecha de entrada en vigor a partir del 1994-07-08.

Aunque no soy jurista, y por tanto no puedo sacar todo el jugo preciso a esta Directiva, creo sin embargo que es conveniente hacerles unos comentarios al respecto. Esta Directiva marca un doble objetivo:

- a) Definir la responsabilidad de los accidentes provocados por productos defectuosos.
- b) Aproximar y simplificar las legislaciones de los Estados miembros, sometiendo a los productos de los diferentes Estados a un régimen de responsabilidad que sin ser igual, esté lo más armonizado posible.

El espíritu de esta Directiva queda recogido en sus Artículos 1º y 4º que dicen textual y respectivamente:

"El productor será responsable de los daños causados por los defectos de sus productos y, el perjudicado deberá probar el daño, el defecto y la relación causal entre el defecto y el daño".

Sin embargo, esta Directiva tiene importantes imprecisiones jurídicas, que quizá la práctica pueda ir limando, como es la propia definición de producto defectuoso que es aquél que, "No ofrece la seguridad a la que una persona tiene legítimamente derecho teniendo en cuenta todas las circunstancias".

Aunque la conformidad a normas no es causa de exoneración de la responsabilidad, la normalización es sin duda un criterio de referencia en materia de seguridad de los productos, porque uno de sus objetivos principales es el de garantizar la calidad de los productos y el de ser la condición necesaria de la confianza de un producto cara a los consumidores.

Esta Directiva posee un aspecto muy positivo, y es la interpretación de la seguridad de un producto como un concepto evolutivo que permite la adaptación al desarrollo técnico y adopta el principio de la responsabilidad total ilimitada del productor, que en ningún caso podrá ser inferior a 70 millones de ECUS, aunque prevé la posibilidad de que cada Estado miembro fije límites.

Otro aspecto importante de la Directiva se refiere a aquellos puntos sobre los cuales se da libertad a los Estados miembro, a la hora de transponer la Directiva a las Legislaciones Nacionales, ya que sobre ellos no se tiene previsto una armonización a nivel Comunitario. Entre estos puntos están los siguientes:

- a) La cláusula de exoneración por "Riesgos del desarrollo", es decir, aquellos por los cuales en el momento en que el producto fue puesto en circulación, el estado de los conocimientos científicos y técnicos no permitía descubrir el defecto.
- b) El techo financiero de la responsabilidad total.
- c) El mantenimiento de los regímenes especiales de responsabilidad en el momento de la notificación de la Directiva.

- d) El mantenimiento del régimen de responsabilidad contractual o extracontractual, de manera que la víctima pueda optar por el régimen instituido en la Directiva o por otras vías.

Esta permisibilidad a los Estados miembros puede dar lugar a la práctica de la búsqueda del tribunal más favorable, en el que el Derecho se aplique mejor a un caso dado, al poder darse el caso de que el productor, la víctima y el daño estén en Estados distintos.

6 Decisión del Consejo relativa a los módulos que se van a utilizar en las directivas de armonización técnica

La Decisión del Consejo 93/465/CEE de fecha 1993-07-22 indica que los procedimientos de evaluación de la conformidad que deberán utilizarse en las directivas de armonización técnica sobre puesta en el mercado de productos industriales se elegirán de entre los ocho módulos que a continuación se indican. Dichos procedimientos sólo podrán diferir de los módulos señalados cuando las circunstancias específicas de un sector particular o una Directiva lo justifiquen, siendo dichas diferencias con respecto al módulo en cuestión de alcance limitado y deberán ser justificadas explícitamente en la Directiva en cuestión.

El objetivo esencial de un método de evaluación de la conformidad consiste en permitir que los poderes públicos se cercioren de que los productos puestos en el mercado cumplen con las exigencias de las directivas, fundamentalmente en sus facetas relativas a la salud y la seguridad de los usuarios y consumidores. Dicho método de evaluación podrá subdividirse en módulos que se aplican a la fase de diseño o a la de fabricación del producto, aunque por lo general, un producto debería someterse a las dos fases antes de poder ser puesto en el mercado en caso de que los resultados sean positivos.

Obviamente, los módulos han de adecuarse al tipo de producto, a la naturaleza de los riesgos existentes, a la infraestructura económica del sector en cuestión, a los tipos de fabricación y su importancia y no presentar estos en ningún caso una carga excesiva para los operadores económicos en relación a los objetivos de la Directiva a aplicar. Esta máxima, debe guiar en la medida de lo posible a los Organismos Notificados a la hora de aplicar los módulos correspondientes amén de garantizar la protección jurídica de la información de carácter confidencial y de no solicitar al fabricante más información técnica de la estrictamente necesaria con los fines de la Directiva a que se refiere.

Como debido a que las directivas fijarán criterios que regularán las condiciones en las cuales el fabricante elija, de entre los módulos que establezcan las directivas, los que sean más adecuados a su producción, es obvio que habrá casos en que las directivas concedan al fabricante la posibilidad de utilizar módulos basados en técnicas de garantía de la calidad, pues bien, éste tendrá también la posibilidad de recurrir a una combinación de módulos que no utilicen dichas técnicas y viceversa, salvo cuando la directiva expresamente indique una u otra vía.

Una vez hecho este preámbulo, esta Decisión del Consejo, prevé que de entre los ocho módulos que a continuación se van a enumerar, el MODULO C se emplee conjuntamente con el MÓDULO B (Examen CE de Tipo), los MÓDULOS D, E y F se empleen normalmente también con el MÓDULO B, salvo en determinados casos, cuando se trate de productos de diseño y fabricación muy simples, que estos módulos podrán utilizarse por separado.

6.1 MÓDULO A (Control interno de fabricación)

Este módulo describe el procedimiento por el cual el fabricante o su mandatario establecido en la UE;

6.1.1 Elabora la documentación técnica siguiente:

- a) La descripción general del producto.
- b) Los planos de diseño y fabricación, así como esquemas de los componentes, subconjuntos, circuitos, etc.
- c) Las explicaciones y descripciones necesarias para la comprensión de los citados planos y esquemas y del funcionamiento del producto.
- d) La lista de las normas aplicadas total o parcialmente y la descripción de las soluciones adoptadas para cumplir los requisitos esenciales de la Directiva.
- e) Los resultados de los cálculos efectuados en el diseño.
- f) Los informes de los ensayos.

6.1.2 Conserva a disposición de las autoridades nacionales a fines de la inspección la documentación indicada en 6.1.1. durante un período no inferior a diez años contados a partir de la última fecha de fabricación del producto.

6.1.3 Garantiza y declara que los productos en cuestión cumplen los requisitos de la Directiva que le son de aplicación.

6.1.4 Estampa el Mercado CE en cada producto.

6.1.5 Extiende una DECLARACIÓN ESCRITA DE CONFORMIDAD.

6.1.6 MÓDULO A bis.

El MÓDULO A puede completarse con las siguientes disposiciones adicionales, de forma alternativa.

6.1.6.1 Por cada producto fabricado, bien el fabricante, o bien por encargo de este, se realizarán ensayos relativos a uno o varios aspectos específicos del producto, bajo la

responsabilidad de un Organismo Notificado elegido por el fabricante, el cual estampará durante el proceso de fabricación y bajo la responsabilidad del Organismo Notificado en cuestión el símbolo de identificación de este último, o

6.1.6.2 El Organismo Notificado realizará de forma aleatoria controles sobre el producto, tomando *in situ* muestras apropiadas sobre los productos terminados, a los cuales examinará y ensayará adecuadamente con objeto de comprobar la conformidad de aquellos con las exigencias de la directiva. En esta comprobación se precisarán los elementos a tomar en consideración, como por ejemplo, el método estadístico a aplicar, el plan de muestreo con indicación de sus características operativas, etc.

Al igual que el apartado 6.1.6.1, el fabricante estampará durante el proceso de fabricación y bajo la responsabilidad del Organismo Notificado antes citado el símbolo de identificación de este último.

6.2 MÓDULO B (Examen CE de Tipo)

Este módulo describe el procedimiento por el cual, un Organismo Notificado comprueba y certifica que un ejemplar representativo de la producción considerada cumple los requisitos de la Directiva que le son aplicables. Para ello, el fabricante o su mandatario establecido en la UE;

6.2.1 Presenta una solicitud de Examen CE de Tipo ante un Organismo Notificado junto a la que incluye aparte de su nombre y dirección, una declaración escrita de que la misma solicitud no la ha presentado a ningún otro Organismo Notificado, la documentación técnica indicada en 6.1.1, y un ejemplar del producto representativo de la fabricación considerada, en lo sucesivo llamado "**tipo**".

6.2.2 El Organismo Notificado procede a:

- a) Examinar la documentación técnica.
- b) Comprobar la adecuación del tipo a la documentación técnica.
- c) Comprobar que el producto se ha diseñado teniendo en cuenta que se han utilizado las normas correspondientes, y si estas se han aplicado correctamente.
- d) Realizar los controles y ensayos necesarios para verificar que las soluciones adoptadas por el fabricante cumplen con las exigencias esenciales de la Directiva y que las normas correspondientes se han aplicado eficazmente.
- e) Concertar con el fabricante el lugar donde se efectuarán los controles y ensayos.

6.2.3 Si lo indicado en 6.2.2, se resuelve satisfactoriamente, el Organismo Notificado expedirá al solicitante un CERTIFICADO DE EXAMEN CE DE TIPO.

6.3 MÓDULO C (Conformidad con el tipo)

Este módulo describe la parte del procedimiento mediante el cual, el fabricante o su mandatario establecido en la CE declara bajo su responsabilidad que los productos en cuestión son conformes con el tipo descrito en el CERTIFICADO DE EXAMEN CE DE TIPO y cumplen con las exigencias esenciales de la Directiva que les es de aplicación. El fabricante, estampará el Marcado CE en cada producto y hará una DECLARACIÓN ESCRITA DE CONFORMIDAD.

6.4 MÓDULO D (Aseguramiento de calidad de la producción) (Norma UNE-EN ISO 9002)

Este módulo describe el procedimiento mediante el cual, el fabricante o su mandatario establecido en la CE, aplica un **Sistema de Calidad de la producción aprobado por un Organismo Notificado**, efectúa la inspección y ensayos pertinentes sobre los productos acabados y somete a la vigilancia del Organismo Notificado el Sistema de Calidad aprobado.

Para obtener dicha aprobación, el fabricante o su mandatario establecido en la UE;

6.4.1 Presenta una solicitud de evaluación de su Sistema de Calidad ante el Organismo Notificado en la que incluirá aparte de su nombre y dirección, la información pertinente de los productos sobre los cuales se va a aplicar el Sistema de Calidad, "SC"; la documentación relativa al propio sistema y en su caso la documentación técnica del tipo aprobado y una copia del CERTIFICADO DE EXAMEN CE DE TIPO.

6.4.2 Documenta debidamente el Sistema de Calidad objeto de evaluación e incluye especialmente una descripción adecuada sobre:

- Los objetivos de calidad, el organigrama y responsabilidades del personal de gestión en lo que se refiere a la calidad de los productos.
- Los procesos de fabricación, control de calidad, técnicas de aseguramiento de calidad y los procesos sistemáticos de control que se llevarán a cabo.
- Las verificaciones y ensayos que se llevan antes, durante y después de la fabricación de los productos, así como la frecuencia con que se llevarán a cabo estas operaciones.
- Los expedientes de calidad, tales como los informes de inspección, los datos de ensayo y de calibración, los informes sobre la cualificación del personal afectado, etc.

- Los medios interpuestos para vigilar la obtención de la calidad requerida a los productos afectados y el funcionamiento eficaz del Sistema de Calidad "**SC**".

Esta documentación la conservará por un período de tiempo de 10 años (Véase 6.1.2).

6.4.3 El Organismo Notificado, procede a evaluar el Sistema de Calidad "SC" propuesto y si éste se ajusta a la norma armonizada UNE-EN ISO 9002, dará por supuesta la conformidad con dicha norma, lo cual notificará al fabricante incluyendo las conclusiones de la evaluación.

6.4.4 Declara que los productos en cuestión son conformes con el "**tipo**" descrito en el EXAMEN CE DE TIPO y cumplen con las exigencias esenciales de la Directiva que le son de aplicación.

6.4.5 Estampa el Mercado CE en cada producto, acompañada del Símbolo de Identificación del Organismo Notificado responsable de la vigilancia del Sistema de Calidad ya aprobado "**SC**".

6.4.6 A fin de garantizar que cumple adecuadamente con el Sistema de Calidad aprobado "SC", se someterá a una vigilancia del Organismo Notificado, el cual auditará dicho Sistema de Calidad periódicamente y facilitará al fabricante un informe de la auditoría realizada.

6.5 MÓDULO E (Aseguramiento de calidad del producto) (Norma UNE-EN-ISO 9003)

Este módulo describe el procedimiento mediante el cual, el fabricante o su mandatario establecido en la UE, aplica un **Sistema de Calidad para la inspección del producto final y los ensayos**, aprobado por un Organismo Notificado, y somete a la vigilancia del Organismo Notificado el Sistema de Calidad aprobado "**SC**".

Para obtener dicha aprobación, el fabricante o su mandatario establecido en la UE;

6.5.1 Presenta una solicitud de evaluación de su Sistema de Calidad "**SC**" ante el Organismo Notificado en la que incluirá, aparte de su nombre y dirección, la información pertinente de los productos sobre los cuales se va a aplicar el Sistema de Calidad "**SC**", la documentación relativa al propio sistema, y en su caso, la documentación técnica del "**tipo**" aprobado y una copia del CERTIFICADO DE EXAMEN CE DE TIPO.

6.5.2 Documenta debidamente el Sistema de Calidad, objeto de evaluación e incluye

especialmente una descripción adecuada sobre:

- Los objetivos de calidad, el organigrama y responsabilidades del personal de gestión en lo que se refiere a la calidad de los productos.
- Los controles y ensayos que se realizarán después de la fabricación.
- Los medios para verificar el funcionamiento eficaz del Sistema de Calidad "**SC**".
- Los expedientes de calidad, tales como los informes de inspección, los datos de ensayo y de calibración, los informes sobre la cualificación del personal afectado, etc.

Esta documentación la conservará por un período de tiempo de 10 años (Véase 6.1.2).

6.5.3 El Organismo Notificado, procede a evaluar el Sistema de Calidad "**SC**" propuesto, y si éste se ajusta a la norma armonizada UNE-EN ISO 9003, dará por supuesta la conformidad con dicha norma, lo cual notificará al fabricante incluyendo las conclusiones de la evaluación.

6.5.4 Declara que los productos en cuestión son conformes con el tipo descrito en el Examen CE de Tipo y cumplen las exigencias esenciales de la Directiva que le son de aplicación.

6.5.5 Estampa el marcado CE en cada producto, acompañada del Símbolo de Identificación del Organismo Notificado responsable de la vigilancia del sistema de calidad ya aprobado "**SC**".

6.5.6 A fin de garantizar que cumple adecuadamente con el Sistema de Calidad "**SC**", aprobado someterá a una vigilancia del Organismo Notificado, el cual auditará dicho Sistema de Calidad periódicamente y facilitará al fabricante un informe de la auditoría realizada.

6.6 MÓDULO F (Verificación de los productos)

Este módulo describe el procedimiento mediante el cual, el fabricante o su mandatario establecido en la UE, asegura y declara que los productos que han estado sujetos a la evaluación de un Organismo Notificado, bien mediante el control y ensayo de cada producto, o bien mediante el control y ensayo de estos productos en base a un muestreo estadístico, elegido aleatoriamente uno de estos métodos por el fabricante, cumplen con las exigencias esenciales de la Directiva que les son de aplicación, y son conformes con el tipo descrito en el CERTIFICADO DE EXAMEN CE DE TIPO.

El fabricante estampa el Marcado CE en cada producto, y elabora una DECLARACIÓN ESCRITA DE CONFORMIDAD, cuya copia conservará por un período no inferior a 10 años a partir de la última fecha de fabricación del producto.

6.7 MÓDULO G (Verificación por unidad)

Este módulo describe el procedimiento mediante el cual, el fabricante o su mandatario establecido en la UE, asegura y declara que los productos sobre los cuales el Organismo Notificado ha realizado las comprobaciones y ensayos correspondientes en base a la(s) norma(s) armonizada(s) que le(s) es(son) de aplicación y por consiguiente poseen el Certificado de Conformidad expedido por el Organismo Notificado, cumplen con las exigencias esenciales de la Directiva correspondiente.

El fabricante estampará el Marcado CE en cada producto junto al Símbolo de Identificación del Organismo Notificado y emitirá una DECLARACIÓN ESCRITA DE CONFORMIDAD.

6.8 MÓDULO H (Aseguramiento total de la calidad) (Norma UNE-EN ISO 9001)

Este módulo describe el procedimiento mediante el cual, el fabricante o su mandatario establecido en la UE, aplica un **Sistema de Calidad para el diseño, fabricación, la inspección del producto final y los ensayos**, aprobado por un Organismo Notificado, y somete a la vigilancia del Organismo Notificado el Sistema de Calidad aprobado "**SC**".

Para obtener dicha aprobación, el fabricante o su mandatario establecido en la UE;

6.8.1 Presenta una solicitud de evaluación de su Sistema de Calidad "**SC**" ante el Organismo Notificado en la que incluirá, aparte de su nombre y dirección, la información pertinente de los productos sobre los cuales se va a aplicar el Sistema de Calidad "SC", la documentación relativa al propio sistema, y en su caso, una copia del CERTIFICADO DE EXAMEN CE DE TIPO.

6.8.2 Documenta debidamente el Sistema de Calidad "SC", objeto de evaluación e incluye especialmente una descripción adecuada sobre:

- Los objetivos de calidad, el organigrama y responsabilidades del personal de gestión en lo que se refiere a la calidad del diseño y la calidad de los productos.
- Las especificaciones técnicas del diseño incluidas las normas armonizadas que se aplicarán. Cuando estas no se apliquen o se apliquen parcialmente las medidas adoptadas para dar cumplimiento a las exigencias esenciales de la Directiva que le(s)

es(son) de aplicación a los productos en cuestión.

- Las técnicas de control y verificación del diseño.
- Los procesos de fabricación, control de calidad, técnicas de aseguramiento de calidad y los procesos sistemáticos de control que se llevarán a cabo.
- Las verificaciones y ensayos que se llevan antes, durante y después de la fabricación de los productos, así como la frecuencia con que se llevarán a cabo estas operaciones.
- Los expedientes de calidad, tales como los informes de inspección, los datos de ensayo y de calibración, los informes sobre la cualificación del personal afectado, etc.
- Los medios interpuestos para vigilar la obtención de la calidad requerida a los productos afectados y el funcionamiento eficaz del Sistema de Calidad.

Esta documentación la conservará por un período de tiempo de 10 años (Véase 6.1.2).

6.8.3 El Organismo Notificado, procede a evaluar el Sistema de Calidad propuesto "SC", y si este se ajusta a la norma armonizada UNE-EN ISO 9001, dará por supuesta la conformidad con dicha norma, lo cual notificará al fabricante incluyendo las conclusiones de la evaluación.

6.8.4 Declara que los productos en cuestión son conformes con el tipo descrito en el Examen CE de Tipo y cumplen con las exigencias esenciales de la Directiva que le(s) es(son) de aplicación.

6.8.5 Estampa el Marcado CE en cada producto, acompañada del Símbolo de Identificación del Organismo Notificado responsable de la vigilancia del sistema de calidad ya aprobado.

6.8.6 A fin de garantizar que cumple adecuadamente con el Sistema de Calidad "SC" aprobado, se someterá a una vigilancia del Organismo Notificado, el cual auditará dicho Sistema de Calidad periódicamente y facilitará al fabricante un informe de la auditoría realizada.

6.8.7 Este módulo, puede incorporar un control sobre el diseño, por parte de un Organismo Notificado, para lo cual el fabricante debe presentar ante este Organismo una solicitud que permita comprender el diseño, la fabricación y el funcionamiento del producto, y en la que se incluya:

- a) Las especificaciones técnicas del diseño incluyendo las normas que se han aplicado.
- b) La adecuación del diseño a las exigencias de la directiva que le es de aplicación,

fundamentalmente en el caso en que las normas armonizadas no se han aplicado en su totalidad. Esta demostración de su adecuación, incluirá los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio del fabricante o por cuenta del mismo.

El Organismo Notificado examina la solicitud, y cuando el diseño cumple las exigencias de la Directiva que le son de aplicación, expedirá al solicitante un CERTIFICADO DE EXAMEN CE DE DISEÑO, con las conclusiones del examen, condiciones de validez, los datos necesarios para la identificación del diseño aprobado y, en su caso, una descripción de funcionamiento del producto.

6.9 Obviamente, y de forma independiente a los controles de conformidad que esta Decisión del Consejo especifica para cada uno de los ocho módulos, el fabricante o su mandatario establecido en la UE está obligado a informar al Organismo Notificado acerca de cualquier modificación que introduzca en sus sistemas o productos a fin de que Este pueda evaluar si se siguen respetando las exigencias esenciales de las Directivas que les son de aplicación. Por otro lado, cada Organismo Notificado esta obligado a comunicar a los otros Organismos Notificados de los Estados miembro, la información pertinente acerca de, según el Módulo de que se trate, los CERTIFICADOS DE EXAMEN CE DE TIPO y sus complementos expedidos o retirados y/o de la aprobación de los Sistemas de Calidad "SC" expedidos o retirados.

6.10 Aunque la directiva "Máquinas" no hace mención expresa a los módulos de certificación establecidos en esta Decisión del Consejo 93/465/CEE, no es menos cierto que existe un paralelismo total entre dicha Decisión del Consejo y los procedimientos de evaluación de la conformidad establecidos en la Directiva Máquinas. De este modo:

- a) Para todas las máquinas de la directiva excepto las del Anexo IV, equivaldría a la suma de los Módulos A + C.
- b) Para todas las máquinas del Anexo IV de la directiva, equivaldría a la suma de los Módulos B + C.

7 La Directiva del Consejo 93/68/CEE de fecha 1993-07-22 por la que semodifica la Directiva máquinas en lo que se refiere al mercado CE

Se ha visto en el capítulo anterior que la Decisión del Consejo 93/465/CEE del 1993-07-22, prevé que sea el fabricante o su mandatario quien coloque el marcado CE, o en su defecto por el responsable de la comercialización, y que además, el Organismo Notificado debe colocar su número de identificación al lado del marcado CE cuando intervenga en el proceso del control de la fabricación.

El objetivo del marcado CE es demostrar la conformidad de un producto con los niveles de protección de los intereses colectivos establecidos por las Directivas, e indicar que el fabricante se ha sometido a todos los procesos de evaluación previstos por la legislación comunitaria relativa a su producto. Por ello, el marcado CE es compatible con otros marcados, indicaciones o pictogramas siempre y cuando estos grafismos suplementarios no den lugar a confusión alguna con el marcado CE.

El marcado CE colocado en los productos industriales significa, que la persona física o jurídica que la haya colocado o la haya hecho colocar ha comprobado que el producto en cuestión cumple con todas las disposiciones comunitarias obligatorias que le son de aplicación y están en vigor. Se colocará sobre el producto, sobre una placa descriptiva, en el envase cuando las características del producto no permita marcarlo sobre él y en los documentos de acompañamiento cuando las directivas comunitarias así lo prevean. El marcado se colocará de forma visible, legible e indeleble delante del número de identificación del Organismo Notificado a que se refiere la Decisión del Consejo 93/465/CEE antes mencionada, cuando éste intervenga como antes se ha indicado en la fase de control de la fabricación.

No obstante, y como durante el periodo transitorio, el fabricante puede utilizar marcados distintos al Marcado CE, al ser las directivas de armonización técnica durante ese periodo de aplicación voluntaria, el Marcado CE, en este caso, señalará únicamente la conformidad con las directivas aplicadas por el fabricante.

Sin perjuicio de las disposiciones a aplicar en las cláusulas de salvaguardia, la responsabilidad de la utilización indebida del Marcado CE recae en el fabricante o su mandatario o en el responsable de la comercialización, y es a ello a quien corresponde poner fin a tal infracción en las condiciones establecidas por el Estado miembro en cuestión.

El número de identificación de un Organismo Notificado es único, es decir, es independiente del número de directivas para las que dicho Organismo, ha sido notificado por la Comisión y puede ser marcado sobre el producto por él mismo, por el fabricante o su mandatario establecido en la UE.

Visto lo anterior, la Directiva del Consejo 93/68/CEE de fecha 22 de julio de 1993 (D.O.C.E. L 220 del 1993-08-30) entró en vigor el pasado 1995-01-01, es decir que a partir de esa fecha el mercado CE estará constituido únicamente por las letras CE, pudiéndose entre dicha fecha y el 1997-01-01 utilizar indistintamente las letras CE o las letras CE acompañadas de las dos últimas cifras del año en que se colocó la marca tal y como indicaba la Directiva 89/392/CEE. Al final de este período transitorio, es decir, a partir del 1997-01-01, el Mercado CE únicamente estará formado por las letras CE.

8 Directiva relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo

Estas disposiciones mínimas desarrolladas al amparo del Artículo 118A del Tratado Constitutivo de la Unión Europea, fueron publicadas con la Directiva del Consejo 89/655/CEE de fecha 1989-11-30 (D.O.C.E. L 393 de fecha 1989-12-30), modificada por la también Directiva del Consejo 95/63/CEE de fecha 1995-12-05 (D.O.C.E. L 335 del 1995-12-30). Constituye la segunda Directiva específica con arreglo al Apartado 1º del Artículo 16 de la Directiva Marco 89/391/CEE relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, transpone al Ordenamiento Jurídico Español la mencionada Directiva Marco 89/391/CEE.

Dicha ley, en su Artículo 17, dice entre otras cosas:

"El empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que los equipos de trabajo sean adecuados para el trabajo que debe realizarse y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores al utilizarlos".

Coherentemente con esto, el Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio (B.O.E. nº 188/97 del 7 de agosto), establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo como una transposición a la legislación española de la susodicha Directiva del Consejo 89/655/CEE junto a su modificación con la también Directiva del Consejo 95/63/CEE.

El citado Real Decreto se aplica a todo equipo de trabajo ya sea máquina, aparato, instrumento o instalación utilizada en el trabajo, entendiéndose por utilización de un equipo de trabajo cualquier actividad que les atañe, tal como la puesta en marcha o la parada, el empleo propiamente dicho, el transporte, la reparación, la transformación, el mantenimiento y la conservación, incluida en particular, la limpieza.

En base a ello, el empresario debe adoptar las medidas necesarias para poner a disposición de los trabajadores equipos seguros, adecuados al trabajo a realizar y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que se garantice adecuadamente la seguridad y salud de los trabajadores. Tales equipos deberán satisfacer las Directivas en materia de armonización técnica y de normalización que afecten a tales equipos de trabajo, entre las cuales, se encuentra, claro esta, la Directiva 89/392/CEE de "Máquinas" y la Directiva 73/23/CEE sobre "Baja Tensión".

Sin perjuicio, de lo indicado anteriormente, el empresario deberá obtener y/o utilizar:

- a) Equipos de trabajo que, habiendo sido puestos por primera vez a disposición de los trabajadores en la empresa después del 1997-08-27, satisfagan:
 - Las disposiciones de cualquier Directiva que les sea de aplicación
 - Las disposiciones mínimas de seguridad previstas en el Anexo I del citado Real Decreto objeto de estudio en este apartado, en la medida en que ninguna otra Directiva comunitaria sea aplicable o que solo lo sea parcialmente.
- b) Equipo de trabajo que puestos ya a disposición de los trabajadores en la empresa el 1997-08-27, satisfagan las disposiciones mínimas de seguridad previstas en el Apartado I del Anexo I como muy tarde a partir del 1998-08-27, así como las condiciones de utilización indicadas en el Apartado I del Anexo II.
- c) Los equipos de trabajo móviles automotores o no y de elevación de cargas que puestos ya a disposición de los trabajadores en la empresa o establecimiento el 1998-12-05, satisfagan las disposiciones mínimas de seguridad previstas en el Apartado 2 del Anexo I como muy tarde el 2002-12-05, así como las condiciones de utilización previstas en los apartados 2 y 3 del Anexo II.

No obstante lo anterior, el período de transición que vence el próximo 1998-08-27 puede prolongarse para los equipos incluidos en el Apartado 1 del Anexo I hasta el 2002-08-27, siempre y cuando la Autoridad Laboral competente, a petición razonada de las organizaciones empresariales más representativas del sector en cuestión, y previa consulta a las Organizaciones Sindicales más representativas en dicho sector, autorice excepcionalmente un **Plan de Puesta en Conformidad**, sobre los equipos afectados. **Dicho plan de Puesta en Conformidad** debe presentarse por el sector en cuestión, a la Autoridad Laboral antes del próximo 1998-05-28, debidamente razonado desde un punto de vista técnico, ofreciendo medidas preventivas alternativas que garanticen una adecuada protección de la seguridad y salud de los trabajadores. Dicho Plan de Puesta en Conformidad se resolverá por la Autoridad Laboral competente en un plazo de tres meses, contados a partir de su fecha de presentación, considerándose como desestimatoria la falta de resolución expresa.

Es también obligación del empresario, el adoptar las medidas necesarias, incluido un mantenimiento adecuado, para que los equipos se conserven durante todo el tiempo de utilización en un nivel tal que satisfagan las condiciones iniciales o, en el caso de máquinas utilizadas antes del 1997-08-27, fecha en la cual entra en vigor este Real Decreto, las disposiciones mínimas correspondientes.

Además para aquellos equipos de trabajo cuya seguridad depende de las condiciones de instalación, el empresario debe preocuparse de:

- a) Que, los equipos se sometan a una verificación inicial tras su instalación y antes de su puesta en servicio por primera vez.
- b) Que, cuando los equipos para realizar su trabajo necesiten emplazarse en distintos lugares (p.e. grúas torre), antes de cada puesta en servicio se realice una verificación de los mismos por personal competente de acuerdo a las prácticas nacionales.

- c) Que, los equipos se sometan a verificaciones periódicas o excepcionales cuando estén sometidos a influencias generadoras de deterioro que puedan provocar situaciones peligrosas. Un caso típico que justificaría una verificación excepcional por personal competente, sería cualquier transformación del equipo que pudiera alterar las condiciones de seguridad previstas por el fabricante, por ejemplo atendiendo a la Directiva "Máquinas".
- d) Llevar un libro de registro (Libro historial del equipo) en el que se anoten los resultados de todas las verificaciones realizadas, el cual deberá estar a disposición en todo momento de la Autoridad Laboral competente. Dicho libro deberá acompañar al equipo, cuando éste preste servicio fuera de las instalaciones de su propietario (por ejemplo, una grúa móvil)

Por otro lado, el empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los equipos de trabajo con riesgos específicos, sea reservada a los trabajadores encargados para ello.

Asimismo, y en la aplicación de las disposiciones mínimas de seguridad y salud de este Real Decreto, el empresario deberá tomar en consideración plenamente el puesto de trabajo, la posición de los trabajadores durante la utilización del equipo de trabajo y los principios ergonómicos.

Del mismo modo los trabajos de reparación, conservación, mantenimiento o transformación cuya realización entrañe riesgos específicos, deben realizarse por trabajadores específicamente entrenados a esta tarea.

En todo caso, es obligación del empresario el procurar que los trabajadores reciban la formación adecuada en relación con la utilización segura de los equipos de trabajo además de la información escrita y los folletos explicativos adecuados que como mínimo deberán contener:

- a) Las condiciones y forma de utilización de los equipos de trabajo.
- b) Las situaciones anormales previsibles.
- c) Las conclusiones que, en su caso, se puedan sacar de la experiencia adquirida cuando se utilicen los equipos de trabajo.
- d) Los riesgos que afecten a los trabajadores, a los equipos de trabajo presentes en su entorno de trabajo inmediato, así como las modificaciones que le conciernan, aún cuando no los utilicen directamente.

El empresario a la hora de redactar la información necesaria para que el trabajador pueda

utilizar y/o mantener el equipo de trabajo en condiciones seguras, debe tener en cuenta:

- a) Las instrucciones del fabricante del equipo, o en su defecto, es decir si dichas instrucciones no existiesen:
- Las características del equipo;
 - Sus condiciones de utilización;
 - Cualquier circunstancia normal o excepcional que pueda influir en su deterioro o desajuste.

Toda esta información, que ha de ser comprensible por el trabajador afectado ha de realizarse bajo el punto de vista de la seguridad y la salud, y ha de estar siempre a su entera disposición.

Así pues, y gracias a las Directivas de seguridad, el empresario sólo podrá adquirir productos seguros, cuya selección, uso y mantenimiento deberá realizar según lo dispuesto en las Directivas de seguridad y salud en la empresa.

ANEXO (Informativo)

CONCEPTOS BÁSICOS DE LAS DIRECTIVAS DE ARMONIZACIÓN TÉCNICA Y GESTIÓN DE LA RECURRENCIA A LAS CLÁUSULAS DE SALVAGUARDIA POR PARTE DE LOS ESTADOS MIEMBRO

1 CONCEPTOS BÁSICOS DE LAS DIRECTIVAS DE ARMONIZACIÓN TÉCNICA

El objeto de este capítulo es clarificar algunos conceptos, que constituyen la base fundamental de la aplicación coherente y eficaz de estas directivas. Por consiguiente, trata de facilitar la interpretación de dichos conceptos, los cuales son comunes a todas las directivas de armonización técnica.

Por otro lado, es adecuado subrayar que la cláusula general de comercialización y, en su caso, de puesta en servicio desempeña un papel primordial, ya que, tanto a los Estados miembro como a los Agentes Económicos establecidos en la U.E. les interesa conocer de una manera clara y uniforme, el momento en que nacen los derechos y obligaciones que les incumben emanados de las directivas.

Así mismo, se precisan igualmente los conceptos de fabricante, mandatario e importador o persona responsable de la comercialización en la U.E., como titulares de las obligaciones impuestas en relación al diseño, la fabricación, la comercialización o puesta en servicio de los productos, independientemente de la responsabilidad que les corresponda por la comercialización de productos que, o bien, no son conformes a una directiva en concreto, o son defectuosos.

Por último, se precisará el alcance y contenido del período transitorio que se incluye en la mayoría de las directivas de armonización técnica.

1.1 COMERCIALIZACIÓN

La comercialización es el suministro por primera vez, con carácter oneroso o gratuito, de un producto para su distribución y utilización en el mercado comunitario y que está incluido en el campo de actividad de una directiva en cuestión.

Desgranando este concepto, podemos decir que la comercialización determina el momento en que el producto pasa por primera vez de la fase de fabricación en el territorio de la U.E., o de importación desde un tercer país, a la de distribución o utilización en el mercado de la U.E. Así pues, y de acuerdo con la definición, al tratarse la comercialización de un suministro por primera vez, queda claro, que las directivas únicamente se ocuparán de los productos nuevos fabricados en el ámbito de la U.E., o

importados a Esta desde un tercer país nuevos o usados que son comercializados por el propio fabricante o su mandatario establecido en la U.E. o por el importador del producto.

Antes, hemos dicho en la definición, que la comercialización es **un suministro...**, ¿qué abarca esto?, fundamentalmente dos cosas:

- a) La cesión del producto, es decir, el traslado de la propiedad del producto o el traslado físico del mismo, del fabricante, el mandatario establecido en la U.E. o el importador a quien vaya a efectuar su distribución en el mercado comunitario o a entregarlo al consumidor o usuario final, claro está, siempre dentro de una operación comercial, con carácter oneroso o no y de cualquiera que sea el acto jurídico en que se base la cesión (venta, préstamo, alquiler, donativo, etc.).

En el momento de la cesión, el producto debe cumplir las disposiciones de la(s) directiva(s) que le(s) afecte(n).

- b) La oferta de cesión en caso de que el fabricante (o su mandatario establecido en la U.E.), o el importador ofrezcan dentro de su propia red comercial de distribución un producto para su cesión directa al consumidor o usuario final.

En el momento de la oferta, el producto debe cumplir las disposiciones de la(s) directiva(s) que le(s) afecte(n).

Dicho esto, ¿cuando no se lleva a cabo **este suministro**?

- a) Cuando se cede el producto desde el fabricante al mandatario o importador, ya que estos dos últimos son los responsables de efectuar los trámites necesarios para que el producto cumpla la directiva.
- b) Cuando se importe el mercado comunitario para su reexportación, por ejemplo, en régimen de tráfico de perfeccionamiento.
- c) Cuando el producto fabricado en la U.E. es para su exportación a un tercer país extracomunitario.
- d) Cuando el producto es exclusivamente para su exhibición en ferias y exposiciones.
- e) Cuando se ofrezca un producto por catálogo.

En el momento en que se efectúe el primer suministro, el producto debe cumplir las disposiciones de la(s) directiva(s) que le afecte(n)

- f) Cuando se detecte la presencia del producto en los almacenes del fabricante o

del importador.

A la vista de lo anteriormente dicho, queda claro, que a partir de la fecha establecida en las directivas para su aplicación por los Estados miembro, se origina:

- a) La obligación de comercializar y/o poner en servicio en la U.E. sólo productos que cumplan las disposiciones de las directivas.
- b) La obligación de los Estados miembro de no obstaculizar, prohibir o restringir la comercialización y/o puesta en servicio de dichos productos y de adoptar las medidas necesarias para que estos productos se comercialicen y/o se pongan en servicio únicamente en el caso de que se ajusten a los requisitos de las directivas.

Ahora bien, las directivas como cualquier otra disposición positiva del derecho, no tiene retroactividad, es decir, no son aplicables a los productos que ya se hayan comercializado y/o puesto en servicio antes de la fecha a que se hacía referencia en el apartado anterior.

Por último, la comercialización se refiere a cada **producto individual** incluido en las directivas, que existe físicamente y esté terminado, independientemente del momento y lugar en que se haya fabricado unitariamente o en serie. Así mismo, hay directivas como la de máquinas que incluyen disposiciones específicas para los componentes o productos que se ensamblen o incorporen a los productos incluidos en dicha directiva, por ejemplo, los componentes de seguridad.

1.2 PUESTA EN SERVICIO

La puesta en servicio es la primera utilización en el mercado comunitario de un producto incluido en el campo de actividad de una directiva en cuestión por parte de su usuario final.

Este concepto no es excluyente de la potestad que tienen los Estados miembro a incluir condiciones a la instalación de los productos, siempre y cuando, dichas condiciones no alteren las conformidad de los productos con las directivas.

A veces surge la duda de cuando un producto se fabrica o importa de un tercer país para uso propio del fabricante o importador, en qué momento dicho producto debe cumplir la directiva en cuestión, por existir confusión entre comercialización y puesta en servicio. A este respecto, es claro, que la obligación incumbe a la puesta en servicio.

Es evidente, que a partir de la fecha establecida en las directivas para la aplicación de sus disposiciones por parte de los Estados miembro, surge la obligación de:

- a) Poner en servicio únicamente productos que cumplan las disposiciones establecidas por las directivas.
- b) No obstaculizar, prohibir, restringir o dificultar la puesta en servicio de productos que cumplan las especificaciones de las directivas que les son de aplicación.
- c) Adoptar todas las medidas necesarias para que los productos que se pongan en servicio se ajusten a las especificaciones de las directivas, en el caso de que su instalación, mantenimiento y utilización sean conformes al uso al que van destinados.

De acuerdo a estas premisas, los productos que se hayan comercializado con anterioridad a la fecha establecida en las directivas para su aplicación por los Estados miembro, pero aun no puestos en servicio para la citada fecha, únicamente podrá llevarse a cabo esta última operación, (la puesta en servicio), cuando el producto cumpla con las especificaciones de las directivas, salvo que expresamente se indicase lo contrario.

En el caso de productos de gran consumo listos para su empleo desde el momento de su comercialización para los que su seguridad no quede mermada por las condiciones de distribución (transporte; almacenamiento; etc.), los requisitos del párrafo anterior no pueden llevarse a cabo tal y como en él se indica, por considerar que la puesta en servicio se produce en el momento de su comercialización al ser muy difícil determinar el momento en que se utiliza por primera vez.

1.3 FABRICANTE

El fabricante es la persona física o jurídica que asume la responsabilidad del diseño y la fabricación de un producto incluido en el campo de actividad de una directiva en cuestión, con objeto de comercializarlo a su nombre, al margen del régimen de responsabilidad que le incumbe tal y como se define en la Directiva del Consejo 85/374/CEE relativa a la responsabilidad de los daños causados por los productos defectuosos.

A la vista de esta definición queda claro que el fabricante puede estar o no establecido en el ámbito de la U.E., y que puede designar a un mandatario que lo represente y sustituya con la condición de que dicho mandatario esté establecido en la U.E.

Las obligaciones a que está sujeto el fabricante son las que a continuación se indican:

- a) Diseñar y fabricar los productos cumpliendo los requisitos esenciales establecidos por las directivas que les son de aplicación.

- b) Cumplir los procedimientos de certificación establecidos por las directivas que son de aplicación a sus productos (declaración de conformidad; solicitud de Examen CE de Tipo; Marcado CE; elaboración del expediente técnico; puesta a disposición de dicho expediente técnico ante las autoridades competentes; etc.)

Resulta obvio que las obligaciones anteriormente indicadas pueden subcontratarse por el fabricante (diseño y/o fabricación), pero siempre y cuando mantenga la dirección de obra bajo su responsabilidad.

Existen otros casos en los cuales se asume la misma responsabilidad que la correspondiente al fabricante del producto original. Entre estos casos están los siguientes:

- a) Cuando se modifique por parte de un tercero el uso para que estaban destinados los productos de acuerdo con las especificaciones del fabricante. En este caso, el transformador del producto se convierte en fabricante, y en consecuencia queda sujeto al mismo régimen de responsabilidad de aquel.
- b) Cuando se importen productos usados de terceros países, y estos hayan de cumplir, con los requisitos esenciales de las directivas que les son de aplicación, el importador de tales productos asume las condición de fabricante, y por ende, igualmente queda sujeto al mismo régimen de responsabilidad del fabricante.

1.4 MANDATARIO

El mandatario es aquella persona física o jurídica designada expresamente por el fabricante, que actúa en su nombre y en la medida prevista en lo que respecta a determinadas obligaciones establecidas por las directivas.

Tal y como se ha indicado anteriormente, el mandatario ha de estar establecido en la U.E..

La delegación expresa del fabricante al mandatario debe limitarse a las obligaciones que, según las directivas en cuestión, puedan correr a cargo de este último.

Esta delegación de funciones debe ser igualmente de tipo administrativo, es decir, por ejemplo:

- a) Elaborar y tener a disposición de la autoridad competente el expediente técnico.
- b) Solicitar el Examen CE de Tipo.

- c) Redactar la Declaración de Conformidad CE.
- d) etc.

1.5 IMPORTADOR

El importador es aquella persona física o jurídica que comercializa productos incluidos en el campo de actividad de una directiva en cuestión, en el ámbito de la Comunidad Europea, y que normalmente son procedentes de un país tercero.

Debido a que es posible que ni el fabricante ni su mandatario estén establecidos en la U.E., el importador ha de asumir en el ámbito de la U.E. las obligaciones de aquellos, las cuales se limitarán generalmente a las del tipo administrativo, como por ejemplo tener a disposición de la autoridad competente el expediente técnico.

Puede darse el caso, y es frecuente que así sea, que exista más de un importador establecido en la U.E. para una misma gama de productos de un mismo fabricante. En este supuesto, y de manera concertada fabricante-importadores, debe establecerse quien de ellos será el depositario del expediente técnico en el ámbito de la U.E. y por consiguiente responsable de la comercialización de los productos en cuestión ante la U.E.. De esta circunstancia deberán tener perfecto conocimiento el resto de importadores del fabricante en cuestión.

1.6 EL PERÍODO TRANSITORIO

El período transitorio es el período que va desde la fecha de entrada en vigor de una directiva hasta una fecha posterior fijada en cada directiva y durante el cual coexisten las medidas nacionales emanadas de la transposición de las directivas al derecho interno de cada Estado miembro, con las reglas nacionales ya en vigor para dichos Estados en la fecha de entrada en vigor de las directivas.

Durante dicho período, que se considera de aplicación voluntaria de la directiva, el fabricante o su mandatario podrá optar por comercializar y poner en servicio en un Estado miembro productos que cumplan las directivas en cuestión, o continuar fabricándolos de acuerdo a las reglas nacionales en vigor. Cuando expire este período transitorio se aplicarán únicamente las directivas comunitarias, dejando de tener validez cualquier regla nacional que entre en conflicto con dichas directivas, es decir, que se ocupe de los mismos productos y que incluya los mismos requisitos esenciales de las directivas.

Visto conceptualmente lo que es un período transitorio, y el alcance que tiene el mismo,

conviene explicar las razones por las cuales las directivas de armonización técnica incluyen este concepto.

La finalidad de mantener las reglas nacionales existentes es permitir la transición entre la aplicación de los regímenes nacionales y la del régimen comunitario. Dicha transición es imprescindible, sobre todo cuando el régimen comunitario crea una certificación por tercera parte, debido a que tanto fabricantes como organismos notificados deben adecuarse a las exigencias comunitarias cada uno en el ámbito de sus competencias y responsabilidades.

Aparte de esto, existen otras razones que motivaron en su momento la necesidad de establecer esta transitoriedad, entre las cuales están:

- a) Permitir a los fabricantes que hayan adquirido derechos en virtud de las reglas nacionales en vigor con anterioridad a las directivas en cuestión, puedan agotarlos.
- b) Permitir que los fabricantes agoten las existencias de productos fabricados de acuerdo con las reglas nacionales en vigor con anterioridad a las directivas en cuestión puedan agotarlos antes de la entrada en vigor de aquellas.
- c) Contribuir a la aprobación de normas armonizadas, es decir, a incrementar la disponibilidad de aquellas, aunque, en principio la aplicación de una directiva de armonización técnica no depende de la existencia o no de normas armonizadas.

Hasta aquí, hemos comentado la definición, alcance y objetivos del período transitorio, pero hay algo más necesario a tener en cuenta, y es, el régimen jurídico a aplicar durante y después de dicho período.

1.6.1 Régimen jurídico aplicable durante el período transitorio

- a) Mantenimiento y obligación de mantener en vigor las reglas nacionales existentes con anterioridad.**

Una de las características que distingue las directivas de armonización técnica o de nuevo enfoque, de las de enfoque opcional, es que el legislador comunitario ha impuesto a los Estados miembro el mantenimiento en vigor de las reglas nacionales, las cuales, con el enfoque opcional quedaban a la discreción de los Estados miembro mantenerlas o no, y por consiguiente podrían tener la libertad de aplicar únicamente las directivas.

Esta obligación de mantenimiento de las reglas nacionales, abarca no solamente a las disposiciones nacionales obligatorias en vigor sino también a cualquier norma

nacional aplicada voluntariamente por los fabricantes, es decir, que si no existe regla en el sentido literal del término, el Estado miembro tiene que mantener el **régimen existente** y abstenerse en consecuencia de reglamentar.

Aunque alguien pueda decir que esta interpretación no se desprenda del texto de las cláusulas relativas a los períodos transitorios de las directivas de armonización técnica publicadas hasta la fecha, es sin embargo, la única que ha encontrado el legislador comunitario capaz de garantizar lo que dicho período transitorio persigue.

Por otro lado, esta interpretación conduce a que durante el período transitorio se acepte la coexistencia de dos normas nacionales en conflicto, es decir, la norma nacional que adopta la norma armonizada y la norma nacional anterior a la antes indicada. Asimismo, la obligación de mantener el **régimen nacional anterior resultante de las directivas conduce a que los Organismos Nacionales de Normalización han de mantener durante el período transitorio normas nacionales que estén en conflicto con una norma armonizada.**

Aunque resulta claro que durante el período transitorio los Estados miembro tienen la obligación de mantener sin cambios los regímenes nacionales existentes en la fecha de entrada en vigor de las directivas o de aprobación de las mismas según los casos, puede haber circunstancias de fuerza mayor derivadas del estado del arte o de circunstancias excepcionales que aconsejen modificar el régimen nacional existentes, por no cumplir los requisitos legítimos derivados de la seguridad, salud o protección de los consumidores a los que todo Estado miembro tiene derecho a protegerse legalmente.

Es este caso, estas modificaciones deberán notificarse en la fase de proyecto por el Estado miembro afectado conforme a lo dispuesto en la Directiva 83/189/CEE, para analizar si están debidamente justificadas las modificaciones propuestas.

b) Aplicación de las directivas durante el período transitorio.

Hemos dicho anteriormente que durante el período transitorio la aplicación de las directivas es voluntaria y coexisten con las reglas nacionales en vigor, teniendo libertad el fabricante para elegir una u otra.

En este sentido puede suceder que un producto esté afectado por varias directivas, para algunas de las cuales, los requisitos esenciales en ellas recogidos lo están igualmente en las reglas nacionales. Pues bien, en este caso, la presencia del Mercado CE en un producto no indicará necesariamente que se cumplen todas las directivas aplicables a dicho producto.

Así pues, y aunque la información relativa a los requisitos esenciales que cumple un producto y las directivas a él aplicadas figuran en los documentos establecidos para

los procedimientos de evaluación de la conformidad, no es menos cierto que en este caso, los usuarios del producto y las autoridades de inspección no pueden saber a priori si el Mercado CE implica o no el cumplimiento de todas las directivas que afectan al producto en cuestión.

c) Libre circulación de productos durante el período transitorio.

Resulta evidente que los productos que cumplan las directivas y lleven el Mercado CE pueden circular en la Comunidad Europea sin obstáculo alguno.

Ahora bien, aquellos productos legalmente fabricados y comercializados en base a una regla nacional o a una norma técnica de carácter no obligatorio, podrán beneficiarse de la libre circulación en el ámbito U.E. de acuerdo a lo establecido en el Artículo 30 del Tratado de Adhesión, sin perjuicio, no obstante, de las limitaciones mencionadas en el Artículo 36 del dicho Tratado.

Dichas limitaciones vienen derivadas del sometimiento a reglas de otros Estados miembro, debidamente justificadas por uno o varios requisitos esenciales de los mencionadas en dicho Artículo 36. Por otro lado, el Artículo 30 permite disfrutar a los productos del reconocimiento mutuo siempre y cuando se pueda aplicar el principio de **protección equivalente**.

1.6.2 Régimen aplicable al finalizar el período transitorio

a) Obligación de suprimir los regímenes nacionales

Al finalizar el período transitorio, los Estados miembro tienen la obligación de derogar las reglas nacionales y aplicar únicamente las directivas a todos los productos que hayan estado o no sometidos a una regla nacional anterior.

Como resultado a lo anteriormente expuesto, ningún producto fabricado o comercializado antes o durante el período transitorio de acuerdo a una regla nacional, podrá seguir comercializándose o ponerse en servicio en la U.E..

Más concretamente, cuando expira el período transitorio, únicamente los productos que lleven de manera legítima el Mercado CE podrán comercializarse y ponerse en servicio.

b) Falta de normas armonizadas al final del período transitorio.

Hemos visto que, una de las razones de la existencia del período transitorio es permitir la existencia de las normas armonizadas en un número suficiente, pero puede darse el caso, y de hecho se da, de que esto no pueda cumplirse.

En tal caso, los procedimientos de evaluación de la conformidad permiten que el fabricante pueda, para aquellos requisitos no tratados por las normas armonizadas, demostrar la adecuación de las especificaciones técnicas por él utilizadas respecto a dichos requisitos. Para ello, los organismos notificados deberán tener a su disposición todas las especificaciones técnicas existentes con las que consideren que pueden cumplirse los requisitos esenciales, pero han de tener en cuenta que el empleo de dichas especificaciones por parte del fabricante no presupondrá el cumplimiento de los requisitos esenciales correspondientes.

La utilización por parte de los Organismos Notificados, de especificaciones técnicas existentes, y más concretamente de normas nacionales, puede contribuir a facilitar el proceso, establecido en las directivas, para reconocer aquellas normas nacionales que cumplen los requisitos esenciales, paliando de esta forma la falta de normas armonizadas.

2 LA RECURRENCIA A LAS CLÁUSULAS DE SALVAGUARDIA POR PARTE DE LOS ESTADOS MIEMBROS

Todas las directivas de armonización técnica hacen referencia a una cláusula general de comercialización y a una cláusula de libre circulación.

La primera de ellas, exige que los productos incluidos en dichas directivas únicamente pueden comercializarse sino ponen en peligro la salud y seguridad de las personas, animales y bienes.

La segunda de ellas, exige a los Estados miembros a admitir la comercialización y libre circulación de productos que cumplan las directivas que les afecten.

Ahora bien, tanto la comercialización como la libre circulación pueden restringirse e incluso prohibirse en virtud de la vigilancia del mercado por parte de los Estados miembro, cuya cláusula de salvaguardia constituye el último recurso.

Esta cláusula obliga a los Estados miembro a que tengan en cuenta que, a pesar de que

un producto puede ostentar el Mercado CE y utilizarse de acuerdo al uso previsto, este puede poner en peligro la seguridad y salud de las personas, animales o bienes, por lo que en consecuencia dichos Estados deben adoptar las medidas necesarias tendentes a restringir y prohibir la comercialización del producto o retirarlo del mercado.

En consecuencia, podemos decir que, las cláusulas de salvaguardia son un medio para:

- a) Invalidar la presunción de conformidad de un producto con respecto a los requisitos esenciales de las directivas.
- b) Garantizar la vigilancia del mercado en el territorio de la U.E., ya que tiene como resultado extender a toda la U.E. la decisión de un Estado miembro respecto a un producto considerado como peligroso, avisando a través de la Comisión, al resto de Estados miembro para que también adopten medidas en su territorio.
- c) Disponer la intervención de los Estados miembro y de la Comisión para vincular a las demás partes interesadas (fabricantes; organismos notificados; organismos encargados de la vigilancia del mercado; organizaciones de consumidores y usuarios; agentes sociales; etc.)

2.1 CONDICIONES DE RECURSO A LAS CLÁUSULAS DE SALVAGUARDIA

Hay que tener en cuenta que, en primer lugar existen dos condiciones previas (para que pueda recurrirse) a las cláusulas de salvaguardia, a saber:

- a) El producto lleva el Mercado CE colocado debida o indebidamente.
- b) El producto se utiliza o está en condiciones de utilizarse de acuerdo a lo establecido en la directiva correspondiente.

¿Esto que quiere decir?. Quiere decir que las cláusulas de salvaguardia se aplican únicamente a los productos que ostenten el Mercado CE, ya que es obvio, que aquellos productos que no ostenten dicho marcado pero que sin embargo debieran llevarlo, está prohibida su comercialización y los Estados miembro han de intervenirlos directamente sin recurrir a cláusulas de salvaguardia alguna.

Para recurrir a las cláusulas de salvaguardia es necesario cumplir dos condiciones, estas son:

- a) **Redacción de un atestado por el Estado miembro, bien a través de la Autoridad nacional competente; de los Organismos encargados de la vigilancia del mercado o de una tercera parte** como pueda ser una organización de consumidores

y/o usuarios, un agente social, etc.

Dicho atestado debe referirse a un hecho concreto, ser objetivo y basarse en hechos verificables mediante ensayos, exámenes, etc. que constituyan prueba suficiente. No debe referirse a un **caso aislado**, sino más bien a errores que sistemáticamente se repiten, como por ejemplo: errores en el diseño y la fabricación de un producto.

NOTA - Debe entenderse **caso aislado** como un producto único o de serie reducida que, a priori, aunque cumple los requisitos necesarios de recurrencia a las cláusulas de salvaguardia, el Estado miembro considera que no es preciso dicha recurrencia por el carácter limitado de las consecuencias expuestas en el atestado.

En el atestado debe igualmente tenerse en cuenta no solamente el procedimiento de evaluación de la conformidad del fabricante, sino que además debe evaluarse el alcance de la falta de conformidad en lo que respecta al usuario del producto.

b) La puesta en peligro por parte de un producto de la salud, seguridad de las personas, animales o bienes.

La evaluación de dicho peligro es competencia exclusiva de los Estados miembro, los cuales tienen la responsabilidad de evaluar cuando un peligro más o menos previsible puede tener graves consecuencias. Ahora bien, el problema más delicado que surge para los Estados miembro al recurrir a las cláusulas de salvaguardia, radica por un lado, del laxismo que provocaría la materialización del peligro con el consiguiente perjuicio para usuarios y consumidores, y por otro, el exceso de celo que perturbaría el mercado sin fundamento real y perjudicaría en especial a los fabricantes.

2.2 APLICACIÓN DE LAS CLÁUSULAS DE SALVAGUARDIA

Desde el momento en que un Estado miembro recurre a las cláusulas de salvaguardia, debe adoptar las medidas administrativas pertinentes para; restringir o prohibir la comercialización de un producto y/u ordenar su retirada del mercado. Estas medidas administrativas tomadas de pleno derecho por el Estado miembro en cuestión, no precisan autorización previa ya que responden a razones de urgencia. Su materialización corresponde a los Organismos competentes en materia de vigilancia del mercado y se extenderán a todo el territorio de dicho Estado miembro, a fin de evitar que el peligro se materialice, perpetue o agrave.

No obstante lo anterior, las cláusulas de salvaguardia tienen como objetivo principal su aplicación en todo el territorio de la U.E., por lo que la Comisión considera que las medidas adoptadas a nivel nacional tienen una aplicación cautelar y deben tener como

efecto la eliminación de la falta de conformidad.

El Estado miembro que recurra a las cláusulas de salvaguardia debe informar a la Comisión lo antes posible de las medidas que ha tomado, indicando de forma clara las razones que justifican su decisión de recurrir, la cual se ha de basar en argumentos sólidos a fin de reducir el plazo de tramitación del expediente en la Comisión.

El Estado miembro se dirigirá oficialmente a la Comisión, mediante escrito dirigido a su Secretaría Central con copia al servicio de la Comisión que se encarga de la gestión de la directiva correspondiente. La justificación de la decisión adoptada al recurrir a las cláusulas de salvaguardia se puede basar fundamentalmente en;

- a) El incumplimiento de los requisitos esenciales cuando el producto no se ajusta las normas incluidas en la directiva correspondiente.
- b) Una aplicación incorrecta de las normas.
- c) Un vacío existente en las normas.

aunque puede completarse o precisarse para exponer más claramente las razones de la recurrencia a las cláusulas de salvaguardia, siempre que exista una relación directa con las condiciones de recurso indicadas en el apartado 2.1 anterior.

2.3 GESTIÓN DE LAS CLÁUSULAS DE SALVAGUARDIA

Es obvio que la gestión de las cláusulas de salvaguardia corresponde a nivel nacional a los Estados miembro y a nivel Comunitario a la Comisión a fin de que se aplique lo antes posible en todo el territorio de la U.E.. Para ello, la Comisión consultará a todas las partes implicadas, al objeto de que una vez informadas estas, los servicios de la Comisión encargados de gestionar la directiva en cuestión contacten con:

- a) El Estado miembro que ha recurrido a la cláusula de salvaguardia, y la ha aplicado y por supuesto a los Organismos de vigilancia del mercado que están implicados en la puesta en marcha del procedimiento.
- b) Los restantes Estados miembros afectados directamente por la cláusula de salvaguardia interpuesta.
- c) El(los) fabricante(s); el(los) Organismo(s) Notificado(s) (u otros organismos terceros) que hayan intervenidos en el procedimiento de evaluación de la conformidad.

Si estas primeras consultas no son satisfactorias, o si hay dudas sobre el procedimiento

de recurso a las cláusulas de salvaguardia, **la Comisión con carácter excepcional**, podrá consultar a otros organismos, entidades o expertos que le ofrezcan garantías de competencia y neutralidad al objeto de que faciliten la información complementaria precisa y directamente relacionada con el problema en cuestión.

Una vez realizadas dichas consultas, la Comisión redactará en el plazo más breve posible, un atestado sobre la justificación o no de las medidas adoptadas por el Estado miembro que haya recurrido a las cláusulas de salvaguardia.

Si las medidas adoptadas por el Estado miembro se consideran justificadas para la Comisión. Esta procederá de la siguiente manera:

- a) Informa al Estado miembro que ha interpuesto el recurso y al resto de Estados miembro para invitarles a que adopten medidas equivalentes de protección.
- b) Mediante fax, se comunica la decisión al Estado miembro, sin perjuicio de las explicaciones complementarias precisas a través del Comité de Seguimiento de la Directiva 83/189/CEE, (cuando se trata de un problema relacionado con las normas), o de los Comités Sectoriales de Seguimiento previstos en algunas directivas de nuevo enfoque.

La decisión de la Comisión dirigida al Estado miembro en cuestión tendrá un efecto de confirmación, refuerzo o en su caso de modificación a cargo del Estado miembro de las medidas inmediatas que haya adoptado.

Ahora bien, si por el contrario la Comisión no considera justificadas la medidas adoptadas por el Estado miembro que haya recurrido a las cláusulas de salvaguardia, Esta procederá de la siguiente manera:

- a) Solicitará del Estado miembro que suprima las medidas y adopte inmediatamente las disposiciones necesarias para que los productos de que se trate vuelvan a circular libremente en su territorio.
- b) Comunicará a los restantes Estados miembro su decisión al respecto, al objeto de que Estos adopten también las medidas de restricción, prohibición o retirada del mercado de los productos en cuestión, a fin de que dichas medidas tengan el mismo efecto en la U.E..
- c) Iniciará el proceso sancionador previsto en el Artículo 169 del Tratado si el Estado miembro no se atiene a la decisión de la Comisión.

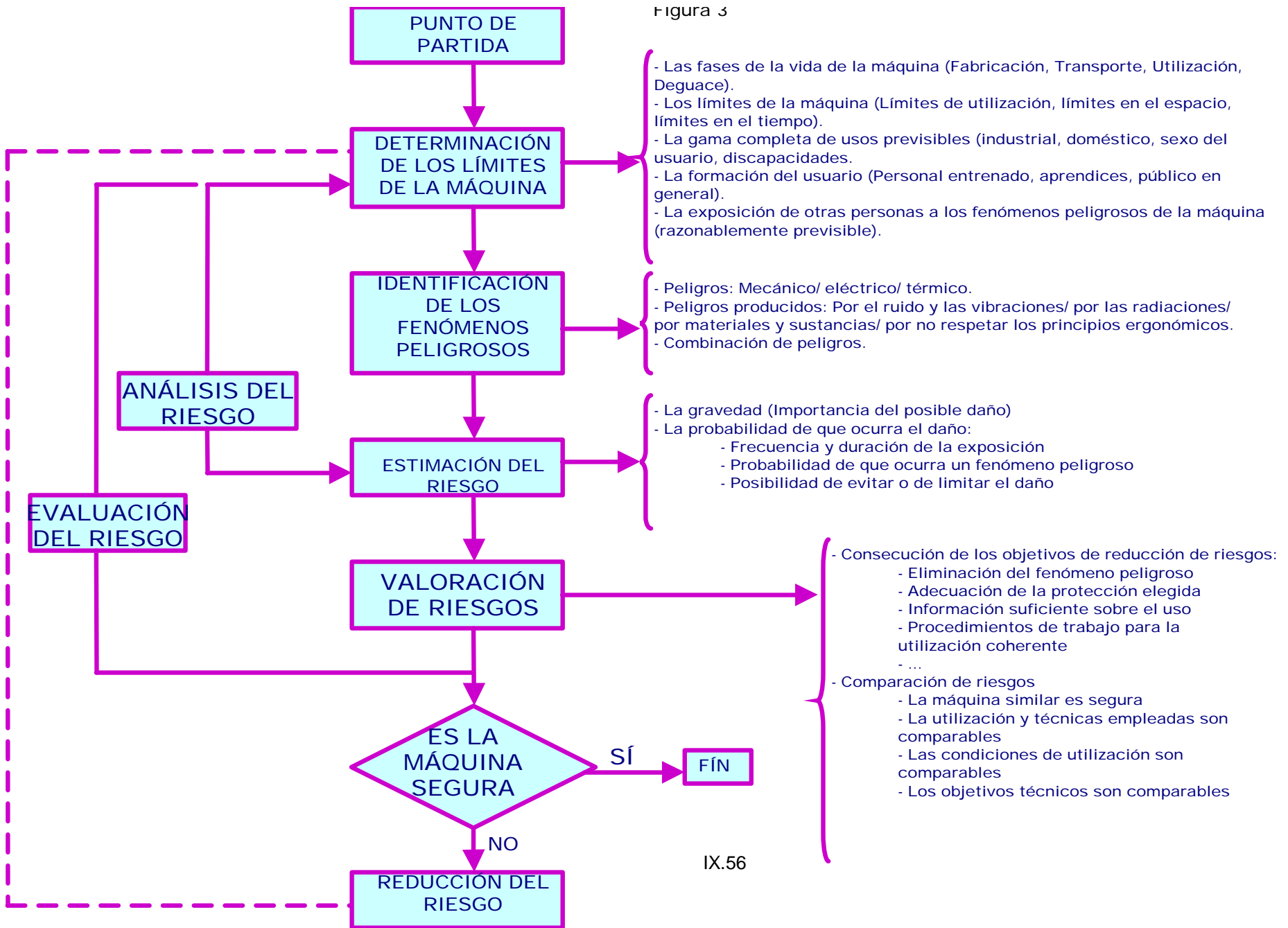
2.4 CONSECUENCIAS DE LA APLICACIÓN DE LAS CLÁUSULAS DE SALVAGUARDIA

Anteriormente hemos indicado que un producto que lleve el Marcado CE debe ser conforme con los requisitos esenciales de las directivas y que una falta de conformidad implica sanciones a los fabricantes, mandatarios o importadores de dicho producto, de acuerdo a las legislaciones nacionales. Pero no obstante, la Comisión considera que igualmente debe garantizar también sean respetados los derechos de aquellos cuando se demuestra que determinadas Autoridades Públicas han cometido abusos al aplicar las cláusulas de salvaguardia.

Ahora bien, si la falta de conformidad es debido a que la norma armonizada no cumple el requisito esencial, la Comisión, teniendo en cuenta el dictamen del Comité de Seguimiento de la Directiva 83/189/CEE, notificará a los Estados miembro si dicha norma debe o no retirarse de las publicaciones relativas a la directiva en cuestión teniendo en cuenta todas las implicaciones posibles e informará de ello al Organismo Europeo de Normalización correspondiente y, en su caso dispondrá de un nuevo mandato de normalización. Este caso, es un caso típico en el que la cláusula de salvaguardia está debidamente justificada, y en consecuencia todos los productos que cumplan esta norma deben retirarse del mercado.

Por todo lo expuesto, la aplicación de las cláusulas de salvaguardia deben situarse en el contexto más amplio posible de la vigilancia del mercado, teniendo en cuenta especialmente la aplicación de procedimientos urgentes de información establecidos por la Decisión del Consejo 89/45/CEE de fecha 1988-12-21 (DOCE L 17 del 1989-01-21) y las disposiciones de la directiva sobre seguridad general de los productos.

Figura 3



Salud y Seguridad Laboral en ambientes térmicos

Francisco Vighi Arroyo
Catedrático Emérito de Termotecnia
ETSII-UPM

INDICE

1. Influencia del ambiente térmico en el trabajo. Introducción	1
2. Comportamiento del organismo desde un punto de vista térmico	4
3. Concepto de tensión térmica. Evaluación de los problemas termofisiológicos	9
4. Medidas correctoras	26
5. Normas y Reglamentos que regulan los procesos térmicos según la seguridad	34
Bibliografía	36

1. Influencia del ambiente térmico en el trabajo. Introducción

Los ambientes térmicos requieren un estudio, conocimiento y adecuado tratamiento desde la perspectiva en el campo de la Seguridad Industrial, debido a los efectos que altas o bajas temperaturas y la aportación incontrolada de calor pueden provocar en el individuo y en su actividad laboral, dando lugar a riesgos profesionales.

La influencia de ambientes con temperaturas alejadas de las habituales en los locales de trabajo, se aprecia en los índices de productividad, y en la tasa de siniestros y, especialmente, en las consecuencias sobre la salud de las personas.

Su cuantificación en general y en especial para una actividad concreta son difíciles de definir y se basan generalmente en evaluaciones teóricas o de laboratorio, además de estadísticas y datos experimentales, deduciéndose una relación directa o causal entre la temperatura y los efectos producidos.

Está demostrado que a temperaturas elevadas hay una disminución de la atención y del estado de conciencia y, como consecuencia, una alteración en la efectividad y en la seguridad de la operación. Como ejemplo experimental la Figura 1 corresponde a estudios realizados por Belding relativos a la influencia de la temperatura en la siniestralidad en una acería, donde la curva inferior se refiere a temperaturas en °C y la superior a accidentes por millón de horas hombre trabajadas.

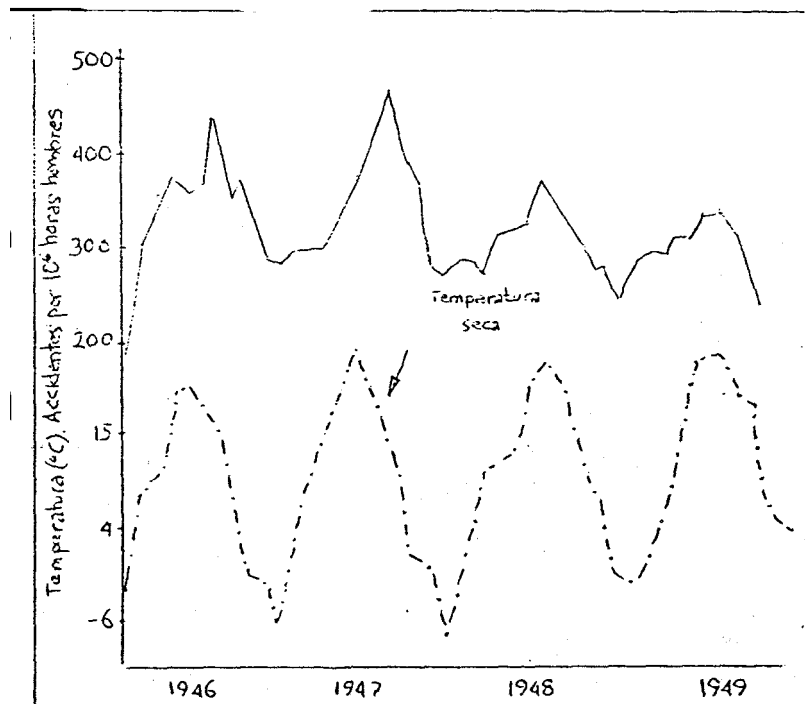


Fig. 1 Relación entre frecuencia de accidentes y clima ambiental en un acería.

En la figura 2 se recogen las experiencias de Theodor-Hettinger, sobre variaciones del rendimiento a causa del calor.

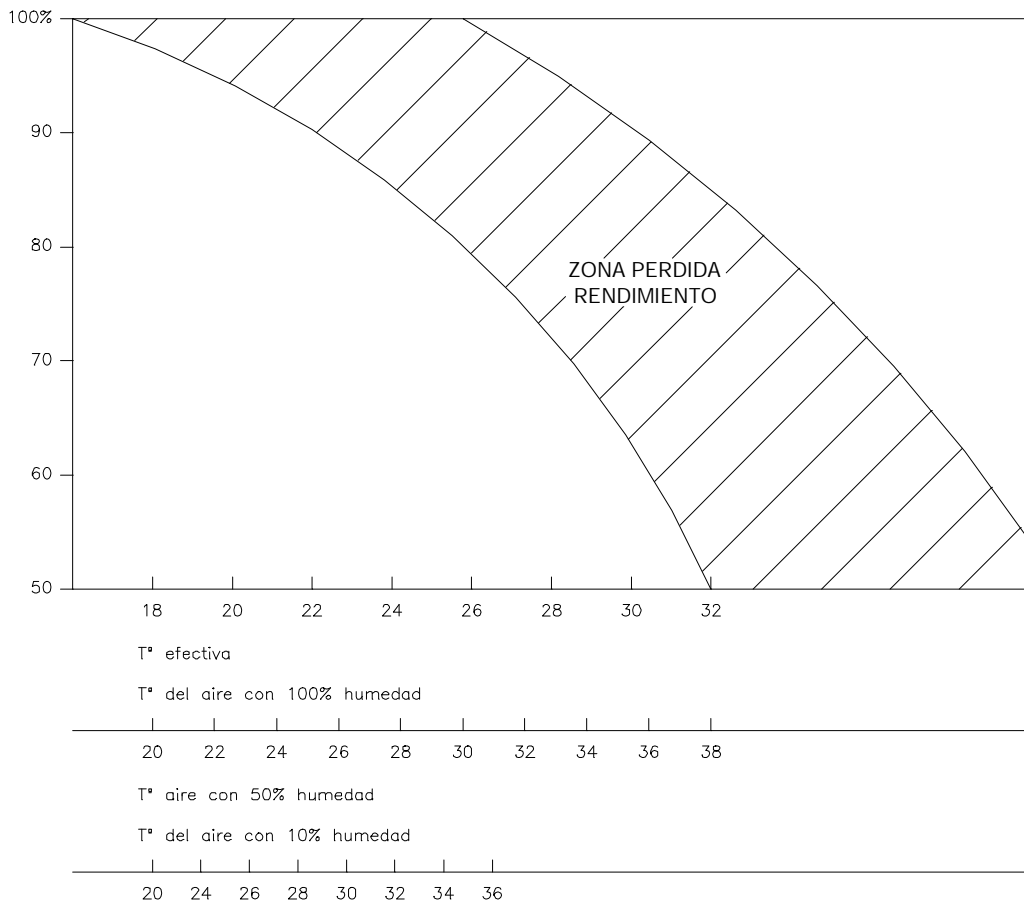


Fig. 2 Variación del rendimiento a causa del calor

En la Tabla I muestra la relación entre diversos tipos de trastornos y la temperatura de trabajo, siguiendo la pauta de estudio establecida por Grandjean, para una humedad relativa constante. Se aprecia como de los primeros síntomas meramente psíquicos como es la pérdida o dificultad de concentración, a medida que la temperatura aumenta se pasa a trastornos psicofisiológicos y puramente fisiológicos tales como la sobrecarga del sistema cardiovascular.

Correlación entre rendimiento y aumento de temperatura ambiental según Grandjean

20 °C	Tª confortable	Capacidad rendimiento plena
	Malestar Irritabilidad Dificultad de concentración Disminución rendimiento intelectual	Trastornos Psíquicos
	Aumento fallos en trabajo Dismu. rend. trabajos de destreza Mayor nº accidentes	Trastornos Psicofisiológicos
	Disminu. rend. trabajos pesados Perturbación metab. hidro-salino Sobrecarga sist. cardiovascular. Fuerte fatiga, riesgo de agotamiento	Trastornos Fisiológicos
35-40 °C	Límite de la máxima temperatura tolerable	

TABLA I

2. Comportamiento del organismo desde un punto de vista térmico

El ser humano mantiene un equilibrio térmico a través de mecanismos reguladores internos que permiten conservar su temperatura basal en 37 °C con pequeñas variaciones, de 0,5 °C alrededor de este valor, según los individuos. Las alteraciones a esta temperatura provocan trastornos de tipo fisiológico que, mientras no alcance límites superiores a 39 °C o inferiores a 34 °C, no implican trastornos graves a la salud de la persona. La temperatura media de la superficie del cuerpo humano se determina aproximadamente $t = 37,5 - 0,032 Q/S$

siendo Q la producción interna de calor y S la superficie en metros cuadrados de la persona. La Tabla I indica las condiciones de confortabilidad y los trastornos producidos según la temperatura.

El mecanismo de termorregulación del organismo tiene como finalidad esencial el mantenimiento de la temperatura interna constante. En consecuencia en un balance térmico los calores generados internamente debe equilibrarse con el calor transmitido al exterior según la ecuación:

$$M - E_d - E_s - E_v - L = R + C = K$$

que se puede simplifica:

$$M - E - L = R + C = K$$

donde: M es la producción metabólica de calor o generación interna de calor.

E es la pérdida de vapor de agua a través de la superficie de la piel por evaporación o difusión.

R es el calor eliminado por radiación, que será función de la temperatura de la superficie del cuerpo humano y de las temperaturas de las diversas superficies del entorno que le rodea y se determina en función de las leyes de la radiación (Stefan Bolzman).

C es el calor eliminado por convección en la superficie exterior, más el que pueda producirse por conducción, y L la pérdida de calor sensible en la respiración.

La cantidad de calor eliminado por evaporación, cuyo valor máximo puede estimarse en un litro por hora, con un límite a lo largo de la jornada laboral de unos cuatro litros se puede conocer por la ecuación

$$E = k_2 \times V^m (P_p - p_a) W$$

donde E es el calor eliminado por unidad de tiempo.

k_2 es un coeficiente a ajustar experimentalmente

V es la velocidad del aire del entorno

W es la superficie de piel humedecida

y P_a y P_p son las presiones de vapor de agua a temperatura del aire y de la piel.

m coeficiente cuyo valor varía entre 0,37 y 0,63 según autores.

La temperatura media del cuerpo humano se puede determinar por:

$$t_m = (1-K) t_{sk} + K t_{re}$$

t_{re} = temperatura interna

t_{sk} = temperatura piel

$$K \sim 0,8 / 0,9$$

El calor del metabolismo engloba los efectos producidos internamente en el cuerpo humano como consecuencia de reacciones químicas como la digestión, y trabajos mecánicos, respiración, circulación de la sangre, movimientos, esfuerzos y demás actividades, en función del tipo de trabajo.

$$M = 71.3 P^{3/4} [1 + 0,004 (30-B) + 0,01 (S-43,4)]$$

y su valor en reposo resulta aproximadamente 75 kcal/hora.

En la Tabla I se dan los cálculos de la carga térmica metabólica en diferentes actividades y los valores permisibles de exposición al calor. Los factores del balance térmico anterior son función de una serie de parámetros como se expresa en la Tabla II.

Según las condiciones ambientales y corporales el valor de los factores será distinto. El metabolismo será siempre positivo, en tanto que es una producción interna de calor. La evaporación representará siempre un factor negativo, en tanto que significa una pérdida de calor desde el cuerpo. La convección será positiva o negativa según las condiciones ambientales del aire. Así mismo la radiación tendrá un efecto positivo o negativo según las temperaturas de las superficies del entorno.

Cálculo de la carga térmica metabólica y consumo metabólico medio de diferentes actividades, según datos de American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

Valoración de la carga de trabajo

Valores medios de la carga térmica metabólica durante la realización de distintas actividades

A. Postura y movimientos corporales

	Kcal/minuto
Sentado	0,3
De pie	0,6
Andando	2,0 - 3,0
subida de una pendiente andando	añadir 0,8 por metro de subida

B. Tipo de trabajo

		Media	Rango
		Kcal/minuto	Kcal/minuto
Trabajo manual	ligero	0,4	0,2 - 1,2
	pesado	0,9	
Trabajo con un brazo	ligero	1,0	0,7 - 2,5
	pesado	1,7	
Trabajo con los dos brazos	ligero	1,5	1,0 - 3,5
	pesado	2,5	
Trabajo con el cuerpo	ligero	3,5	2,5 - 15,0
	moderado	5,0	
	pesado	7,0	
	muy pesado	9,0	

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS

TABLA II

Las variaciones de los parámetros modifican el balance térmico y la temperatura interna del cuerpo humano. La regulación de esta temperatura mediante mecanismos de retroalimentación nerviosos es función del hipotálamo, determinando la identificación de la temperatura y modificando la producción o las pérdidas de calor cuyos efectos de respuesta, sudoración, flujo sanguíneo periférico, etc. ajustan las condiciones de la piel (y sus poros) para aumentar o disminuir la superficie de transmisión y la sudoración.

En la figura 3 se representa el mecanismo del sistema de termorregulación.

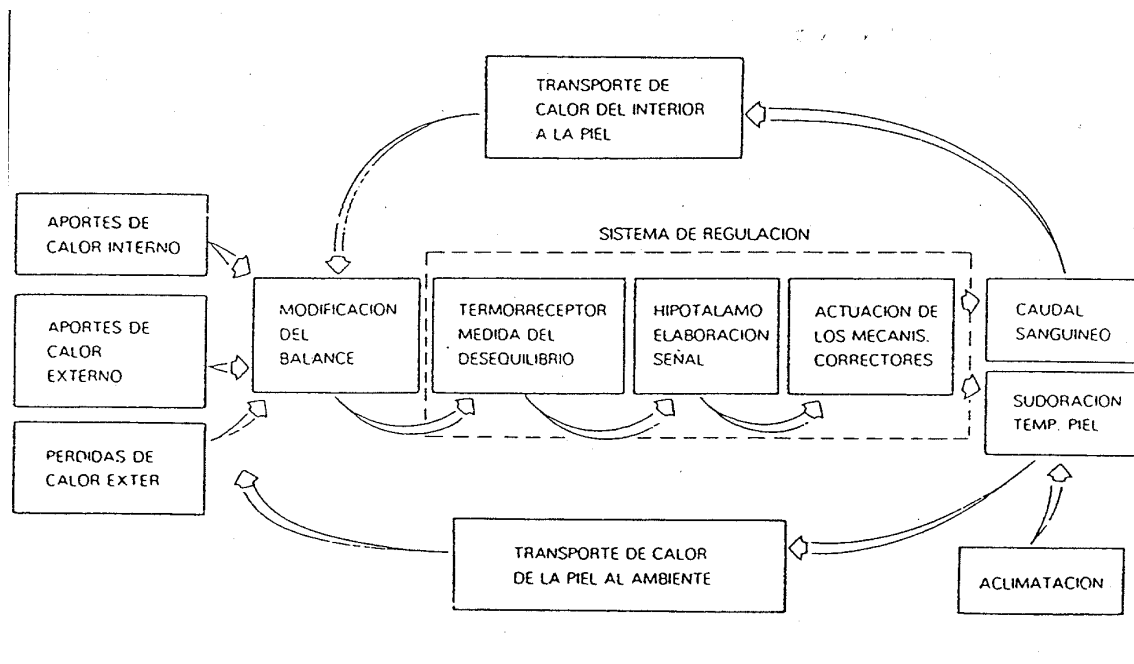


Fig. 3 Mecanismo del sistema de termorregulación. Fuente: AUBERTIN-MG-INRS

EFECTOS DE LAS TEMPERATURAS ALTAS SOBRE EL ORGANISMO

- * SE CALIENTA (HIPERTERMIA)
- * VASODILATACIÓN
- * ACTIVACIÓN DE LAS GLÁNDULAS SUDORÍPARAS
- * AUMENTO DE LA CIRCULACIÓN PERIFÉRICA
- * CAMBIO ELECTROLÍTICO DEL SUDOR: PÉRDIDA DE NaCl

CONSECUENCIAS DE LA HIPERTERMIA

TRASTORNOS PSÍQUICOS

DESHIDRATACIÓN Y DESALINIZACIÓN

HIPERPIREXIA (GOLPE DE CALOR)

EFFECTOS DE LAS TEMPERATURAS BAJAS SOBRE EL ORGANISMO

- * **SE ENFRÍA (HIPOTERMIA)**
- * **VASO CONSTRICCIÓN SANGUÍNEA**
- * **CIERRE DE LAS GLÁNDULAS SUDORÍPARAS**
- * **DISMINUCIÓN CIRCULACIÓN PERIFÉRICA**
- * **AUTOFAGIA DE GRASAS**
- * **ENCOGIMIENTO**
- * **MUERTE A TEMP. INTERIOR INFERIOR A 28 °C POR PARO CARDIACO**

CONSECUENCIAS DE LA HIPOTERMIA

MALESTAR GENERAL

DISMINUCIÓN DE LA DESTREZA MANUAL

COMPORTAMIENTO EXTRAVAGANTE (FALTA DE RIEGO AL CEREBRO)

CONGELACIÓN DE LOS MIEMBROS.

3. Concepto de Tensión Térmica. Evaluación de los problemas termofisiológicos

Se define como tensión térmica el estado fisiológico, provocado por un intercambio anómalo de calor entre el cuerpo humano y el ambiente.

Aparece debido al factor físico ambiental o al esfuerzo del trabajo que, al no poderse mantener en equilibrio, crea unas condiciones fisiológicas inadecuadas y se produce la tensión psíquica térmica con el riesgo consiguiente.

En la Tabla III se da una evaluación de Belding y Hatch para varios tipos de estrés térmico.

SIGNIFICADO DE LOS VALORES DEL ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO IST

I.T.T.	Implicaciones fisiológicas e higiénicas por exposiciones de 8 horas a varios tipos de estrés térmico
-20, -10	Sobrecarga al frío tipo suave. Se produce esta situación cuando se está recuperando una persona de una exposición al calor.
0	No hay sobrecarga térmica alguna.
10, 20, 30	Sobrecarga térmica que oscila entre suave y moderado. Se pueden esperar cierta disminución del rendimiento cuando se efectúen trabajos intelectuales o exija estar despierto y alerta. Cuando se efectúen trabajos pesados se observará poca disminución en el rendimiento, a menos que no sea importante la habilidad del individuo para efectuar el trabajo.
40, 50, 60	Fuerte sobrecarga térmica, puede amenazar la salud, a menos que las personas bajo esta sobrecarga sean lo suficientemente fuertes físicamente. Será necesario un período de tiempo de recuperación para aquellos individuos no aclimatados. Se deberá hacer una selección médica personal, ya que no pueden soportar estas condiciones los individuos que padecen trastornos cardiovasculares o respiratorios o dermatosis crónica. Estas condiciones de trabajo no son adecuadas tampoco para realizar un trabajo mental continuado.
70, 80, 90	Sobrecarga térmica extremo. Sólo un pequeño % de personas podrán pasar esta prueba. Se deberá seleccionar al personal por: examen médico; prueba en el trabajo tras el período de aclimatación.
100	Deberán tomarse las precauciones para proveerlos de sal y agua en las cantidades en las cantidades adecuadas. El mejorar las condiciones de trabajo por el medio más adecuado será altamente notado, y puede esperarse una disminución de riesgos contra la salud, mientras aumenta el rendimiento en el trabajo. Una ligera indisposición que, en otros trabajos, sería insuficiente para afectar el rendimiento en este tipo de trabajo, basta para descalificar al obrero para continuar su puesto.
	Sobrecarga máximo, a tolerar diariamente por hombres, jóvenes, físicamente fuertes y totalmente aclimatados.

TABLA III

Índice de tensión térmica IST (ITT) es la relación entre la cantidad de energía en forma de calor que se necesita eliminar en unas condiciones ambientales dadas y la energía

máxima que es posible eliminar a través de la evaporación en esas condiciones. Se produce acumulación con sus consecuencias si es necesario eliminar más energía

$$IST = \frac{E_{reg}}{E_{max}} : \text{Evaporación requerida} = \text{Metabolismo} + \text{Energía Radiante} + \text{Energía}$$

Trasmitida.

Las variables que influyen son el metabolismo total, basal y producido por el trabajo, y las condiciones del entorno, principalmente temperatura humedad velocidad del aire y calidad del mismo, insolación etc.

Debe además tenerse en cuenta que la ecuación de equilibrio entre ganancias y pérdidas térmica no siempre es adecuada para valorar la tensión térmica, ya que la descompensación de uno de los factores en medida notable, aunque se siga manteniendo el equilibrio, puede por si mismo crear estado de tensión con sus consecuencias de riesgo.

En este aspecto además del balance térmico en sí, deben tenerse en cuenta el control entre ciertos límites de la temperatura de la piel y de la cantidad de vapor de agua perdida por exudación. Franger demuestra que estos dos parámetros juegan un papel importante en la confortabilidad y tienen normalmente una dependencia lineal con el tipo y el rendimiento del trabajo. Establece en el caso de confort tres parámetros o variables más a considerar:

- a) Influencia del vestido. Su resistencia térmica se mide por unidad "clo" que equivale a una resistencia de $0,18 \text{ m}^2\text{h}^0\text{C/kcal}$ y varía para 0 en una persona desnuda a 1.5 en vestidos pesados (uniformes).
- b) Influencia del tipo de trabajo con su repercusión en la carga térmica metabólica.
- c) Las características del ambiente donde se desarrolla la actividad.

Basado en la actividad en cuestión, se fijan unos diagramas de confort, por ejemplo para carga térmica sedentaria (105 W) y elevada (310 W).

Dada la dificultad de evaluar la confortabilidad, Franger propone el concepto IVM: Índice de Valoración Media, que determina un grado de confort medio según una escala numérica de sensaciones:

- 3: muy frío
- 2: frío
- 1= ligeramente frío
- 0 = neutro o confortable
- 1 = ligeramente caluroso
- 2 = caluroso
- 3 = muy caluroso

Los efectos de la incomfortabilidad como consecuencia del calor pueden establecerse en tres niveles:

- 1) Psicológicos
- 2) Psicofisiológicos
- 3) Patológicos

Se define un posible diagrama de efectos psico y fisiológicos en la figura 4:

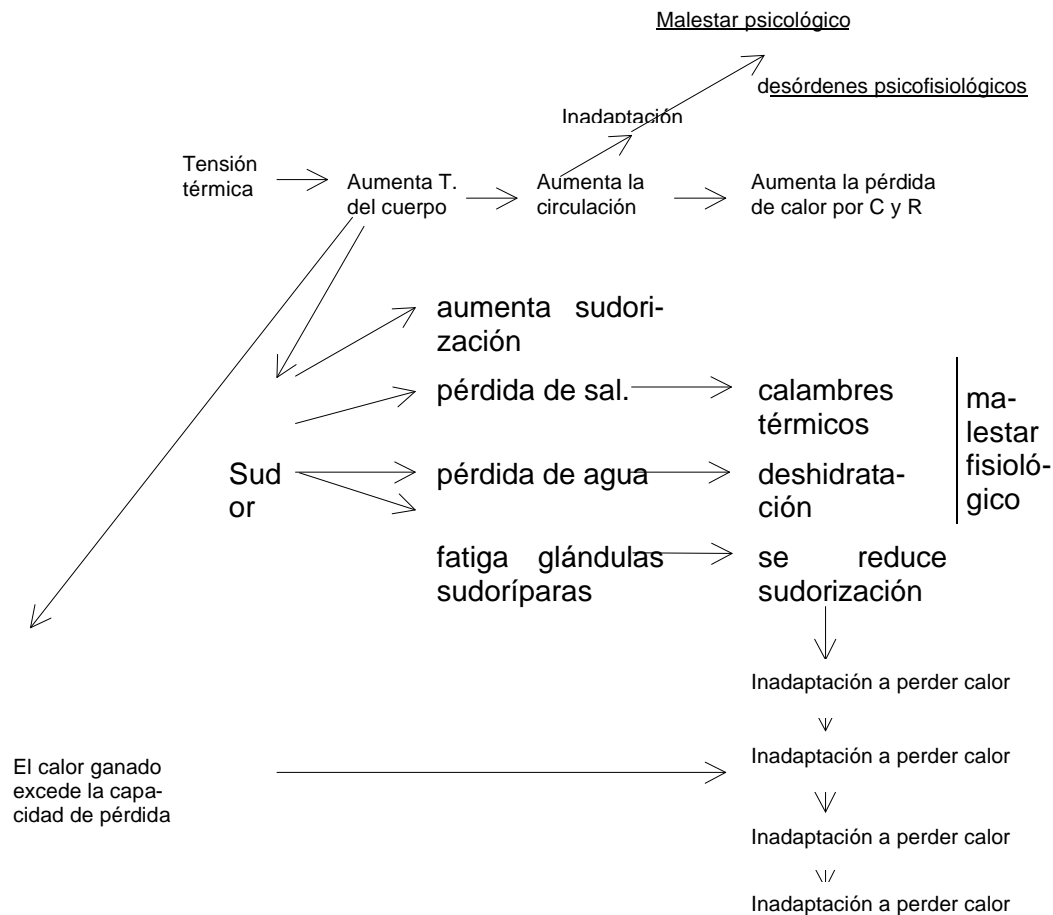


Fig. 4 Diagrama de efectos psicofisiológicos

Las consecuencias son variables según van apareciendo sucesivamente las alteraciones y sus efectos en la salud, cuando llegan a nivel patológico.

Los métodos de evaluación del ambiente térmico se pueden clasificar en tres grupos:

- 1) Fisiológicos basados en la experiencia de respuestas humanas a condiciones humanas ambientales, así como de ocupación.
- 2) Instrumentales que se basan en estudios sobre colectividades y pretenden determinar un modelo o índice que responda a los parámetros ambientales, caracterizando respuestas que podríamos llamar de hombre tipo.
- 3) Otros métodos que se basan en evaluar el ambiente térmico para casos concretos y lugares específicos mediante la medición exacta de parámetros ambientales.

Métodos Fisiológicos

Los métodos fisiológicos se suelen basar en la determinación del índice de temperatura efectiva.

Se denomina temperatura efectiva a aquella que marcaría un termómetro seco en un ambiente saturado y donde la velocidad del aire fuese nula, con una sensación de confort semejante a otros ambientes a temperaturas y humedades relativas distintas, así como diferentes velocidades del aire en su entorno, considerando que las paredes y suelo del recinto están a la misma temperatura del aire.

Es un índice propuesto por la American Society of Heating, Refrigeration and Ventilating Engineering (ASHRAE). Se puede decir que las diversas condiciones ambientales que tienen un efecto fisiológico semejante tendrán la misma temperatura efectiva. En el diagrama de la Figura 5 se puede definir la temperatura efectiva de cualquier estado ambiente.

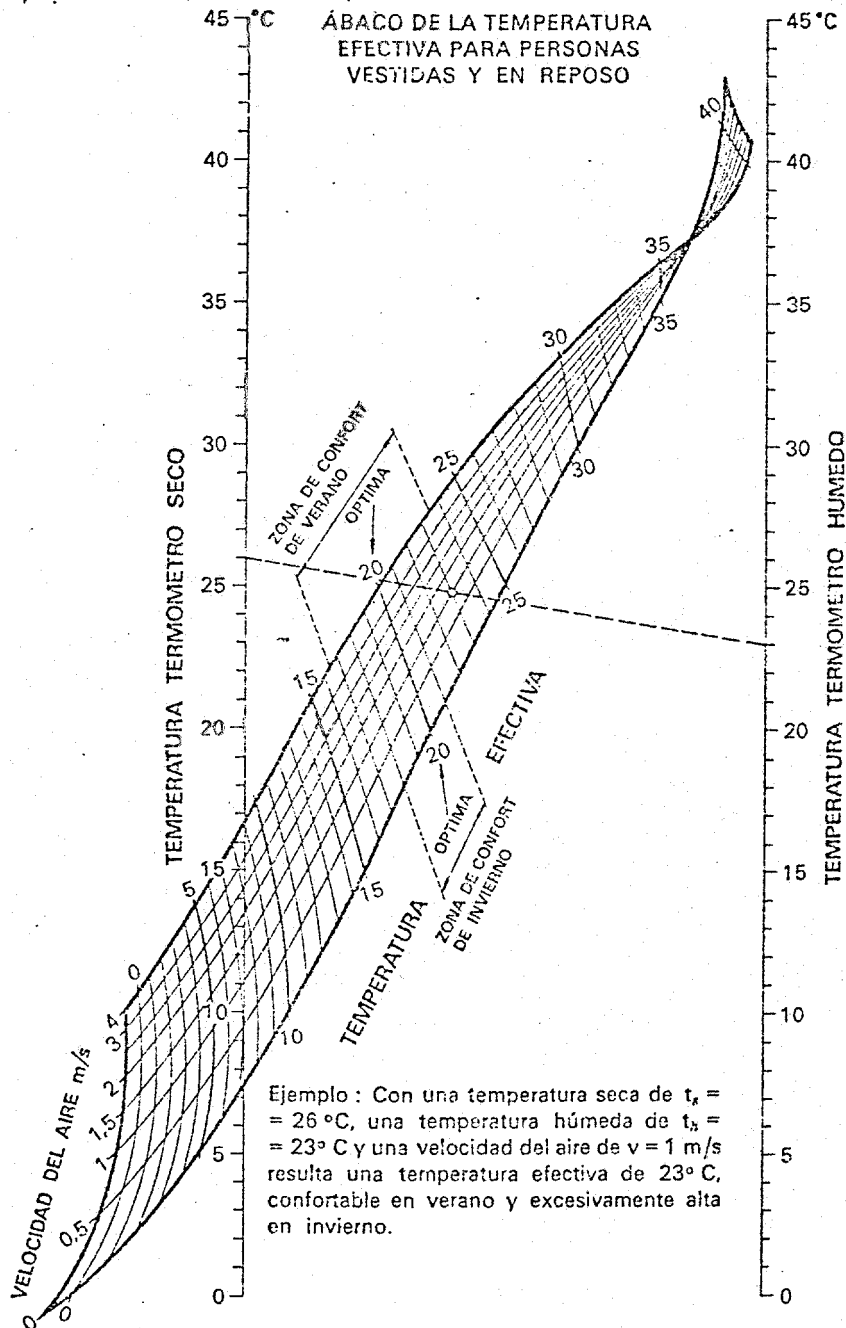


Fig. 5 Diagrama de temperatura efectiva

Este gráfico se complementa con un diagrama de aire húmedo diagrama de Temperatura seca - Temperatura de rocío o humedad específica (ASHRAE) donde cualquier estado del aire ambiental viene definido por un punto en función de la temperatura seca, humedad específica, humedad relativa, entalpía y demás parámetros del aire en esas condiciones (Fig. 6).

El diagrama de aire húmedo permite en función de la carga de calor sensible y latente del local, establecer las condiciones de tratamiento de aire adecuado.

Los inconvenientes del índice de temperatura efectiva es que no contempla el factor metabolismo ni valora las condiciones de radiación.

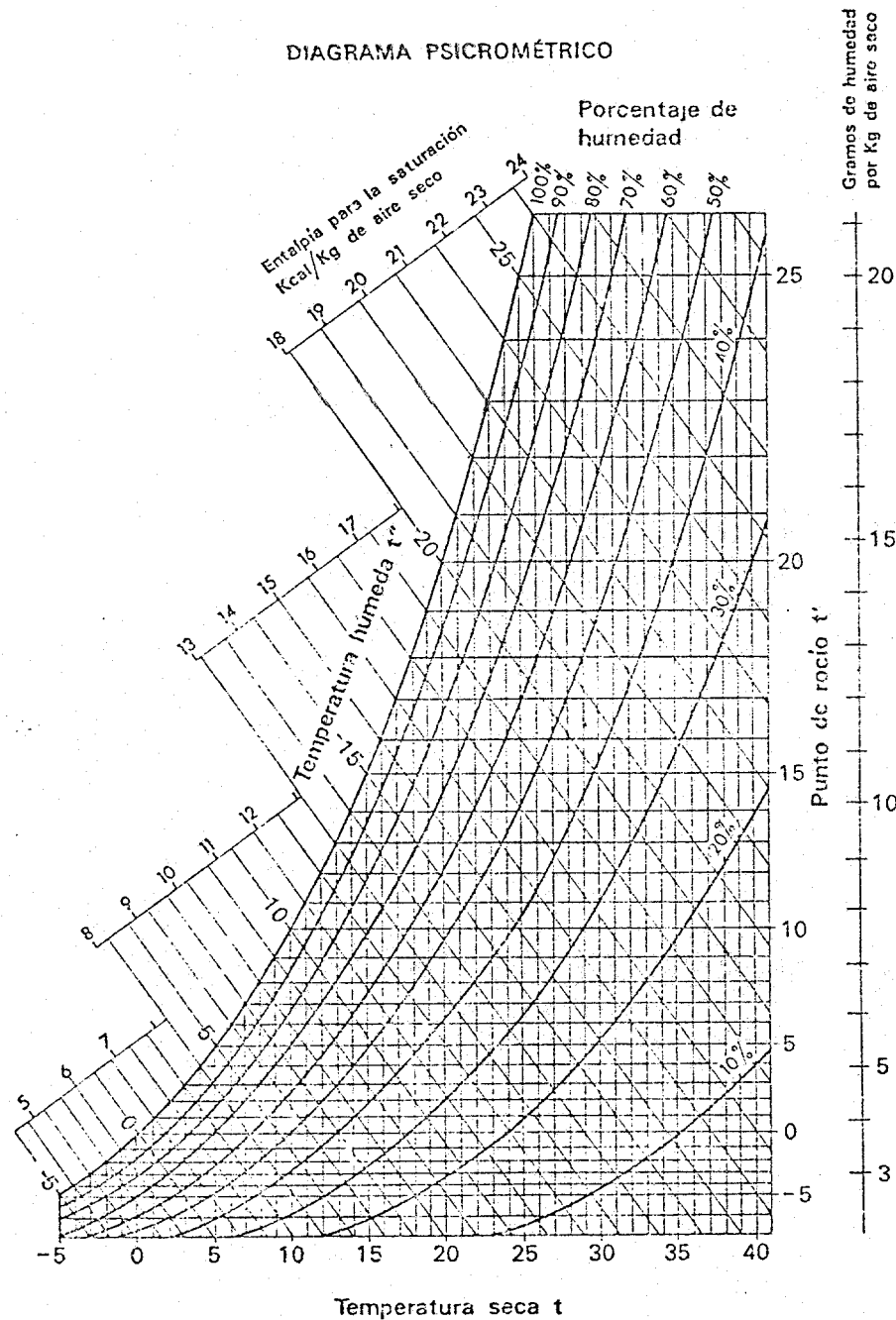


Fig. 6 Diagrama psicrométrico

Índice de temperatura efectiva corregida

De ahí que exista otro método denominado **Índice de Temperatura Efectiva Corregida**. En el índice de temperatura efectiva no se considera el intercambio de calor por radiación con el entorno, dado que las temperaturas de la superficie del medio am-

biente se consideran semejantes a las del cuerpo humano y, por tanto, no hay intercambio neto por radiación.

Estas situaciones no son frecuentes en procesos industriales donde existen focos radiantes a mayor temperatura, como estufas, hornos y otro tipo de focos de alta temperatura, o bien equipos frigoríficos, a menor temperatura del ambiente y consecuentemente de la superficie del cuerpo, y en la práctica la temperatura efectiva no es un índice corrector del confort.

Se emplea en estos casos el índice de temperatura efectiva corregida haciendo intervenir la temperatura radiante media, sustituyendo la temperatura seca en la determinación de la temperatura efectiva por la temperatura de globo.

La temperatura de globo es la temperatura estabilizada que marcaría un termómetro introducido en una esfera de cobre hueca de 15 cm. de diámetro pintada exteriormente de negro, midiendo la temperatura radiante media del entorno.

La temperatura radiante media viene dada por:

$$T_R^4 = T_G^4 + 0,103 \cdot 10^9 \cdot v^{1/2} (T_G - T_S)$$

donde v es la velocidad del aire. T_G la temperatura de globo y T_S la temperatura seca.

En el diagrama de aire húmedo, que se representa a continuación, se determina el área de las zonas de confort tanto en verano como en invierno, marcando las condiciones de sensación en cada punto del diagrama.

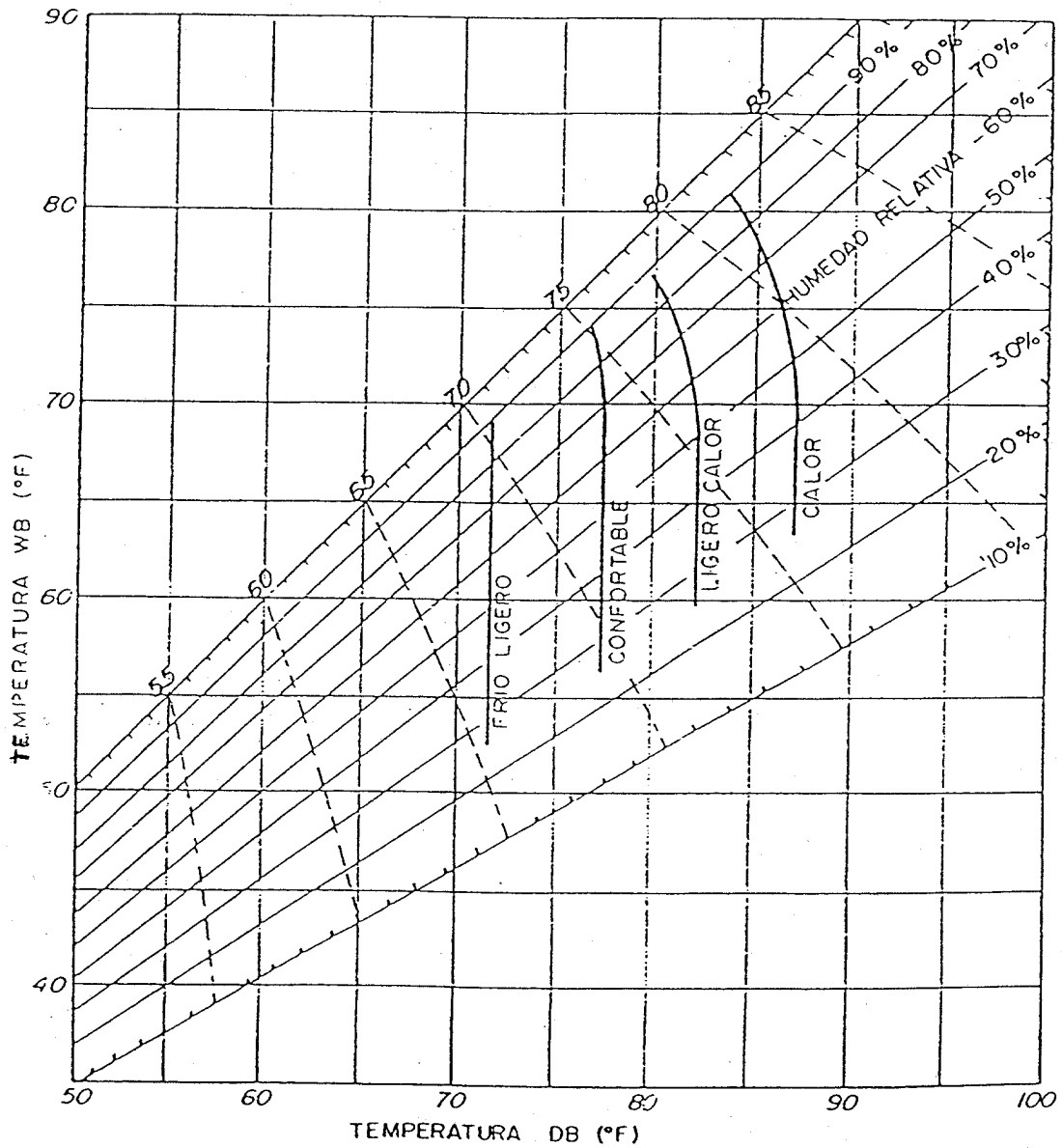


Fig. 7 Zona de confort

En la Figura 7 se determinan las condiciones de satisfacción en función de ambos índices.

La Tabla IV, definida por ASHRAE, da una relación entre temperatura efectiva, sensación térmica y estado de salud.

Relación entre la nueva temperatura efectiva ET*, sensación térmica y estado de salud.
 Reproducida por autorización de ASHRAE Handbook & Product directory, 1977, Fundamentals Volumen

ETF*	Sensaciones térmicas	Reacciones fisiológicas	Estado de Salud
°C	Límite tolerable	Calentamiento del cuerpo Imposibilidad de regulación	Colapso circulatorio
40	Mucho calor Graves molestias	Esfuerzo creciente debido a la sudoración y a la circulación sanguínea	Creciente período de golpes de calor. Fastidios cardiovasculares.
35	Calor		
30	Bastante calor		
25	Calor ligero Neutro - Confort	Regulación normal asegurada por el sudor y por el sistema vasomotor Regulación asegurada del sistema vasomotor	Normal
20	Ligeramente fresco	Aumento de la pérdida de calor por radiación y convección Necesidad de más abrigo o de movimiento	
15	Fresco - Leves molestias Frío	Vasoconstricciones en las manos y en los pies	Crecientes fastidios por sequedad de las mucosas y de la piel Dolores musculares Molestias en la circulación periférica
10		Escalofríos	

¹ P.O. Fanger "Thermal Confort Conditions, a new and rational basis for the heating and air conditioning technology" Danfoss News 1/72. Para una más amplia información se consulta "P.O. Fanger, Thermal Confort Analisis and Applications of Environmental Engineering" Teknisk Vorlag. Compenhagen, 1970 reeditada por Mc Graw-Hill, 1973.

TABLA IV

Existe otro índice denominado PMV-PPD (voto previsto y porcentaje previsto de insatisfacción), que se basan en la determinación de 6 parámetros a partir de los cuales se obtiene el índice. Estos parámetros son la velocidad del aire, la temperatura radiante media, la temperatura del aire, la presión de vapor, el ritmo metabólico de la persona y la influencia del vestido. Hay medidores de confort térmico que determinan los valores de PMD y PPD. Si estos dos factores cumplen la ecuación de confort, se puede considerar que las condiciones son confortables.

En la Figura 8 se determinan las condiciones de satisfacción en función de ambos índices.

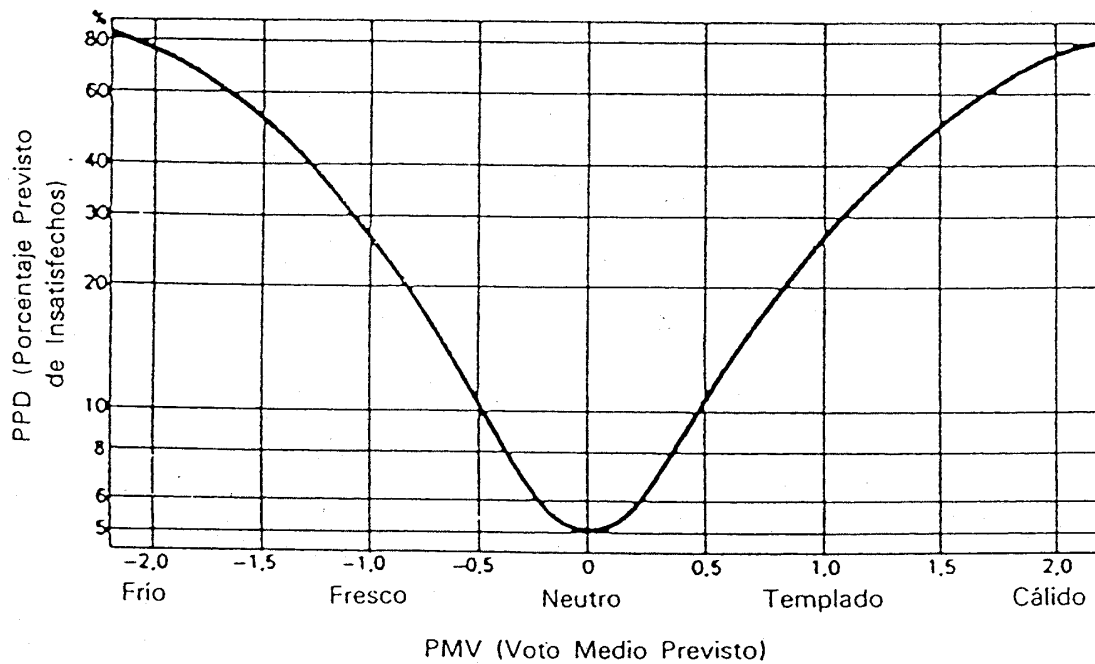


Fig. 8 Utilización del índice PMV-PPD, para determinación de condición de confort. Según Franger

De las seis variantes citadas, las cuatro últimas representan las condiciones climáticas ambientales, que en función de la actividad desarrollada y de la ropa que viste la persona, pueden fijar las condiciones para conseguir un confort óptimo.

Producción de calor del cuerpo humano para diversos niveles de actividad (Reproducida de ASHRAE Hand book & Product Directory 1977, Fundamentals Volumen)

Actividad	Metabolismo (met)(1)	Actividad	Metabolismo (met)
En reposo		Dependiente en mostrador ...	2,0
– Durmiendo	0,7	Profesor	1,6
– Tendido	0,8	Relojero	1,1
– Sentado inactivo	1,0	Conductor de vehículo	
– En pies, relajado	1,2	– automóvil	1,5
		– motocicleta	2,0
Caminando por llano km/h		– autocarro	3,2
– Andando despacio 3,2	2,0	– vuelo normal	1,4
– Andando normal 4,8	2,6	– aterrizaje instrumental	1,8
– Andando rápido 6,4	3,8	– combate aéreo	2,4
Ocupaciones varias		Trabajos domésticos, compras	
– Horno de pan	1,4 ÷ 2,0	– Limpiezas	2,0 ÷ 3,4
– Cervecería	1,2 ÷ 2,4	– Cocinar	1,6 ÷ 2,0
– Carpintería		– Lavar planchar	2,0 ÷ 3,6
• Sierra de mesa	1,8 ÷ 2,2	– Hacer compras	1,4 ÷ 1,8
• Sierra de mano	4,0 ÷ 4,8	Trabajos de oficina	
• Cepillo de mano	5,6 ÷ 6,4	– Mecanografía	1,2 ÷ 1,4
Fundición		– Genérico	1,1 ÷ 1,3
– Martillo neumático	3,0 ÷ 3,4	– Diseño	1,1 ÷ 1,3
– Conducción de hornos ...	5,0 ÷ 7,0		
Garaje	2,2 ÷ 3,0	Distracciones	
Trabajos de laboratorios	1,4 ÷ 1,8	– Gimnasia	3,0 ÷ 4,0
Trabajo de taller		– Baile	2,4 ÷ 4,4
– Ligero (p.e. ind. electr.) ..	2,0 ÷ 2,4	– Tenis, individual	3,6 ÷ 4,6
– Pesado (p.e. acerería	3,5 ÷ 4,5	– Baloncesto	5,0 ÷ 7,6
		– Lucha	7,0 ÷ 8,7
		– Golf	1,4 ÷ 2,6

¹ 1 met = 50 kcal/m³h = 58,2 W/m²

TABLA V

ALGUNOS TIPOS DE TRABAJO CLASIFICADOS DE ACUERDO CON EL NIVEL DE CARGA DE TRABAJO*

Nivel	Carga de Trabajo	Gasto energético
1	Descanso	100 Kcal/h (o menos).
2	Ligero: Sentado: trabajos manuales ligeros (escribir, mecanografiar, coser); trabajo con manos y brazos (pequeñas herramientas, inspección montaje de materiales ligeros); trabajo con brazos y piernas (conducir en condiciones normales, funcionar mandos de pie). De pie: (prensa taladradora, pequeñas piezas; fresadora, pequeñas piezas; devanado de pequeño inducido; fabricación con pequeñas herramientas eléctricas; paseos (hasta 3 kph).	101 - 200 Kcal/h
3	Moderado: trabajos con brazos y manos (clavar, archivar); trabajos con brazos y piernas (manejar furgonetas, tractores o equipos de construcción fuera de la carretera); trabajos con brazos y tronco (martillo de aire, montaje tractores, emplaste, manejo intermitente de materiales moderadamente pesados, desherbado, cava, escoger frutas o verduras); empujar o tirar de carros o carretillas ligeros, andar 3-5 kph.	201 - 300 Kcal/h
4	Pesado: trabajos pesados con el tronco y brazos; traslado de materiales pesados; paleado; martillar; aserrar; cincelar madera; cortar césped a mano; cavar; andar 6 kph; empujar o tirar de carros cargados; colocar cemento.	301 - 400 Kcal/h
5	Muy pesado: actividad pesado a paso rápido; trabajo con hacha; paleado pesado o cavado pesado; subir escaleras de mano; futing; correr, andar más de 6 kph; levantar pesos de más de 44 libras, 10 veces/minuto.	Más de 401 Kcal/h

(* Para una determinación exacta del gasto energético del trabajador en la tarea mediante la medición del consumo de oxígeno del hombre, ver AIHA 1971, Ergonomic Guides J., 32: 560)

Fuente: Citado en el Informe de JERRY D. RAMSEY. Department of Industrial Engineering. Texas Technical University. Lubbock. TX 79407. Año 1978. Publicado por la American Industrial Higiene Association Journal.

TABLA VI

Métodos Instrumentales

En cuanto a los **métodos instrumentales** en ellos se busca un modelo físico con un comportamiento similar a la sensación o comportamiento del individuo en unas condiciones de trabajo y de ambiente externo.

El método WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) es el más utilizado por su sencillez y fue desarrollado por Yaglund. Se miden en este caso:

La temperatura seca T_s

La temperatura húmeda (aire estático) T_H

La temperatura de Globo T_G

Carga metabólica M

Se define un índice TLV (valor permisible promedio) para la sobrecarga térmica. Expresa un valor por debajo del cual, se puede estar expuesto repetidamente sin efecto nocivo para la salud. Tabla VI.

La temperatura WBGT es la temperatura o valor ponderado de los valores de temperatura medidos mediante instrumentos con los cuales se define un índice rápido y poco subjetivo, es decir depende de las mediciones de los instrumentos y no de las percepciones individuales. Tabla VII.

La fórmula que liga las variables anteriores para obtener el valor WBGT es:

Para exteriores con carga solar $WBGT = 0,7 t_h + 0,2 T_G + 0,1 T_s$

Para exteriores sin carga solar o interiores $WBGT = 0,7 T_H + 0,3 T_G$

Se establece que para valores de la WBGT de 30 °C se debe reducir la actividad, y que para valores superiores a 31 °C se debe suspender la actividad.

Los valores de WBGT vienen corregidos según el tipo de actividad, las condiciones del individuo, la carga metabólica y los regímenes de trabajo y descanso.

Los valores correspondientes están indicados en las Tablas siguientes.

También es interesante los gráficos sobre Índice de la tensión térmica y tiempo máximo de permanencia definidos en los diagramas de la Figura 9 y el gráfico siguiente

TLV PARA LA EXPOSICIÓN AL CALOR (VALORES EN °C WBGT)

Régimen de trabajo y descanso	Tipo de Trabajo		
	Ligero	Moder.	Pesado
Trabajo continuo	30,0	26,7	25,0
75% trabajo y 25% descanso, cada hora	30,6	28,0	25,9
50% trabajo y 50% descanso, cada hora	31,4	29,4	27,9
25% trabajo y 75% descanso, cada hora	32,2	31,1	30,0

Fuente: American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Serie Documentos. Colección Técnica Nº 010.10.12 (Traducción Española). 1976. Servicio Social de Higiene y Seguridad del Trabajo.

TABLA VII

MODIFICACIÓN DEL WBGT

Factores	Modificación del WBGT (°C)
Una persona no aclimatada, no físicamente apta.	-2
Ante un incremento de la velocidad del aire: velocidad superior a 300 fpm y temperatura del aire inferior a 35 °C	+2
ROPA: – Pantalones cortos, semi-desnudo – ropa impermeable que interfiere la evaporación, chaqueta * – Gabardinas – Traje completo	+2 -2 -4 -5
Obesidad, o persona mayor	-1 a -2
Mujeres	-1

TABLA VIII

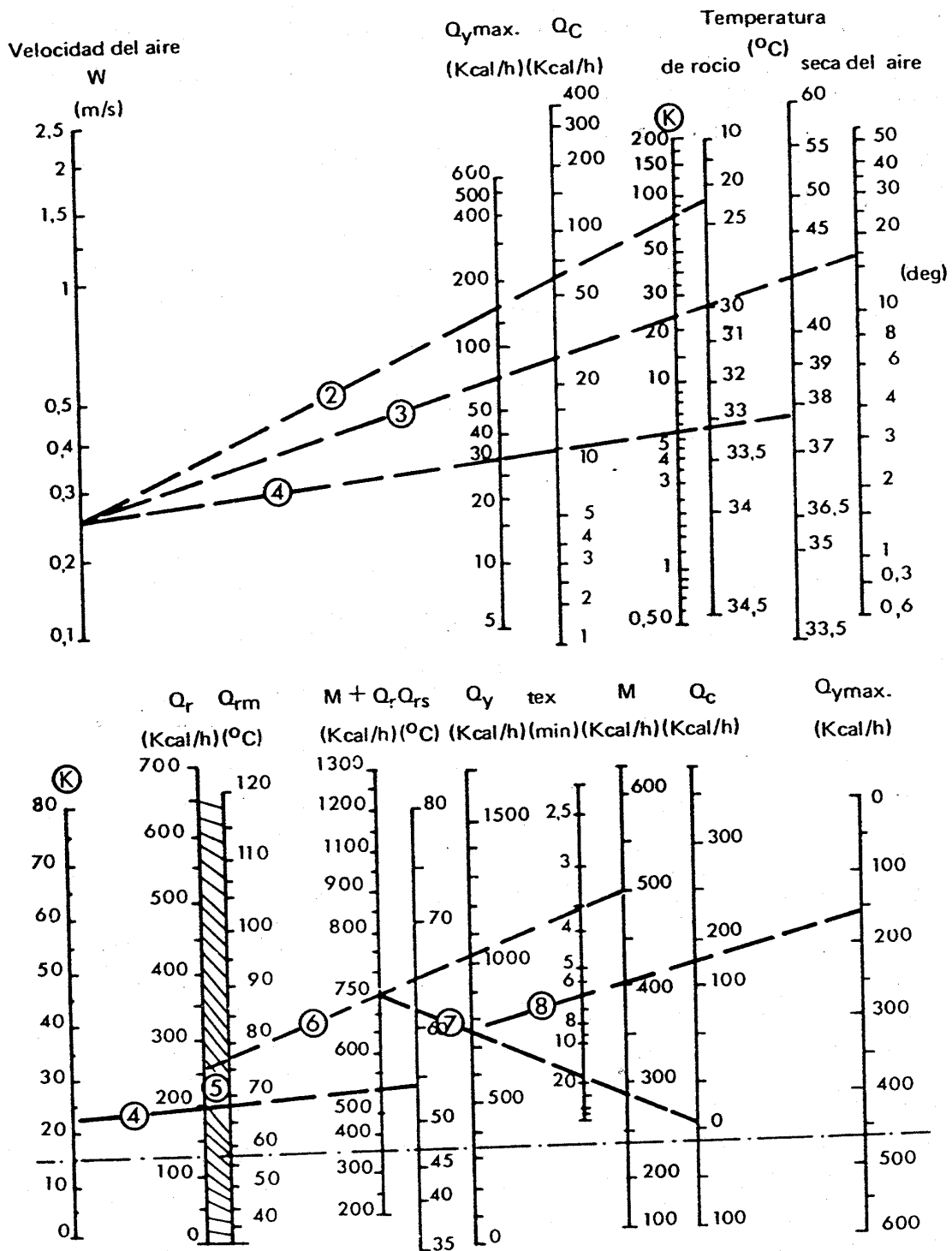


Fig. 9 Determinación del índice de tensión térmica y del tiempo máximo de permanencia

Fuente: BELDING and HATCH. University of Pittsburgh. 1950. Traducción Española, citado por José GUADIX. Higiene Industrial Básica. Sevilla.

VALORES PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN AL CALOR

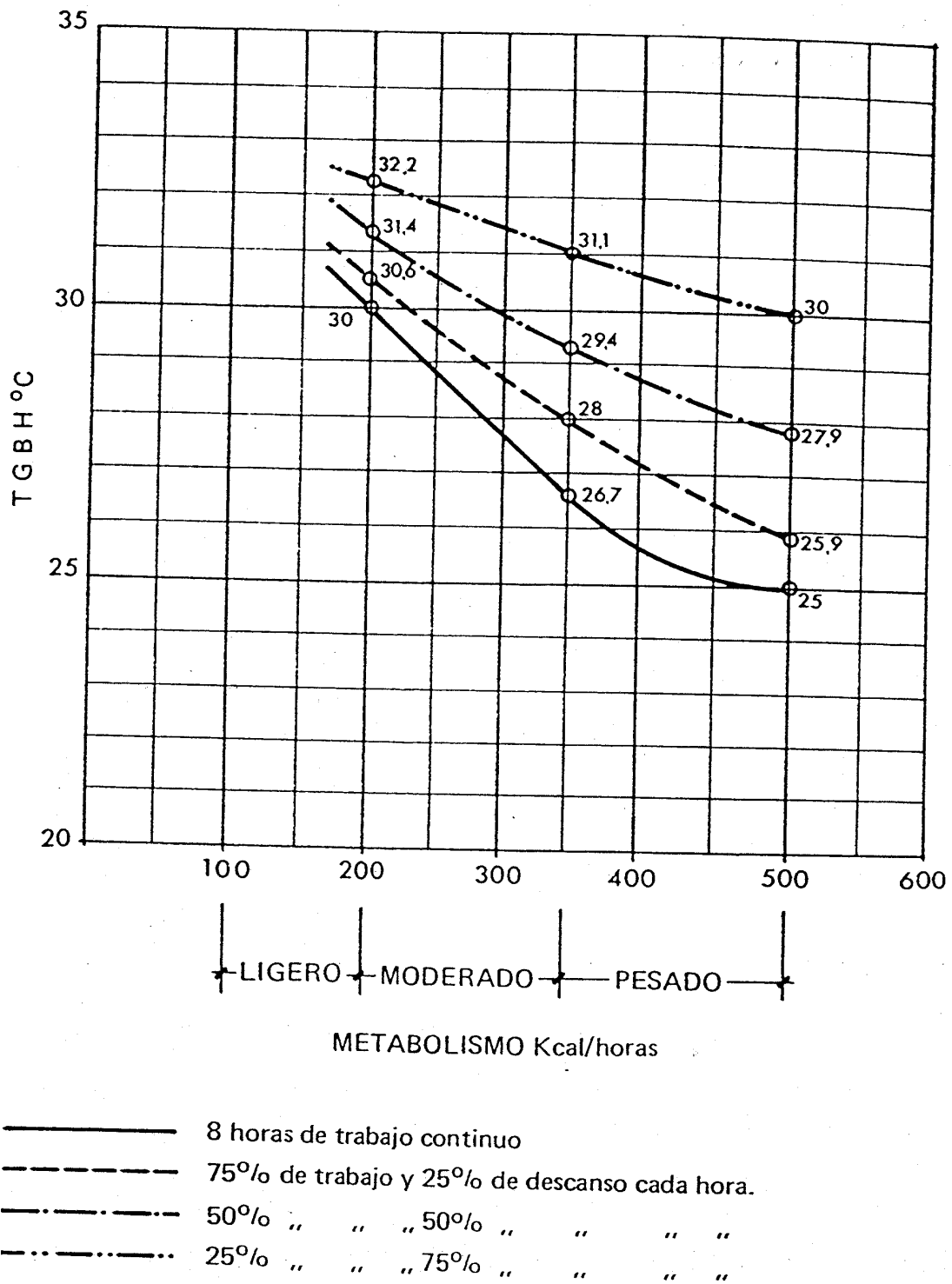


Fig. 10 Valores permisibles de exposición al calor

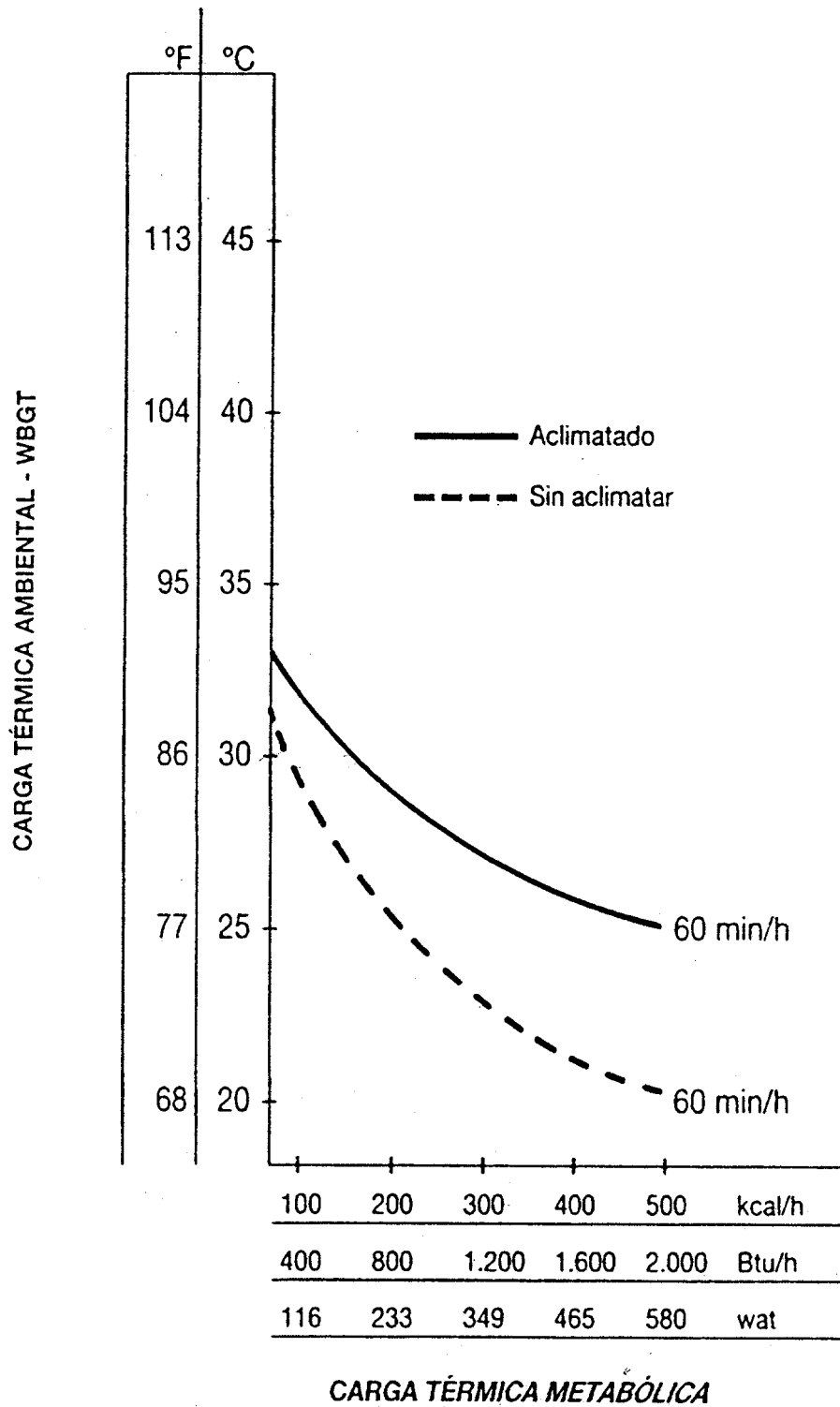


Fig. 11 TLV_s de exposición permisible al calor para trabajadores acimatados y sin aclimatar

Los valores de WBGT vienen corregidos según el tipo de actividad, las condiciones del individuo, la carga metabólica y los regímenes de trabajo y descanso, según se indica en la Figura 12.

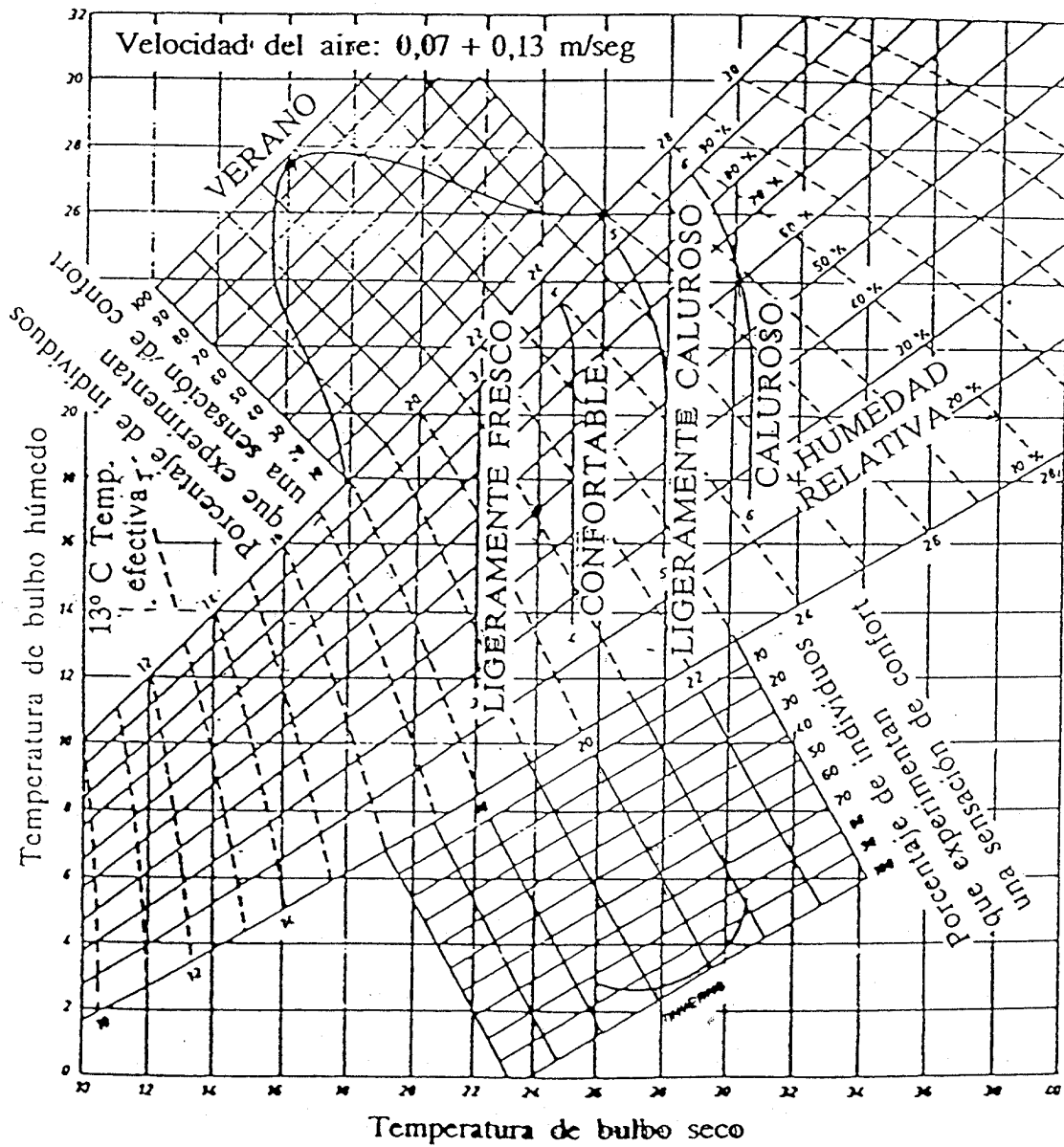


Fig. 12 Sensaciones físicas en función de las variables térmicas del medio.

4. Medidas correctoras

A continuación se enumeran una serie de medidas correctoras, descritas en función del término que los identifica:

agua potable: debe existir una fuente adecuada de agua potable cerca del lugar de trabajo, y los trabajadores deben estar informados de la necesidad de ingerir agua con frecuencia.

aclimatación: aquellos trabajadores nuevos o aquéllos recién incorporados (por baja o vacaciones) o aquéllos que estén asignados a trabajos más ligeros, deben tener un período de aclimatación previo antes de incorporarse definitivamente a pleno trabajo.

formación en primeros auxilios: en cada lugar de trabajo donde puedan darse casos de sobrecarga térmica deben existir personas formadas en el reconocimiento y aplicación de primeros auxilios en enfermedades o síntomas derivadas del trabajo en ambiente de calor.

ventilación general: puede emplearse una ventilación general o localizada para reducir la temperatura en el lugar de trabajo.

ventilación por aspiración localizada: la ventilación por aspiración localizada, en aquellos focos de alta producción de calor, ayudará a eliminar el calor latente y sensible del aire de trabajo.

enfriamiento localizado: el enfriamiento localizado del trabajador puede ser un medio efectivo de proporcionar alivio al mismo ante una exposición al calor.

refrigeración del local: puede emplearse una refrigeración mecánica del local para reducir la temperatura del aire suministrado y la temperatura del local de trabajo.

ventiladores individuales: los ventiladores personales aumentan la velocidad del aire y la pérdida del calor por evaporación cuando la temperatura del aire es inferior a 35 °C.

protección radiante: la protección radiante mediante pantallas reflexivas, mamparas, delantales reflexivos, etc., interrumpirá la línea de intercambio térmico radiante.

aislamiento o sustitución: puede emplearse el aislamiento, nuevo emplazamiento, nuevo diseño o sustitución de equipo y/o procesos para reducir la sobrecarga térmica en el lugar de trabajo.

calor metabólico: puede reducirse el calor interno generado mediante ajustes en la duración del período de trabajo, la frecuencia y duración de los intervalos de descanso, el ritmo del trabajo y la mecanización del trabajo.

ropa y aparatos de enfriamiento: los aparatos personales de refrigeración y/o ropa protectora ayudarán a reducir la sobrecarga térmica cuando las posibilidades de aplicar medidas correctoras son limitadas.

temperatura máxima-mínima: cuando sea posible los trabajos deben programarse para que se lleven a cabo en las horas de menos calor del turno laboral.

áreas de descanso: el empleo de áreas de descanso con aire acondicionado o más frías reducirá la acumulación de calor por el trabajador.

autolimitación de la exposición: el trabajador puede limitar su exposición e interrumpir su trabajo si es necesario, basándose en síntomas de sobrecarga térmica.

reconocimientos médicos: aquellos trabajadores expuestos a calor extremo, deben ser reconocidos por un médico antes de ser asignados a este tipo de trabajo; y sometidos a reconocimientos médicos periódicos a partir de su asignación.

vigilancia por un compañero: los trabajadores deben ser observados por un supervisor entrenado que pueda detectar a tiempo cualquier síntoma de sobrecarga térmica.

PROTECCIÓN CONTRA FUENTE EXTERIORES DE CALOR

RADIACIÓN

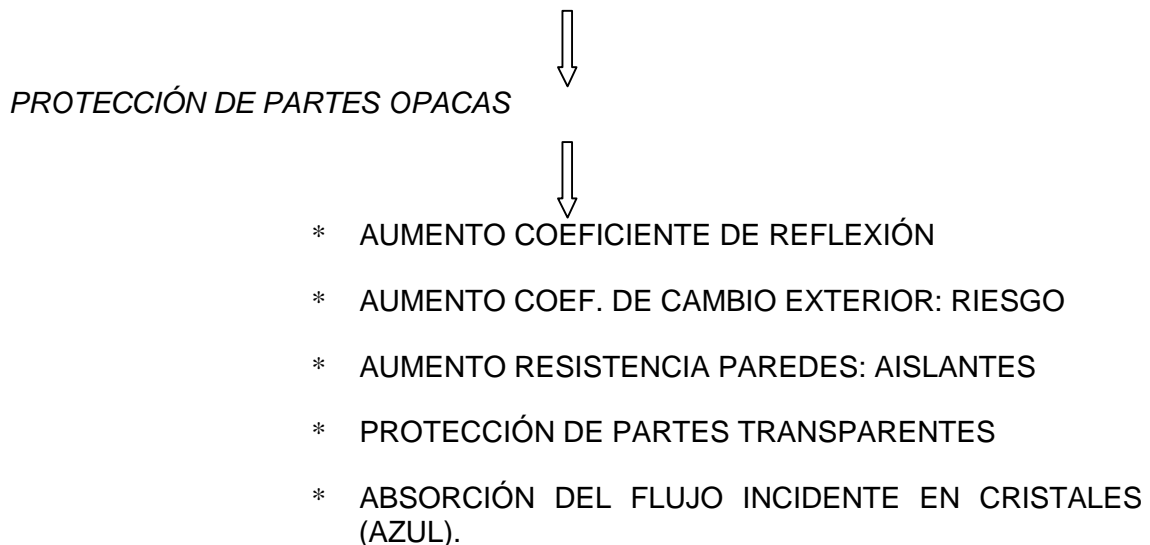


TABLA IX

PROTECCIÓN CONTRA FUENTES INTERIORES DE CALOR

- APANTALLAMIENTO
- AISLAMIENTO DE LA FUENTE
- EXTRACCIÓN LOCALIZADA
- VENTILACIÓN
- CENTRALIZAR REACTANCIAS
- LUMINARIAS VENTILADAS Y MEJOR RENDIMIENTO LUMÍNICO

VENTILACIÓN: EFECTO REFRIGERANTE DE LA

VELOCIDAD DEL AIRE

0 °C → 0,1 m/s

8 °C → 6,5 m/s

TABLA X

Control de los procesos térmicos

El control de la tensión térmica puede efectuarse actuando sobre la Fuente, el Medio o el Individuo, bien separadamente o en su conjunto.

Los objetivos que se pretende son:

Reducir las aportaciones térmica procedentes de fuentes exteriores, como la radiación solar o efectos de reverbero a otras superficies radiantes.

Controlar las condiciones del aire ambiente interior.

Medios de protección para reducir el metabolismo energético, limitar los tiempos de exposición y mejorar las condiciones del individuo.

Actuación sobre la fuente

Se basa en medidas principalmente físicas.

Protección contra aportaciones de calor exteriores, actuando sobre tabiques, aumentando el coeficiente de reflexión y coeficiente de convección externo, aumentando así mismo la resistencia térmica del tabique, creando cámaras de aire a techos y superficies de separación.

En el caso de tabiques o separaciones acristaladas, se colocarán persianas exteriores, o ventanas dobles, y se estudiará la orientación de las mismas para reducir su efecto.

Protección contra aportaciones de calor interiores. Normalmente estas fuentes son de origen radiante o convectivas. En las radiantes la protección más sencilla y eficaz es la colocación de pantallas, que deberán tener coeficientes de reflexión altos en la cara del foco caliente. Cuando los focos calientes son de tipo convectivo, la solución es la extracción del aire caliente bien por chimeneas naturales o por extracción sobre la fuente de calor.

Actuación sobre el medio

El trabamiento del aire interior mediante equipos de calefacción o refrigeración es la solución más usual y adecuada.

Deberá calcularse la carga máxima en invierno y verano, teniendo en cuenta todos los factores que puedan intervenir, y también la distribución interior y la situación del individuo, instalando los equipos de calefacción o refrigeración, adecuados a cada caso. Considerando además de la carga térmica, las velocidades de aire interiores, la posible estratificación de temperatura, y los focos interiores de calor, así como las corrientes convectivas interiores.

En algunos casos, principalmente en las estaciones intermedias, Primavera y Otoño, será suficiente con una ventilación adecuada. Deberá cuidarse la calidad del aire evitando la proliferación de organismos, especialmente en el acondicionamiento verano-invierno con el mismo climatizador. También además de las velocidades de aire entor-

no al individuo, dentro de los límites de confort, así como las temperaturas de inyección del aire tratado, que pueda dar lugar a un rechazo fisiológico.

Actuación sobre el individuo

Además de las medidas anteriores, puede ser preciso tomar otras medidas entorno al individuo como son:

- la reducción del calor metabólico
- la limitación de la duración de la exposición
- establecimiento de un microclima alrededor del punto de trabajo
- control fisiológico periódico.

Control personal. Cuando la carga térmica que recibe el individuo es superior a la permitida, se produciría una elevación de la temperatura de la superficie de la piel, que se contrarrestará con una vestimenta adecuada, que aísle al individuo del medio ambiente.

Esta ropa además debe cumplir una serie de condiciones como ser ininflamable, impedir la penetración de calor radiante, permitir una flexibilidad y facilidad de movimiento y en algunos casos no impedir la transpiración.

RESUMEN DE MÉTODOS GENERALES PARA EL CONTROL DE LA TENSIÓN TÉRMICA

Limitar tiempo de exposición del trabajador

Reducir el calor metabólico generado, mediante el control del trabajo.

Limitar el número de personas trabajando

Empleo de materias aislantes en maquinaria y tuberías para evitar la transmisión del calor

Aislamiento de un proceso

Ventilación para conseguir control sobre la temperatura y la humedad

Método de la mancha fría para procurar alivio inmediato en ciertos puestos de trabajo

Extracción localizada para eliminar el calor sensible y latente en foco de emisión

Uso de trajes refrigerados

Uso de trajes aluminizados para evitar la absorción del calor, para facilitar la reflexión del calor

Uso de pantallas reflexivas o absorbentes, para evitar el calor transmitido por radiación

Modificación de la emisividad y adsorptividad de superficies con capas de pinturas especiales

Aclimatación del personal para acostumbrarlo paulatinamente al calor

Máscara con intercambiador de calor incorporado para exposiciones breves en ambientes de elevada temperatura

Eliminación de fugas de calor

Disminución de la temperatura del foco emisor

Evitar la exposición de la piel a la acción del viento o de corrientes de aire, utilizando apantallamiento si fuera necesario

En caso de congelación se trasladará al accidentado a una zona caliente dándole calor pero no frotando la parte expuesta

Reconocimientos médicos periódicos y previamente a la asignación del trabajo

Vigilancia de un compañero o Supervisor

Áreas de Descanso

Precaución en el manejo de objetos metálicos que conducen más fácilmente el calor, utilizándose guantes de protección

MEDIDAS CORRECTORAS

1. Suministrar agua potable
2. Aclimatación de los trabajadores.
3. Formación en primeros auxilios y en el reconocimiento de los síntomas de sobrecarga térmica.
4. Suministrar una ventilación general.
5. Suministrar ventilación por aspiración localizada.
6. Enfriamiento localizado.
7. Refrigeración del local.
8. Suministrar ventiladores.
9. Emplear protección radiante.
10. Aislamiento, nuevo emplazamiento, nuevo diseño, sustitución.
11. Reducción del calor metabólico mediante reducción del trabajo o un aumento de los períodos de descanso.
12. Aparatos de refrigeración personal y/o ropa protectora.
13. Programar el trabajo al período más frío del turno de trabajo.
14. Usar áreas de descanso con aire acondicionado.
15. Permitir auto-limitación de la exposición.
16. Reconocimientos médicos antes del ingreso.
17. Vigilancia por un compañero.

Fuente: Citado en el Informe de JERRY D. RAMSEY. Department of Industrial Engineering. Texas Technical University Lubbock. TX 79407. Año 1978. Publicado por la American Industrial Hygiene Association Journal.

TABLA

XI

Medición de los factores determinantes del ambiente térmico

Los factores que determinan el que un ambiente sea confortable o no, son:

- **Medida de la temperatura seca.** Termómetros de bulbo; termopares; Termoresistencias
- **Medida de la temperatura húmeda.** Termómetro húmedo. Higrometros. Psicrometros.
- **Medida de la velocidad del aire:** Anemómetros
Termoanemómetros
- **Medida de la temp. radiante media:** Termómetros de globo
Pirómetros

De estos cuatro parámetros dependen los intercambios de calor por radiación, convección y evaporación.

Medida de la temperatura del aire

Esta temperatura interviene en la determinación del calor por convección. Su medida es sencilla si se toman las debidas precauciones. Su medición se efectúa con termómetros.

Cálculo de la temperatura del aire a partir de la del termómetro:

$$T_a = T_t + \sigma \frac{E_T}{h_c} (T_t^4 - T_w^4)$$

T_t = temperatura del termómetro

E_T = coeficiente de emisión del termómetro

h_c = coeficiente de convección

T_w = temperatura media de entorno

Si hay fuerte carga de radiación, los errores en la medida de la temperatura del aire pueden ser considerables. Para lograr una medición termométrica lo más exacta posible, será conveniente:

- Recubrir el sistema termométrico con una pintura reflectante para reducir su coeficiente de emisión.

Todos los equipos poseen un tiempo de respuesta: tiempo que tarda en pasar desde una temperatura inicial T_0 a una temperatura final T_A . El tiempo de respuesta θ puede ser calculado a partir de la constante de tiempo x la constante de tiempo del instrumento es suministrada por el fabricante.

$$T_t = T_0 + (T_A - T_0) (1 - e^{-\theta/x})$$

Instrumentos de medida de la temperatura del aire

Medida fundamentalmente por termómetros de diversos tipos:

- a. Termómetros de líquidos: generalmente de mercurio. Útil de - 40 °C hasta 350 °C

Inconvenientes: Fragilidad
 Elevada constante de tiempo (200 a 800 sg)

Ventajas: Alta simplicidad del método

- b. Termómetros de resistencia: se basa en una comparación con otras resistencias (la de referencia fija y constante durante la medida). Las más usadas:

- Hierro-níquel
- Platino

Presentan respuesta lineal

“x” = 390 sg.

- c. Termómetros termoelectrónicos: Empleados en estudios fisiológicos “x” : 30-50 sg.

Inconvenientes: Precio alto
 Mala sensibilidad

Ventajas: “x” pequeña
 Permiten hacer medidas remotas en varios puntos simultáneamente.
 Respuesta lineal

- d. Termistores: son semiconductores.

Ventajas: uso sencillo
 sensibilidad elevada
 constante de tiempo 2x2 prácticamente nula

Inconvenientes: Elevado precio
 Respuesta no lineal (obliga a calibraciones constantes)

Medida de la velocidad del aire

Interviene la velocidad del aire en los intercambios por convección y evaporación.

Sin difíciles de medir, los más adecuados son los basados en la transferencia de calor entre un cuerpo caliente y el ambiente.

Catatermómetro: Termómetro de dilatación de líquido (alcohol) con un bulbo de gran volumen. Cayó hace tiempo en desuso pues su forma, dimensiones y propiedades térmicas difieren notablemente de las del cuerpo humano.

Termoanemómetros: Basados en el mismo principio que el catatermómetro, pero mide la pérdida de calor por unidad de tiempo.

Medida de la humedad del aire

La humedad absoluta del aire controla la evaporación del sudor; si es elevada, éste se dificulta (es una barrera térmica para el organismo).

Psicrómetro

Formado por: Dos termómetros

Artificio para producir convección forzada del aire alrededor de los mismos

Instrumentos para la medición de la humedad del aire

Se llaman higrometros. Clasificados en :

Higrómetros de condensación

Alta presión y elevado precio, difíciles de manejar

Higrómetros de variación de la conductividad eléctrica

para humedad absoluta

para humedad relativa

Higrómetros de absorción

Son pocos precisos, de bajo precio, necesitan frecuentes calibraciones y su medida es indirecta

Determinación de la temperatura equivalente de radiación

Este concepto permite el cálculo indirecto de los intercambios por radiación entre el hombre y el recinto.

Se la ha definido como la temperatura de las paredes de un recinto virtual para el que la temperatura de las paredes es uniforme y las transferencias por radiación en este ambiente son iguales a las transferencias por radiación en el recinto real.

Un aparato para la medición de esta temperatura es el termómetro de globo negro que consiste en una esfera negra, en cuyo centro se coloca el bulbo de un termómetro de mercurio o un termopar o una sonda de resistencia.

- Diámetro de la esfera: 15 cm.
- Construida la esfera en cobre o aluminio (buenos conductores del calor), su espesor debe estar comprendido entre 0,005 a 0,2 mm.
- Superficie exterior pintada de negro mate (absorbe la radiación proveniente de las paredes del recinto).

La temperatura equivalente de radiación puede calcularse a partir de la ecuación:

$$T_W^4 = T_G^4 + 2,8 \cdot 10^8 (T_G - T_A) \cdot V$$

5. Normas y Reglamentos que regulan los procesos térmicos según la seguridad.

LEGISLACIÓN ESPAÑOLA

Ley 31/1995 de 8 de noviembre Ley de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10-11-95)

REAL DECRETO 38/1997 de 17 enero. Reglamento de los Servicios de Prevención (BOE- 31-1-97) y ORDEN DE 27 de junio de 1997 Orden de desarrollo, (BOE-4-7-97)

REAL DECRETO 486/1997 de 14 de abril Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (BOE-23-4-97).

REAL DECRETO 1561/1995 de 21 de septiembre Sobre jornadas especiales de trabajo (BOE-230 de 26/9/95).

REAL DECRETO 486/1997 de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, (BOE-23-4-97).

REAL DECRETO 1751/1998 de 31 de julio. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE, (BOE-5-8-98).

Normas Técnicas

UNE-EN 28996:1995. Ergonomía, Determinación del calor metabólico.

UNE-EN 27727:1995. Ambientes térmicos. Instrumentos y métodos de medida de los parámetros físicos.

UNE-EN 27243:1995. Ambientes calurosos. Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice WBGT (temperatura húmeda y temperatura del globo).

UNE-EN 12515_1997. Ambientes térmicos calurosos. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico, basados en el cálculo de la tasa de sudoración requerida.

UNE-EN ISO 7739:1996. Ambientes térmicos moderados. Determinación de los índices PMV y PPD y especificaciones de las condiciones para el bienestar térmico.

UNE-ENV ISO 11079:1998. Evaluación de ambientes fríos. Determinación del aislamiento requerido para la vestimenta.

ISO 9886:1992. Evaluation of thermal strain by physiological measurements.

ISO 9920:1995. Ergonomics of the thermal environment - Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble.

Libros y artículos de revistas

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (1998), *TLVs® Valores Límite para Sustancias Químicas y Agentes Físicos en el Ambiente de Trabajo. Beis® Índices Biológicos de Exposición para 1997. Versión en castellano*, Vaelncia: Consellería de Empleo, Industria y Comercio de la Generalitat Valenciana.

BARTUAL SANCHEZ, J. y "otros" (1994). *Higiene industrial*. Madrid: INSHT.

ENANDER A. y HYGGE S. "Thermal stress and human performance", *Scand J. Work Environ Health* 1990; nº 16 (suppl 1) : 44-50.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (1990). *Condiciones de Trabajo y Salud* (2ª Edición). Madrid: INSHT.

MAIRIAUX pH et MALCHAIRE J. (1990). *Le travail en ambiance chaude. Principes, méthodes, mise en oeuvre*, Paris: Masson. Collection de Monographies de Médecine du travail.

NATIONAL INSTITUTE FOR WORKING LIFE (1998). *Problems with cold work. Proceedings from an international symposium held in Stockholm, Sweden, Grand Hôtel Satsjöbaden November 16-20, 1997*. Estocolmo: Arbetslivsinstitutet.

NOTAS TÉCNICAS DE PREVENCIÓN 322-1993. "Valoración del estrés térmico: índice WBGT". Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

PARSONS K.C. (1993). *Human thermal environments*, Londres. Taylor & Francis.

SOCIALSTYRELSEN. THE NATIONAL BOARD OF HEALTH AND WELFARE (1997). *Hypothermia - cold - induced injuries*. Estocolmo: Socialstyrelsen.

Bibliografía

1. BAIXAULI, F.L. Curso de formación al riesgo higiénico por Stress térmico.
2. ALDAY FIGUEROA, E. y VELAZQUEZ VILLA, R. 1ª ponencia: los acondicionadores y humidificadores de aire como posibles medios transmisores de enfermedad. III Conferencia Nacional de Medicina, Higiene y Seguridad en el Trabajo. Oct., 1981, INSHT.628-83.
3. BORDELCUP. Etude de la charge thermique du conducteur de machine verriere type I.S., Revue des dconditions de Travail, nº 20, Nov/Dec. 1985.
4. CASTEJÓN, E. y BERNAL, F. Tensión térmica. Serie Manual Técnico de Higiene industrial, Servicio de publicaciones i.n.s.n.t.
5. CASTEJON VILELLA, E. El confort térmico y su evaluación. En Documentos Técnicos I.N.S.H.T. 1983/14 Junio 1983.
6. CASTEJÓN VILERLLA, E. Evaluación del ambiente térmico en higiene del trabajo. En Revista de Medicina de Empresa. Vol. IX, nº 4. 1974
7. CLARK, R.P. y Hdholm, E.O., Man and his thermal environment. London. Edward Arnold. 1985.
8. III Coloquio de prevención de accidentes de enfermedades profesionales en la industria metalúrgica. (III ponencia). Palma de Mallorca. Julio 1982.
9. OVEJANOVICH, G.J. Computer program for evaluating the thermal environment. En American Ind. Hyg. Ass., J., 1983, 44 (9) 690-695.
10. CHIANTA, M.A. STOLL, A.M. y PIERGALLINI, J.R. Protección a la radiación térmica por disipación del calor lateral. En Aerospace medicine. USA. Vol. 45, nº 4, 1974.
11. FARRERAS-RIZNAB j. Medicina interna. Edit. Marín. Barcelona. 1980.
12. GARRIDO, M. y PEREZ, P. El trabajo en ambientes de sobrecarga térmica. Servicio Social de Higiene y seguridad del trabajo. Serv. de publicaciones. 1981.
13. GUADIX, J. Problemas termohigrométricos. Análisis, evaluación y control. Curso de higiene industrial básica. Sevilla, Julio. 1976. Servicio de Publicaciones I.N.S.H.T.
14. GUYTON, A.C. Manual de fisiología médica. Edit. Interamericana. México, 1971.
15. LEHMAN, G. Fisiología práctica del trabajo. Edit. Aguilar. 1960.
16. MENENDEZ, M. y ARQUES, E. Riesgos en ambientes de calor. « Stress térmico ». VIII Congreso nacional de medicina, Higiene y Seguridad en el trabajo. Octubre, 1977. Serv. Publicaciones del I.N.S.H.T.
17. MILLIGAN , M.V. Physiological Heat Stress Criteria A.S.H.R.A.E. Journal, August, 1974.

18. MORTE GOMEZ, F. Tensiones térmicas en el cuerpo humano. Anales de mecánica y electricidad.
19. Occupational exposure to hot environments. Criteria for a recommended standard. Department of health, Education and welfare. (National Institute for Occupational Safety and Health) USA., 1972.
20. PELLET, M.V. Medio interno. Líquidos corporales. Edit. Margan. Madrid, 1980.
21. POWELL, H.C. The industrial environment : its evaluation and control. U.S. Department of Health, education and Welfare.
22. ORTIZ, A. y MENDEZ, A. Fundamentos de fluidoterapia. Instituto IbyS. Madrid, 1978.
23. PATTY, F.A. Industrial Hygiene and toxicology. Vol. I. Interscience Pub. Inc. New York, 1958.
24. RAPE, R. y AUBERTIN, C. Conditions de travail a la chaleurs. Etude de la verriere a main ; Cahiers de notes documentaires. 1983.
25. SILBO MAGL, S. y DESPOPOULOS, A. Atlas de fisiología. Lab. Novag. 1982.
26. TLVs for chemical substances and physical agents in the work-room environment with intended changes for 1976. American Conference of Governamental Industrial Hygienist (A.C.G.I.H.) Langsind. USA.
27. PEREZ, P. y GARRIDO, M. Trabajo en ambientes calurosos. IX Curso de medicina higiene y seguridad del trabajo (Curso Precongreso) I.N.S.H.T., 1980.

Los Riesgos eléctricos y su ingeniería de seguridad

**Máximo López Toledo
Dr.Ingeniero Industrial
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Universidad Politécnica de Madrid**

INDICE

1. Introducción	1
2. Daños causables por la electricidad.	2
2.1. Daños a las personas	2
2.1.1. Causados por el paso de la corriente a través del cuerpo humano	2
2.1.2. Causados por la presencia de campos electromagnéticos	3
2.1.3. Por otras causas	4
2.2. Daños de otros tipos	4
3. Clasificación de los sistemas y aplicaciones eléctricas según sus características intrínsecas	5
3.1. Por el riesgo de electrocución	5
3.1.1 Sistemas eléctricos de Alta tensión	6
3.1.2 Sistemas eléctricos de Baja tensión	6
3.1.3 Muy Baja Tensión de Seguridad o Pequeña Tensión de Seguridad	7
3.2 Por el riesgo de arcos eléctricos	7
3.3 Por el riesgo de campos electromagnéticos	8
3.4 Por el riesgo de los emplazamientos o de los fines	8
4. Ingeniería de la Seguridad	9
4.1. Ingeniería de la Seguridad aplicada al riesgo debido al paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo humano.	9
4.1.1 Principios físicos de Protección	9
4.1.1.1 Factores que influyen en la magnitud de la corriente a través del cuerpo	9
4.1.2 Dispositivos de protección	12
4.1.2.1 En alta tensión	12
4.1.2.2 En baja tensión	13
4.1.2.2.1 Protección contra los contactos directos y los contactos indirectos.	13
4.1.2.2.2 Protección contra los contactos directos.	13
4.1.2.2.3 Protección contra los contactos indirectos	17
4.2. Ingeniería de seguridad aplicada a la prevención de riesgos causables por campos electromagnéticos	21
4.3. Ingeniería de seguridad aplicada a la prevención de riesgos eléctricos en emplazamientos especiales	21
4.4. Ingeniería de seguridad aplicada a la prevención general de riesgos eléctricos	21
5 La reglamentación legal de la Seguridad Eléctrica	27
5.1. Directivas, Leyes, R.D., O.M., etc	27
5.2. Comentarios sobre los textos legales	29
6 Resumen y conclusiones	30
Referencias	31
Anexo 1	32
Anexo 2	38
Anexo 3	40
Anexo 4	43
Anexo 5	47

1. Introducción

Los riesgos eléctricos están asociados con los efectos de la electricidad y en su mayor parte están relacionados con el empleo de las instalaciones eléctricas. Las citadas instalaciones están integradas por elementos que se utilizan para la generación, transporte y uso de la energía eléctrica. Sin embargo también existen riesgos por la aparición de fenómenos eléctricos relativamente fortuitos como pueden ser las descargas atmosféricas o las descargas electrostáticas.

Los riesgos eléctricos afectan tanto a las personas como a las infraestructuras (ingeniería civil, edificaciones e instalaciones).

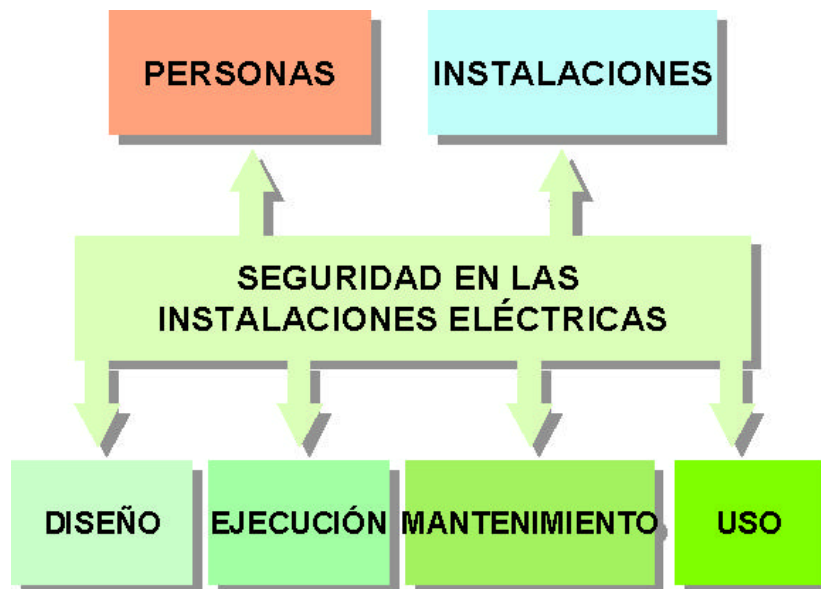
Los riesgos debidos a las instalaciones eléctricas pueden reducirse si se actúa correctamente en las diferentes fases del proceso que transcurre desde la creación hasta la destrucción de las mismas.

Diseño
Ejecución (montaje)
Mantenimiento
Uso
Desmantelamiento (desmontaje)

Como ocurre con otros tipos de riesgos la Ingeniería de Seguridad aplicada a los riesgos eléctricos, tiene por objeto reducir al máximo los mismos actuando en las fases mencionadas.

En este capítulo se hará especial hincapié en los riesgos eléctricos para las personas considerando tanto los efectos inmediatos como los mediatos. Se analizarán diferentes tipos de riesgos y los métodos para eliminarlos o reducirlos, haciendo mención de la reglamentación existente.

Es fundamental para la eliminación y reducción de riesgos que se contemple desde un primer momento, antes de comenzar el diseño de una instalación eléctrica, el destino y uso de la misma, solo de esta forma se logrará el objetivo previsto.



2. Daños causables por la electricidad.

2.1. Daños a las personas

Los accidentes eléctricos representan un porcentaje bajo respecto a los debidos a otras causas, aunque la electricidad está presente en todo tipo de actividades humanas.

Algunos accidentes podrían evitarse si se utilizan los equipos de protección individual (EPI) y las herramientas adecuadas.

La gravedad de los accidentes es mayor en alta tensión.

Los daños que puede causar la electricidad pueden clasificarse de la siguiente forma:

Causados por el paso de la corriente a través del cuerpo humano.

Causados por la presencia de campos electromagnéticos.

Por otras causas.

2.1.1. Daños causados por el paso de la corriente a través del cuerpo humano

La causa fundamental de daños producidos por la electricidad es el paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo humano. Para que circule intensidad a través del cuerpo humano es necesario que entre dos partes del mismo exista una tensión (o diferencia de potencial). Por el hecho de que el cuerpo humano en su conjunto esté a una tensión diferente de otra existente en algún objeto de su entorno, del que se encuentre eléctricamente aislado, no hay riesgo de daños causados por el paso de la corriente, aparece un riesgo debido a los efectos del campo eléctrico correspondiente.

Inmediatos

Contracción muscular, que puede provocar caídas, que a su vez pueden causar:

Impacto, cortes, quemaduras (por contacto con zonas calientes), etc

Incremento de la corriente (por la invasión de una zona más peligrosa)

Dificultad de respiración, que puede provocar asfixia.

Perturbaciones en el corazón, que pueden ser:

Fibrilación ventricular. Produce un movimiento anormal del corazón que provoca la pérdida de presión sanguínea.

Fibrilación auricular.

Parada cardíaca.

Como consecuencia de la falta de circulación de la sangre se produce la muerte de las células cerebrales por falta de oxígeno (anoxia).

Aumento de la presión sanguínea.

Quemaduras en las zonas de paso de la corriente.

La causa principal de muerte se considera la fibrilación ventricular. En algunos casos aparecen también como causas la parada cardíaca y la asfixia.

En el **Anexo 1** se ven con mas detalle los efectos directos del paso de la corriente a través del cuerpo humano.

Secundarios

Cerebrales

Circulatorios

Renales

2.1.2. Causados por la presencia de campos electromagnéticos

Los efectos de los campos electromagnéticos sobre el cuerpo humano han sido objeto de preocupación y alarma social creciente en las últimas décadas. Los campos electromagnéticos y sus efectos están relacionados con su frecuencia. Entre 0 y 10 kHz los campos eléctricos y magnéticos deben considerarse por separado. Existen efectos a corto plazo bien establecidos, dependientes de la frecuencia como:

La estimulación de células nerviosas y musculares
El calentamiento.

Efectos directos.

Un campo eléctrico induce una carga en la superficie de un cuerpo expuesto, que puede provocar cosquilleo de la piel, vibración del vello y pequeñas descargas electrostáticas.

Los campos magnéticos variables inducen en el interior del cuerpo tensiones que a su vez dan lugar a corrientes. La corriente inducida puede estimular los nervios o el tejido muscular.

Los campos electromagnéticos pulsados pueden producir otro tipo de efectos como percepción auditiva de pulsos de microondas además de aquellos asociados a la radiación de la onda. Pueden tener también efectos indirectos como quemaduras por tocar objetos calentados por efectos de los campos electromagnéticos. La Norma experimental ENV 50166 establece restricciones básicas para evitar las consecuencias nocivas de los efectos de los campos. No es frecuente que aparezcan campos con la magnitud y frecuencia necesaria para que induzcan tensiones en el interior del cuerpo humano que provoquen intensidades inducidas peligrosas. En la tabla siguiente se indican los efectos en función de las densidades de corriente inducidas.

Densidad de corriente inducida (mA/m²)	Efectos
<1	Ausencia de efectos establecidos
1-10	Efectos biológicos menores
10-100	Efectos bien establecidos, visuales (magnetofosfenos) y posibles efectos sobre el sistema nervioso, informes de mejora en la consolidación de fracturas óseas
100-1000	Cambios comprobados en la excitabilidad del sistema nervioso, central; umbrales de estimulación; posibles peligros para la salud
>1000	Estrasistoles, posibilidad de fibrilación ventricular, peligros para la salud comprobados

En el caso de campos magnéticos débiles no se disponen hasta el momento de resultados concluyentes que permitan cuantificar sus efectos sobre la salud humana en función de la frecuencia, la intensidad y el tiempo de exposición. Es decir, no está por el momento demostrado que la exposición a campos magnéticos que no den lugar a corrientes inducidas peligrosas presenten riesgo para la salud.

Efectos indirectos

Resultan del acoplamiento de un campo eléctrico o magnético con un objeto como una estructura metálica, que por las tensiones inducidas, puede provocar efectos directos sobre el cuerpo humano como consecuencia de descargas y quemaduras.

2.1.3. Por otros causas

Por arcos. Se pueden producir quemaduras en la cara, manos y vista (constituyen el porcentaje mas alto de lesiones).

Por aumento de la temperatura. Se pueden producir quemaduras (en las manos principalmente).

Por accionamientos imprevistos de maquinas accionadas o controladas por energía eléctrica. Se pueden producir contusiones, heridas, roturas de huesos, etc.

2.2. Daños de otros tipos

Los incendios, provocados por cortocircuitos (motivados generalmente por un funcionamiento incorrecto de las instalaciones) son uno de los daños mas frecuentes. En numerosas ocasiones se atribuye el origen de un incendio a un cortocircuito, pero habitualmente el cortocircuito no es sino un paso más (el mas llamativo) en el proceso que desencadena el incendio. Es normal que el cortocircuito se produzca por un calentamiento excesivo previo de elementos aislantes hasta alcanzar su punto de fusión, produciéndose a continuación el cortocircuito. Los motivos del calentamiento pueden ser muy diversos; la obstrucción de la ventilación, el fallo de los sistemas de protección, o bien pudieran en algunos casos deberse a errores de mantenimiento, ejecución o hasta de diseño.

Otros daños típicos son las averías de equipos, motivadas por sobretensiones atmosféricas o de maniobra.

También se producen incendios o explosiones motivadas por la presencia de atmósferas inflamables o explosivas ante elementos con temperatura elevada (producida por la electricidad) o arcos eléctricos.

3. Clasificación de los sistemas y aplicaciones eléctricas según sus características intrínsecas

Pueden establecerse varias clasificaciones de los sistemas y aplicaciones eléctricas. A continuación establecemos una clasificación basada en los siguientes criterios:

Por el riesgo de electrocución. Alta Tensión.

Baja Tensión.

Muy Baja Tensión de Seguridad.

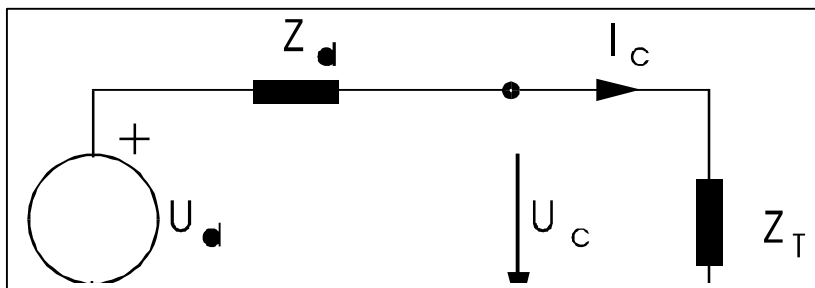
Por el riesgo de arcos eléctricos.

Por el riesgo de campos electromagnéticos.

Por el riesgo del emplazamiento o de los fines.

3.1. Por el riesgo de electrocución

Para que se produzca el paso de corriente a través del cuerpo humano es necesario que se cierre un circuito como el de la figura siguiente:



En el circuito, Z_T representa la impedancia del cuerpo humano. La intensidad I_c se calcula como

$$I_c = \frac{U_d}{Z_T + Z_d}$$

Una característica de los materiales aislantes es su resistividad y otra su rigidez dieléctrica o máxima tensión (kV/cm) que pueden soportar manteniendo sus características (entre ellas su alta resistividad). Por lo tanto el empleo de tensiones altas presenta mayor riesgo por varios motivos:

En primer lugar cuando se tiene un circuito como el de la figura anterior, cuanto mayor sea la tensión mayor será la intensidad.

En segundo lugar cuanto mayor es la tensión mayor será la probabilidad de que se produzca un circuito como el de la figura, por superar la rigidez dieléctrica de los aislantes.

Al aproximarse a una instalación con conductores no aislados se producen efectos capacitivos (separación de dos conductores por un dieléctrico), estos efectos, aunque presentan impedancias altas, pueden provocar intensidades peligrosas si la tensión aumenta. Por este motivo es necesario mantener unas distancias mínimas (en función de la tensión) a los elementos no aislados.

Las normas internacionales establecen una clasificación de los sistemas eléctricos por el nivel de tensión. Como resultado de esta clasificación tenemos tres grandes grupos: sistemas de **Alta tensión**, de **Baja Tensión**, y de **Muy Baja Tensión de Seguridad**.

3.1.1 Sistemas eléctricos de Alta tensión

Son sistemas de alta tensión aquellos en los que se utilizan tensiones alternas de valor eficaz superior a 1000 V o tensiones continuas superiores a 1500 V.

Normalmente las instalaciones de alta tensión son de corriente alterna trifásicas y la tensión de las mismas se refiere al valor de su tensión de línea (tensión eficaz entre cada dos de los tres conductores de fase). Existen algunas excepciones como las instalaciones de tracción eléctrica, que son de corriente continua a 3000 V (entre catenaria y raíl) en los trazados con ancho de vía español, y de corriente alterna monofásica a 25 kV (entre catenaria y raíl) en el tramo Madrid-Sevilla. En el futuro tramo Madrid-Barcelona serán de corriente alterna monofásica con 25kV entre catenaria y raíl, 25kV entre raíl y conductor auxiliar y 50 kV entre catenaria y conductor auxiliar.

Los sistemas eléctricos de alta tensión se utilizan fundamentalmente cuando se manejan potencias elevadas, con el objeto de que se reduzcan las intensidades. Por esta razón encontraremos sistemas de alta tensión en la generación de energía eléctrica (salvo excepciones como pequeños generadores), el transporte a distancias de centenas de km (líneas de 400 kV, 220 kV, 132 kV.), la

distribución a distancias de decenas de km (líneas de 66 kV, 45 kV, 15 kV) y en los sistemas de alimentación de algunos (habitualmente cuando la potencia supera los 500 kW).

Hay por lo tanto instalaciones de alta tensión en:

las centrales eléctricas

Las líneas eléctricas de transporte y distribución en alta tensión.

Las subestaciones eléctricas (instalaciones destinadas a maniobras de conexión y desconexión así como a transformación de la tensión)

Los centros de transformación.

Algunas instalaciones industriales cuando utilizan motores de gran potencia. (habituales en sectores como la siderurgia, la fabricación de cemento, etc)

Las instalaciones de alta tensión presentan características especiales con relación al riesgo eléctrico.

Por las graves consecuencias que tienen los accidentes en alta tensión (cuando provocan la circulación de corriente a través del cuerpo humano) es preciso establecer todas las medidas de prevención necesarias para evitar este riesgo, tanto manteniendo las instalaciones en condiciones seguras, como organizando las actuaciones humanas que puedan suponer riesgo para las personas

3.1.2 Sistemas eléctricos de Baja tensión

Son sistemas a baja tensión aquellos en los que se utilizan tensiones alternas de valor eficaz entre 50 V y 1000 V o tensiones continuas entre 75 V y 1500 V.

Los sistemas eléctricos de baja tensión se utilizan fundamentalmente para la conversión de la energía eléctrica en otra forma de energía, porque la gran mayoría de receptores eléctricos están diseñados para el funcionamiento a baja tensión.

Todas las instalaciones de baja tensión se alimentan con corriente alterna, habitualmente a tensiones eficaces de 220 V las monofásicas y de 380 V (tensión de línea) las trifásicas. Sin embargo, hay partes de las instalaciones, que utilizan corriente continua o corrientes con formas de onda especiales, para fines específicos como el control de motores u otros receptores. Por esta razón, son de baja tensión las instalaciones receptoras de los consumidores de energía eléctrica (salvo excepciones como motores de más de 500 kW). Normalmente, son trifásicas las instalaciones cuya potencia supera los 15 kW o cuando siendo menor existen receptores trifásicos. Suelen ser monofásicas las instalaciones domésticas siempre que no tengan algún receptor trifásico (como equipos de aire acondicionado de cierta potencia).

3.1.3 Muy Baja Tensión de Seguridad o Pequeña Tensión de Seguridad

Se considera Muy Baja Tensión de Seguridad a las menores de 24 V en lugares húmedos y de 50 V en lugares secos no conductores.

Se utilizan estas instalaciones en los casos de uso de aparatos con aislamiento funcional solamente, que deban ser utilizados en emplazamientos muy conductores (como depósitos metálicos, calderas, hornos, etc). La potencia de estos sistemas suele ser baja (inferior a 10 kW).

3.2 Por el riesgo de arcos eléctricos

Un arco eléctrico es una corriente eléctrica entre dos conductores a través del aire. El aire en condiciones normales es aislante siempre que no se supere su rigidez dieléctrica. Un arco puede producirse por modificar las condiciones de manera que se supere la rigidez dieléctrica del aire, o como consecuencia de la maniobra de apertura o cierre de un elemento de interrupción de la corriente eléctrica. Cuando se establece un arco en el aire suele convertirse en un cortocircuito y trata de propagarse en dirección a la fuente de alimentación, ya que como consecuencia de la

energía de mismo el aire se ioniza y se vuelve conductor (hasta que se enfríe de nuevo). Si un interruptor se abre cuando circula a través de él una intensidad superior a la asignada como poder de corte, puede deteriorarse y ser incapaz de extinguir el arco y por lo tanto de interrumpir el paso de corriente. También pueden producirse arcos eléctricos por otros motivos.

Existe riesgo de arcos eléctricos tanto en instalaciones de alta tensión como de baja tensión.

Los arcos eléctricos peligrosos se deben habitualmente a circunstancias fortuitas motivadas por **fallos de las instalaciones o fallos en actuaciones humanas**. Los efectos de los arcos eléctricos dependen de la intensidad de la corriente del arco, y de la tensión. Las intensidades de cortocircuito son especialmente altas en las proximidades de los centros de transformación en instalaciones de baja tensión y en todos los puntos de las instalaciones de alta tensión. **Las causas** que provocan arcos eléctricos pueden ser:

Fallos en dispositivos de maniobra o protección.

Cortocircuitos fortuitos provocados por:

Desprendimiento de elementos conductores

Deterioro de aislantes

Aproximación excesiva a elementos conductores con herramientas o elementos de medida.

Actuaciones de animales.

Humedad.

Etc.

3.3 Por el riesgo de campos electromagnéticos

Todos los elementos de una instalación que se encuentren a una cierta tensión producen campos eléctricos y todas las instalaciones por las que circule intensidad producen campos magnéticos. Sin embargo debido a su carácter vectorial el campo resultante en un punto a cierta distancia puede resultar nulo o muy bajo.

El mayor riesgo de presencia de campo eléctrico se produce como es lógico en las instalaciones de alta tensión ya que es proporcional a la misma.

El mayor riesgo de presencia de campo magnético se produce alrededor de conductores por los que circulen intensidades elevadas ya sean de alta o de baja tensión y el riesgo será mayor cuanto mas cerca y mayor grado de desequilibrio tengan las intensidades respecto al punto considerado. En una vía pública a un metro del suelo, puede ser mas intenso el campo magnético producido por una línea de baja tensión, enterrada a una profundidad de 1 m, con los conductores separados entre si 20 cm, que el campo magnético producido por una línea aérea de alta tensión a 10 m de altura (que produce un fuerte impacto visual).

Los casos citados anteriormente se refieren a objetos que producen campos eléctricos y magnéticos a frecuencia industrial (50Hz en Europa y 60Hz en América). Existen instalaciones y equipos industriales que utilizan frecuencias mas elevadas como hornos de inducción, hornos de microondas, etc. También producen campos electromagnéticos de frecuencias altas las antenas de telecomunicación por radio y telefonía móvil.

3.4 Por el riesgo del emplazamientos o de los fines

Existen emplazamientos o aplicaciones en los que las instalaciones deben cumplir unos requisitos especiales por los riesgos específicos que existen, estos son:

Locales de pública concurrencia

Espectáculos

De reunión

Establecimientos sanitarios

Locales con riesgo de incendio o explosión

Locales húmedos

Locales mojados
Locales con riesgo de corrosión
Locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión
Locales a temperatura elevada
Locales a temperatura muy baja
Locales con baterías
Locales afectos a un servicio eléctrico
Estaciones de servicio
Garajes
Talleres de reparación de automóviles
Máquinas de elevación y transporte
Piscinas
Instalaciones provisionales
Instalaciones de obras

4. Ingeniería de la Seguridad

La ingeniería de seguridad aplicada a los riesgos eléctricos se utiliza tanto para la eliminación de riesgos como para la prevención de aquellos previamente evaluados.

4.1 Ingeniería de la Seguridad aplicada al riesgo debido al paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo humano.

La reglamentación define dos causas posibles de paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano:

Contactos directos. Contactos de personas, animales domésticos o ganado con partes activas de los materiales y equipos.

Contactos indirectos. Contactos de personas, animales domésticos o ganado con masas puestas accidentalmente bajo tensión.

Partes activas. Conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal.

Masa. Conjunto de las partes conductoras de un aparato o instalación eléctrica que en condiciones normales están aisladas de las partes activas.

4.1.1 Principios físicos de Protección

Los accidentes provocados por los riesgos eléctricos tienen como origen fallos en las instalaciones o actuaciones incorrectas de las personas. La forma de evitarlos será actuando sobre el origen de los mismos, es decir logrando que las instalaciones estén en las adecuadas condiciones de seguridad y que las personas actúen de forma segura con relación a los riesgos que existan. El principio básico generalizado de la protección en este campo es el aislamiento.

El **aislamiento** es el conjunto de las materias aislantes empleadas en la construcción de un aparato o instalación y destinados a impedir cualquier contacto con las partes activas.

Las **envolventes** de los receptores y equipos proporcionan **un grado de protección** que se identifica por las siglas **IPXX** (ver **anexo 3**).

4.1.1.1 Factores que influyen en la magnitud de la corriente a través del cuerpo.

La corriente eléctrica que circulará por el cuerpo humano depende de:

- La **tensión** eléctrica que tenga que soportar (depende del tipo de defecto y del sistema de protección empleado).
- La **impedancia** que presente. Esta resulta de la conexión en serie de la impedancia interna con las impedancias de la piel en los puntos de contacto.

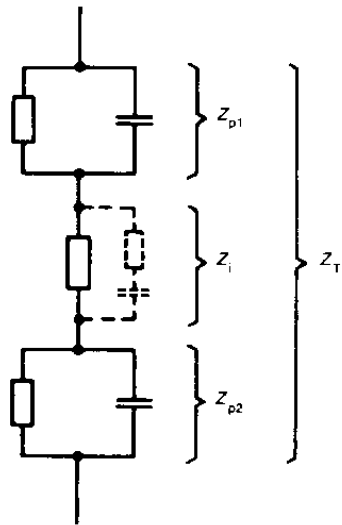
La impedancia de la piel (Z_p) puede considerarse un conjunto de resistencias y capacidades y depende de la tensión, la superficie de contacto, la presión del contacto, la humedad de la piel y de la temperatura.

La impedancia interna del cuerpo humano (Z_i) es principalmente resistiva y depende fundamentalmente del trayecto y de la superficie de contacto.

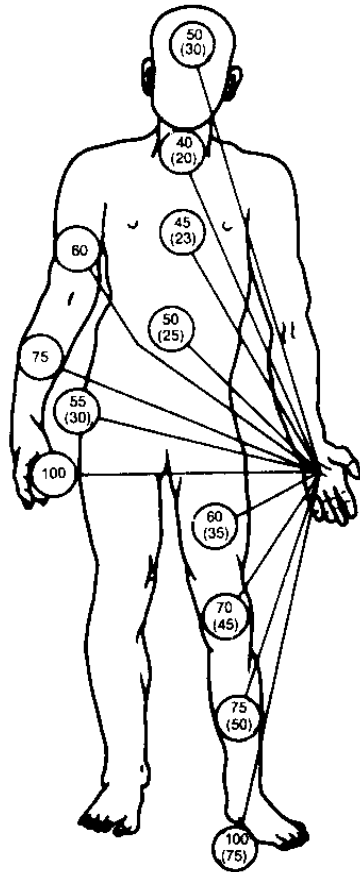
La impedancia total del cuerpo humano depende por tanto de los factores enumerados anteriormente. En la tabla siguiente aparecen valores validos para un trayecto mano a mano y mano a pie con dos superficies de contacto importante (50 a 100 cm²) y en condiciones secas. La resistencia inicial para el mismo trayecto y superficie de contacto puede tomarse igual a 500 Ω . Las medidas se han efectuado sobre seres vivos y sobre cadáveres.

Tensión de contacto (V)	Valores de impedancia total (W.) del cuerpo humano que no son sobrepasados por		
	5%	50%	95%
	de la población		
25	1750	3250	6100
50	1450	2625	4375
75	1250	2200	3500
100	1200	1875	3200
125	1125	1625	2875
220	1000	1350	2125
700	750	1100	1550
1000	700	1050	1500
valor asintótico	650	750	850

En la figura siguiente aparecen los valores correspondientes a las impedancias de otros trayectos en función de los de la tabla anterior.



Z_i es la impedancia interna;
 Z_{p1}, Z_{p2} es la impedancia de la piel;
 Z_T es la impedancia total.



Las cifras indican el porcentaje de la impedancia del cuerpo humano para el trayecto correspondiente con relación a la del trayecto mano a mano.

Las cifras sin paréntesis corresponden al trayecto de una mano a la parte considerada del cuerpo. Las cifras entre paréntesis corresponden al trayecto entre las dos manos y la parte correspondiente del cuerpo.

NOTAS

- 1 La impedancia entre una mano y los dos pies es igual al 75% y la impedancia entre las dos manos y los dos pies es igual al 50% de la impedancia entre las dos manos.
- 2 En primera aproximación, estos valores son igualmente válidos para la impedancia total del cuerpo humano.

Para prevenir los efectos del paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo humano se pueden aplicar medidas:

- Evitando que se cierre un circuito eléctrico con la tensión y la impedancia tal que provoque corrientes peligrosas a través del cuerpo humano. Estas medidas a su vez se pueden dividir en dos tipos:
 - Evitando que la tensión sea peligrosa.
 - Aumentando la impedancia mediante el aislamiento adecuado para que la intensidad no sea peligrosa.
- Instalando algún dispositivo que abra el circuito en un tiempo suficiente para evitar daños irreversibles, cuando circulen corrientes peligrosas a través del cuerpo humano. No siempre es posible aplicar esta medida.

4.1.2 Dispositivos de protección

4.1.2.1 En alta tensión

En alta tensión se producen accidentes que podríamos clasificar de la siguiente forma:

- ◆ Por fallo de aislamiento con relación a la tensión. Puede ser motivado por
 - Deterioro de materiales aislantes.
 - Aproximación excesiva a partes en tensión.
- ◆ Por tensiones de paso peligrosas
- ◆ Por realizar trabajos sin mantener las debidas medidas de seguridad.

Los métodos de protección para evitar accidentes están establecidos en la reglamentación correspondiente a este tipo de instalaciones y resumidamente consisten en:

- Seleccionar el **nivel de aislamiento** de forma coordinada para la tensión.
- Realizar las **conexiones equipotenciales y a tierra** establecidas por la legislación para evitar tensiones de contacto indirecto peligrosas.
- Seleccionar, ajustar y verificar las **protecciones** según las características de la instalación.
- Impedir la aproximación a las partes activas no aisladas mediante:
 - **Alejamiento.**
 - **Interposición de obstáculos.**
 - **Envolventes.**
 - **Enclavamientos.**
- Realizar inspecciones periódicas de las instalaciones.
- Reducir las tensiones de paso.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad necesarias en la realización de los trabajos:
 - Realizar las **maniobras** utilizando las medidas de seguridad establecidas en la legislación.
 - Respetar las conocidas como **5 Reglas de Oro** en trabajos sin tensión. (ver **anexo 5**)
 - Cumplir la **normativa** correspondiente al tipo de trabajo cuando se realiza **en tensión**.

4.1.2.2. En baja tensión

4.1.2.2.1 Protección contra los contactos directos y los contactos indirectos.

Se puede conseguir una protección simultánea contra ambos tipos de contactos mediante los siguientes procedimientos:

Utilizando muy baja tensión de seguridad (MBTS). Está basado en la limitación de la intensidad máxima que circula a través del cuerpo aún en el caso más desfavorable. La reducción de la tensión actúa de forma redundante sobre la intensidad, ya que aumenta la impedancia del cuerpo. Las tensiones usadas son de 24 V de valor eficaz en locales o emplazamientos húmedos y de 50 V en c.a. ó 75 V en c.c., en locales o emplazamientos secos. Se requiere el cumplimiento de unas condiciones adicionales citadas en la normativa vigente para mantener la seguridad. Este método, por su sencillez y la confianza que proporciona, ha sido y sigue siendo ampliamente utilizado, por ejemplo en trabajos de producción y mantenimiento con elevado riesgo eléctrico.

Aunque no se logre una protección completa si no se utilizan las tensiones indicadas en el párrafo anterior, el empleo de tensiones menores disminuye el riesgo, tanto respecto a los contactos directos como indirectos. En U.S.A. la normativa impone que la tensión no supere los 120 V, en determinados circuitos de las instalaciones de viviendas, hoteles, moteles y residencias. Para otros usos se permiten y se usan tensiones más elevadas.

Limitando la energía de descarga. Consiste en la asociación de elementos o dispositivos para tal fin y esta en estudio.

4.1.2.2.2 Protección contra los contactos directos.

La protección contra los contactos directos se consigue empleando los siguientes procedimientos (de forma alternativa o simultánea según el caso).

Aislamiento de las partes activas.

Aislamiento funcional (ó principal) es el necesario para asegurar el funcionamiento correcto y la protección fundamental contra el choque eléctrico.

Aislamiento suplementario (ó de protección) es un aislamiento independiente previsto además del aislamiento funcional, con objeto de evitar el choque eléctrico en caso de defecto del aislamiento funcional.

Doble aislamiento es el que comprende a la vez un aislamiento funcional y un aislamiento suplementario.

Aislamiento reforzado es un aislamiento funcional mejorado con propiedades eléctricas y mecánicas tales que proporciona el mismo grado de protección que el doble aislamiento.

Clasificación de receptores o materiales eléctricos por su aislamiento y otras medidas de seguridad contra contactos indirectos.

Clase 0. Las partes accesibles están separadas de las partes en tensión solo por un aislamiento funcional, y no dispone de dispositivo para unir las masas a un conductor de protección.

Clase I. Dispone de aislamiento funcional y en caso de receptor dispone de dispositivo para unir las masas a un conductor de protección.

Clase II. Las partes accesibles están separadas de las partes en tensión por un aislamiento reforzado o por doble aislamiento, y no dispone de dispositivo para unir las masas a un conductor de protección.

Clase III. Previsto para ser alimentado en todos sus circuitos a **MBTS**.

La determinación de las partes accesibles se realiza mediante los ensayos descritos en las normas.

Las partes activas deben estar recubiertas completamente de un aislamiento funcional que solo pueda ser quitado destruyéndolo.

Los equipos fabricados con protección aislante deben cumplir sus prescripciones correspondientes.

La protección debe garantizarse con un aislamiento capaz de soportar de forma duradera las influencias a las que estarán sometidos todos los elementos.

Cuando el aislamiento se realiza en la fase de ejecución de la instalación, la calidad debe verificarse mediante ensayos análogos a los efectuados a los equipos realizados en fábrica.

Por medio de barreras o envolventes.

Las barreras o envolventes tienen por objeto evitar cualquier contacto con las partes activas. Por tal motivo todas las partes activas deben estar en el interior de envolventes o detrás de barreras con un grado de protección mínimo IP2X (según UNE 20-324). Las superficies horizontales fácilmente accesibles de barreras o envolventes tendrán un grado de protección mínimo IP4X.

Las barreras o envolventes serán robustas y duraderas y se fijarán de forma segura y a la distancia adecuada de las partes activas, teniendo en cuenta para ello las influencias externas a las que vayan a estar sometidas.

La eliminación de barreras ó envolventes solo se realizará cumpliendo determinados requisitos.

Por medio de obstáculos.

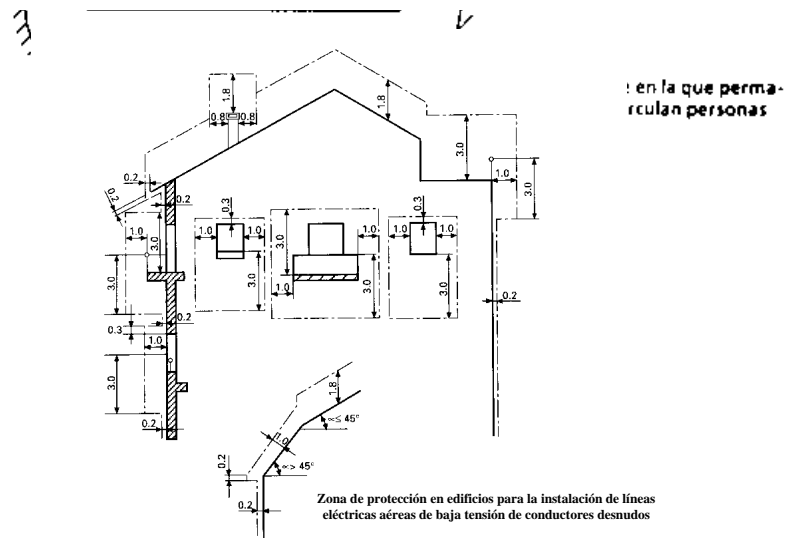
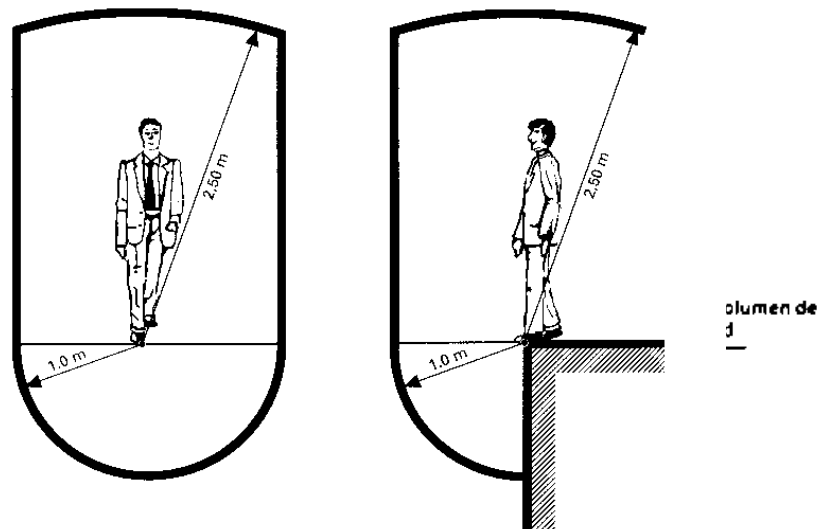
El empleo de obstáculos como medida de protección contra contactos directos tiene por objeto evitar los que se pueden producir de forma fortuita pero no los voluntarios (evitando deliberadamente el obstáculo). Los obstáculos se fijarán de forma que no puedan quitarse involuntariamente.

Por puesta fuera de alcance por alejamiento

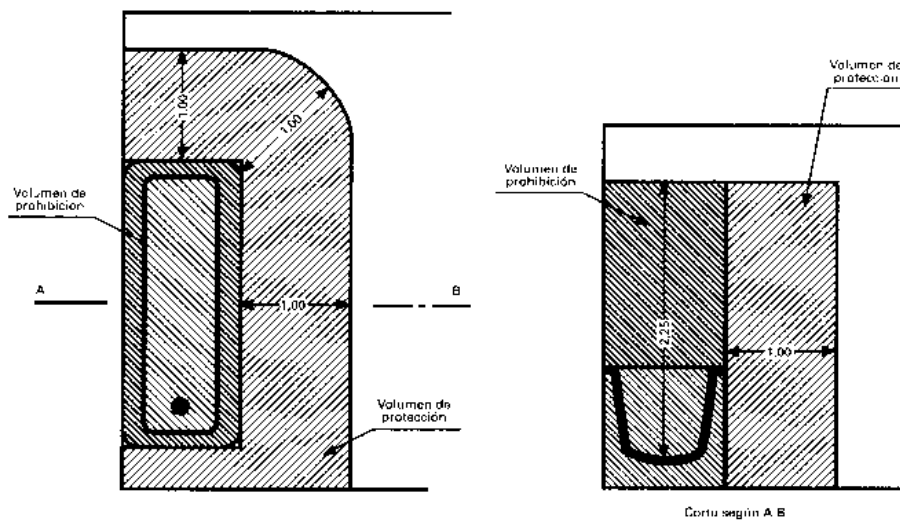
Esta medida de protección contra contactos directos tiene por objeto evitar únicamente los que se pueden producir de forma fortuita.

Dos **partes** se consideran **simultáneamente accesibles** si pueden ser tocadas simultáneamente por una persona. En general esto se puede producir si están separadas menos de 2,5 m. En el caso de que en el emplazamiento se manipulen objetos conductores de gran dimensión, la distancia anterior se aumentará en función de las dimensiones de tales objetos.

El **volumen de accesibilidad** de un emplazamiento es el limitado por superficies que no pueden ser alcanzadas con una mano sin medios auxiliares. Por convenio se toma el representado en la figura. En el caso de que en el emplazamiento se manipulen objetos conductores de gran dimensión, las distancias se aumentarán en función de las dimensiones de tales objetos.



Dos partes accesibles simultáneamente entre las que exista una tensión no deben encontrarse en el volumen de accesibilidad



Volumenes de prohibición y de protección en cuartos de baño

4.1.2.2.3 Protección contra los contactos indirectos

Para realizar una adecuada protección contra los contactos indirectos se tendrán en cuenta: la tensión, la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas, los elementos conductores y la extensión e importancia de la instalación.

El REBT en la MI BT 021 establece la siguiente normativa.

Para tensiones de hasta 24 V con relación a tierra en locales o emplazamientos húmedos o conductores no es necesaria protección.

Para tensiones de hasta 50 V con relación a tierra en locales o emplazamientos secos y no conductores no es necesaria protección.

Para tensiones superiores a 50 V ya es necesario establecer protecciones

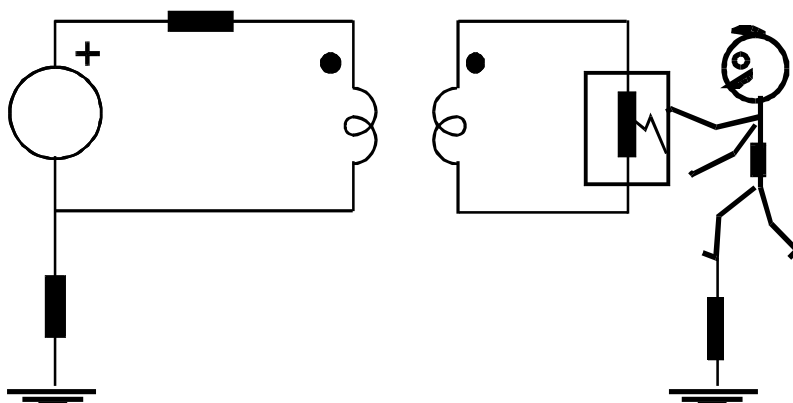
Las medidas de protección contra contactos indirectos se pueden agrupar en dos clases.

Clase A. Estas medidas tratan de suprimir el riesgo mismo haciendo que los contactos no sean peligrosos o de impedir los contactos simultáneos entre masas y elementos conductores cuando pueda haber una tensión peligrosa.

- Empleo de muy bajas tensiones de seguridad.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medios de aislamientos de protección (Clase II).
- Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas (locales o emplazamientos no conductores).
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
- Separación de circuitos.
- Conexiones equipotenciales.

Las cuatro primeras pueden comprenderse fácilmente puesto que su fundamento ha sido ya mencionado. A continuación se explican las dos últimas.

Separación de circuitos. El circuito debe ser alimentado por un transformador de aislamiento de seguridad o fuente con grado de seguridad equivalente, instalado respetando las normas específicas para cada caso. La tensión y la potencia están limitados. Esta medida de protección puede comprenderse fácilmente analizando la siguiente figura.



Separación de circuitos mediante transformador de aislamiento

Debido al aislamiento galvánico que proporciona el transformador, al producirse un contacto indirecto (contacto con la masa de un elemento puesta accidentalmente en tensión) no existe circuito para el retorno de la corriente de contacto y por tanto el valor de la intensidad de la misma es cero. Esta medida se utiliza en aquellas instalaciones en las que se quiere mantener el servicio después de producirse el primer fallo, como es el caso de quirofanos.

Conexiones equipotenciales. Consiste en la unión eléctrica de todos los conductores accesibles simultáneamente (tuberías, armaduras, masas, marcos, puertas, mobiliario con partes conductoras, etc). En el caso de un fallo de aislamiento todos los elementos conductores estarán a la misma tensión, y el acceso simultáneo a dos de ellos no presenta peligro alguno. Habitualmente en estos casos se produce un cortocircuito a tierra y actúan las protecciones dispuestas al efecto.

Clase B. Estas medidas están basadas en la actuación de un dispositivo de corte automático que desconecte la instalación defectuosa cuando puedan circular intensidades peligrosas a través de personas o animales. Actualmente solo se aplican a instalaciones de corriente alterna senoidal pero están en estudio las aplicaciones a otros tipos (continua, periódicas no senoidales). Necesitan la coordinación entre el esquema de conexiones a tierra (**TT, TN, IT**, del **Anexo 4**) y las características del dispositivo. Las más usuales son las siguientes.

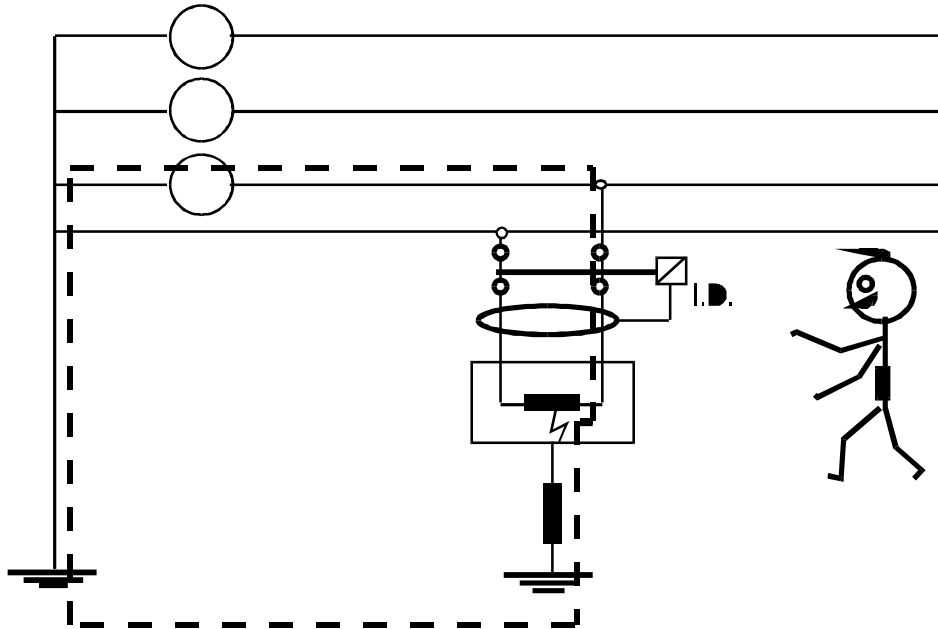
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (fusibles, I.A., I.D.)
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto
- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (fusibles, I.A., I.D.)
(En España se necesita la autorización de la compañía distribuidora cuando la alimentación se hace en BT)

La medida de protección contra contactos indirectos aplicada **de forma generalizada en España** es una de las comprendidas en el primer punto. Consiste en el uso de **interruptor de corte automático de tipo corriente diferencial residual (interruptor diferencial), combinado con el esquema TT (puesta a tierra del neutro de la alimentación y puesta a tierra de las masas de la instalación, independiente de la anterior)**. El interruptor diferencial (I.D.) es un dispositivo basado en un transformador de intensidad que efectúa la apertura de contactos cuando la suma de las intensidades que circulan por los devanados de su circuito primario supera la sensibilidad del mismo (I_s). En este caso, cuando aparece una corriente de defecto, de intensidad superior a la sensibilidad del interruptor diferencial, se produce la apertura automática del mismo. La sensibilidad (I_s) se determina en función de la resistencia de puesta a tierra de la instalación R_{ti} , para que la tensión máxima (U_d) que pueda

aparecer entre una masa y tierra sin que actúe el I.D. no supere los 24 V c.a o los 50 V c.a según se trate de locales húmedos o secos.

$$I_s = \frac{U_d}{R_{ti}}$$

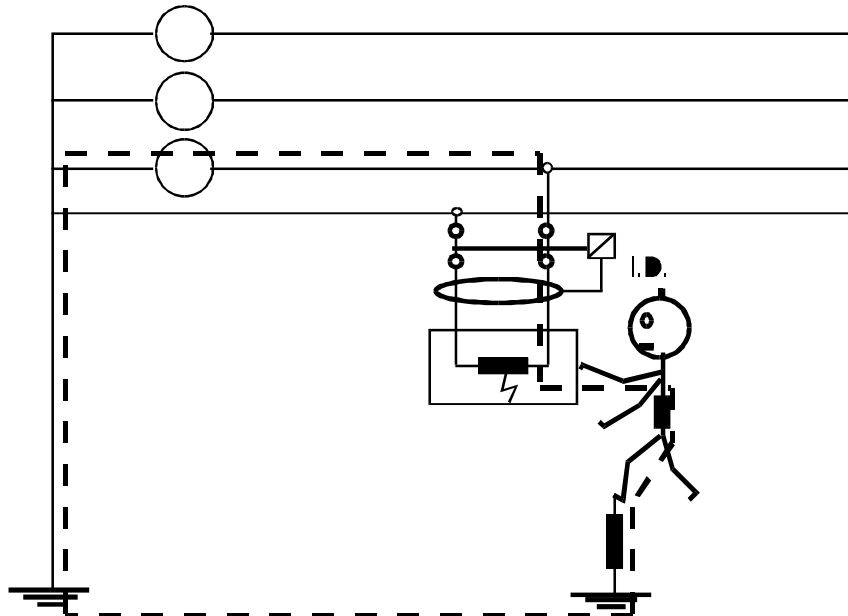
En la siguiente figura se indica el funcionamiento del interruptor diferencial en el caso de defecto.



Actuación del interruptor diferencial ante la existencia de una corriente a tierra a través del conductor de protección

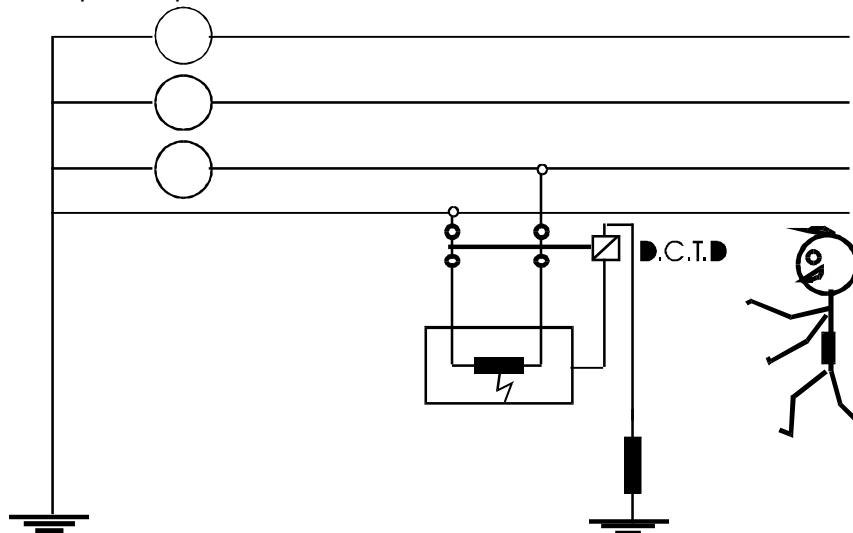
En Instalaciones antiguas en las que las masas no están puestas a tierra (pero si el neutro de la alimentación) es necesario el uso de interruptores automáticos de alta sensibilidad ($I_s < 30\text{mA}$). En estos casos cuando se produce un defecto no actúa el interruptor hasta que no se produce una descarga fortuita (a través de una persona o por otros medios). En la figura se observa que mientras no se cierra el circuito (para producir la descarga) el interruptor diferencial no puede detectar la existencia del defecto.

El uso de **otros dispositivos de corte** (fusibles o Interruptores automáticos) no es recomendable, ya que para su correcta actuación **es necesaria una adecuada coordinación** entre las impedancias del circuito, las resistencias de puesta a tierra y las características del dispositivo.



Actuación del interruptor diferencial ante la existencia de una corriente a tierra a través del cuerpo humano cuando no existe conductor de protección

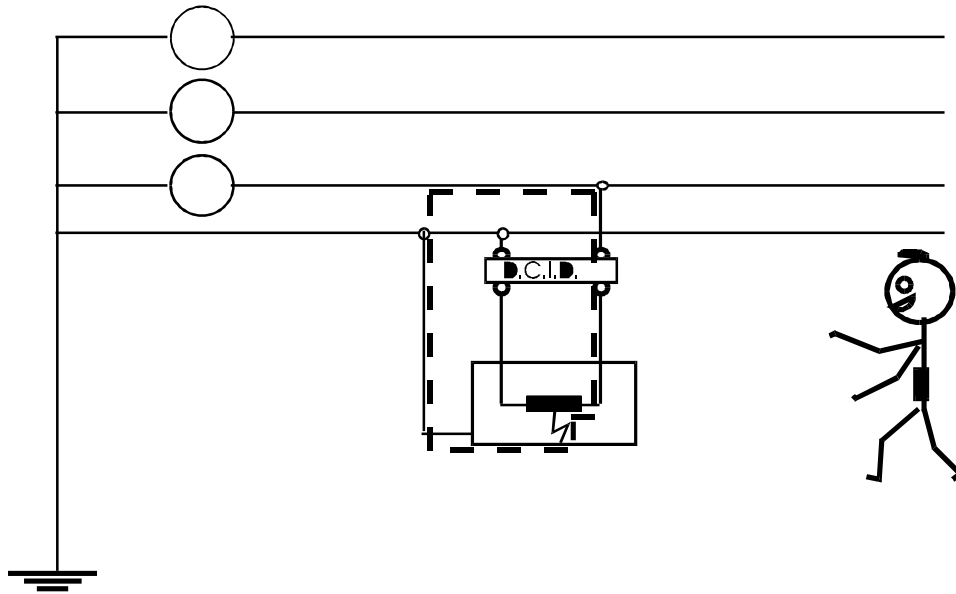
Realmente, las tensiones de defecto peligrosas solo existen durante el tiempo de actuación del dispositivo de corte, puesto que en cuanto este las detecta actúa abriendo el circuito de alimentación.



Conexión del dispositivo de corte por tensión de defecto (con masas aisladas)

La protección basada en la actuación de los dispositivos de corte por tensión de defecto (D.C.T.D.) se fundamenta en la actuación de una bobina cuando la tensión en sus extremos supera un cierto valor (U_d). Las masas pueden estar aisladas de tierra (como ocurre en la figura) o unidas a tierra mediante un conductor de protección (la tierra del D.C.T.D. debe ser independiente de la de las masas).

La protección basada en la puesta a neutro de las masas (TN) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (fusibles, I.A., I.D.) se representa en la figura. Su correcta actuación depende de la adecuada coordinación entre las impedancias del circuito y las características del dispositivo.



Conexión en el sistema de protección basado en la puesta a neutro de las masas con dispositivo de corte por intensidad de defecto

Las medidas de protección para el esquema IT no se han tratado por su complejidad y por la rara utilización de esta conexión.

4.2. Ingeniería de seguridad aplicada a la prevención de riesgos causables por campos electromagnéticos

El principio básico de la prevención de este riesgo se basa en:

- Diseñar las instalaciones para que los campos sean de la menor intensidad posible.
- Controlar la exposición de las personas a los campos y corrientes de contacto.

La aplicación de estos principios básicos se puede concretar en las siguientes recomendaciones:

- Modificar la geometría de los conductores y su disposición puede reducir los campos producidos. Se reduce considerablemente el campo magnético producido por una línea si los conductores están agrupados y trenzados.
- La puesta a tierra de los objetos que pueden producir tensiones de contacto elimina esta posibilidad.
- La colocación de pantallas metálicas (Jaulas de Faraday) son efectivas frente a campos eléctricos de baja frecuencia. Mas complicada es la reducción de campos magnéticos de baja frecuencia excepto a pequeña escala o en ciertas situaciones. En caso especiales puede aplicarse una compensación activa generando un campo cancelador.
- La limitación del acceso a zonas de campo alto puede ser la solución en ciertos casos.
- Los trajes conductores son eficaces para la reducción del campo eléctrico.
- Los guantes aislante se recomiendan para reducir o eliminar las corrientes de contacto.
-

4.3. Ingeniería de seguridad aplicada a la prevención de riesgos eléctricos en emplazamientos especiales

Las medidas de prevención exigidas y recomendadas para emplazamientos especiales son específicas para cada caso y están contempladas en la reglamentación vigente. Se aconseja consultar el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, las Instrucciones Técnicas Complementarias (MIE BT 025 a 028 más 046 a 049 del nuevo REBT) y la norma EN 60079.

4.4. Ingeniería de seguridad aplicada a la prevención general de riesgos eléctricos

En el diseño de las instalaciones eléctricas se han de considerar :

- **Las características generales.**
 - **Utilización.**
 - **Tipos de distribución.**
 - **Estructura general**
 - **Alimentaciones.**
 - **Influencias externas.**
 - **Compatibilidad.**
 - **Mantenimiento.**
- **El riesgo de electrocución (ya considerado).**
- **Los efectos térmicos.**
- **Las sobreintensidades.**
- **Las sobretensiones.**
- **Las disminuciones de tensión (subtensiones).**
- **El seccionamiento.**
- **Los materiales.**

Características generales de una instalación.

Para determinar las características generales de una instalación se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

Utilización

Conociendo la utilización que se va a hacer de una instalación se podrán determinar adecuadamente todas las partes de la misma y se podrá calcular de forma económica y segura la potencia de alimentación necesaria. En las instalaciones de alimentación a varios usuarios se pueden considerar coeficientes de simultaneidad.

Tipos de distribución.

Desarrolladas en el **anexo 4**.

Estructura general

Las instalaciones deben dividirse en circuitos para:

- Facilitar el funcionamiento, la verificación y el mantenimiento.
- Limitar las consecuencias de los defectos y los peligros derivados (falta de alumbrado, etc).

Alimentación

Las características básicas de la alimentación a tener en cuenta en la seguridad de la misma son:

- Frecuencia.
- Tensión nominal.
- Intensidad de cortocircuito.

Influencias externas

Las influencias externas que deben considerarse en el diseño y la ejecución de las instalaciones eléctricas son:

Relativas al medio ambiente

- Temperatura ambiente.
- Humedad del aire.
- Altitud.
- Presencia de agua.
- Presencia de cuerpos sólidos.
- Presencia de sustancias corrosivas o polucionantes.
- Solicitaciones mecánicas.
 - Choques.
 - Vibraciones.
 - Otras.
- Presencia de flora o moho.
- Presencia de fauna.
- Influencias electromagnéticas, electrostáticas o ionizantes.
- Radiaciones solares.
- Efectos sísmicos.
- Descargas atmosféricas (rayos).
- Velocidad del viento.

Respecto a la presencia de agua y de cuerpos sólidos lo que se hace es elegir adecuadamente el grado de protección proporcionado por las envolventes de los equipos o instalaciones. Estos grados de protección están clasificados en la norma UNE-20324. Se pueden ver en el **anexo 3**.

Relativas a la utilización

- Competencia de las personas.
- Contactos de personas.
- Condiciones de evacuación en caso de urgencia.
- Naturaleza de las materias tratadas o almacenadas.

Relativas a la construcción de los edificios

- Materiales de construcción.
- Estructura de los edificios.

Compatibilidad.

Deben tomarse las disposiciones adecuadas cuando puedan producirse efectos nocivos sobre materiales, elementos u otras instalaciones por sobretensiones, intensidades de arranque de motores, variaciones bruscas de potencia, armónicos, etc.

Mantenimiento.

Con relación al mantenimiento tanto de la propia instalación eléctrica como de otras instalaciones conectadas a la misma, debe considerarse:

- Que la verificación, ensayo y mantenimiento preventivo o correctivo pueda realizarse de forma fácil y segura.
- Que las medidas de protección para garantizar la seguridad sean eficaces.
- Que la fiabilidad de los materiales (número de maniobras o tiempo de duración) corresponda al uso y la vida prevista.

Efectos térmicos.

Las personas y los materiales deben estar protegidos contra los efectos térmicos peligrosos debidos al funcionamiento de las instalaciones eléctricas. Estos son los siguientes:

Combustión, incendio o degradación de los materiales. las medidas de protección son:

- Aislamiento térmico de puntos calientes.
- Aislamiento de arcos eléctricos.
- Disposiciones especiales cuando existan materiales con riesgo.
- Aislamientos eléctricos de la clase térmica adecuada.

Riesgo de quemaduras. Deben evitarse temperaturas peligrosas (ver UNE 20-460) en las partes accesibles.

Sobreintensidades.

Existen dos tipos de sobreintensidades:

Las debidas a **sobrecargas**, cuando se conectan a la instalación receptores que consumen (entre todos) una intensidad mayor que la nominal de la misma.

Las debidas a **cortocircuitos** producidos accidentalmente en un punto de la instalación.

Los elementos típicos de **protección contra las sobrecargas** son:

Fusibles.

Relés Térmicos o electrónicos.

Relés de sobreintensidad de tiempo inverso (mecánicos o electrónicos).

Los dos últimos elementos de protección anteriores deben ir asociados a un elemento con poder de corte para abrir el circuito y dicho elemento puede ser un contactor o un interruptor automático

Los dispositivos típicos de **protección contra cortocircuitos** son:

Fusibles.

Relés magnéticos o electrónicos (asociados con interruptores automáticos del poder de corte adecuado).

Sobretensiones.

Pueden ser debidas a fenómenos atmosféricos (rayos) o a maniobras de apertura o cierre de interruptores en la instalación. Hasta fechas actuales se han considerado en el diseño de instalaciones con tensiones superiores a 1000 V pero no en el de instalaciones de tensiones inferiores a los 1000 V. Los elementos de protección son:

Pararrayos o autoválvulas.

Descargadores.

Limitadores.

Subtensiones.

En determinadas instalaciones deben tomarse precauciones puesto que las bajadas de tensión pueden suponer un riesgo para los elementos conectados. Igualmente existe peligro cuando se producen faltas de tensión con restablecimiento inmediato si no se adoptan las medidas oportunas. Se utilizan bobinas de mínima tensión para detectar bajadas de tensión y rearmes no automáticos para evitar reconexiones indeseadas.

Seccionamiento y mando de las instalaciones para garantizar la seguridad.

En toda instalación se dispondrán los medios necesarios para evitar la puesta en tensión de forma imprevista y para la descarga de la energía almacenada en elementos de la misma.

Cuando exista tensión en el interior de una envolvente aislante de una instalación se dispondrá una señal indicadora de peligro, a menos que exista enclavamiento mecánico que obligue a dejar sin tensión las partes activas del interior antes de facilitarse el acceso al interior.

Se dispondrán los elementos de corte necesarios para evitar que por mantenimiento mecánico se produzcan daños corporales. Entre las instalaciones típicas a las que se les aplica esta regla están:

- Grúas.
- Ascensores.
- Escaleras mecánicas.
- Transportadoras.
- Máquinas herramientas.
- Bombas.
- Molinos.
- Etc.

Se dispondrán los medios apropiados que impidan la puesta en funcionamiento inesperado de la máquina durante el mantenimiento, a menos que los medios de corte estén bajo la vigilancia continua de todas las personas que efectúan dicho mantenimiento.

En las instalaciones que necesiten control de su alimentación para suprimir peligros inesperados se dispondrán elementos de corte por emergencia.

Cualquier aparato de una instalación dispondrá de un dispositivo de mando funcional adecuado (las tomas de corriente pueden usarse hasta 16 A)

Los circuitos de mando para motores impedirán el arranque de los mismos después de una parada por caída de tensión, si tal arranque pudiera suponer un peligro.

Materiales.

La adecuada selección y completa especificación de las características de los materiales que deben emplearse en las instalaciones eléctricas es un requisito indispensable en la seguridad de las mismas.

Factores a tener en cuenta en la ejecución y mantenimiento de las instalaciones eléctricas.

Durante la ejecución y el mantenimiento de las instalaciones eléctricas se tendrán en cuenta los siguientes requisitos:

- Ajustarse a las especificaciones técnicas de los materiales y a la disposición de los mismos que aparecen en el proyecto.
- Respetar la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (en especial las 5 Reglas de Oro).
- Ejecutar los trabajos sin tensión en la instalación (excepto en casos especiales de trabajos en tensión bajo su normativa específica).
- Utilizar las herramientas adecuadas (aisladas)

Factores a tener en cuenta en el uso de las instalaciones eléctricas.

Algunos de los accidentes típicos en las instalaciones eléctricas tienen por causa:

- Fallos de puesta a tierra.
- Interruptor diferencial defectuoso.

- Aislamientos defectuosos.
- Envoltentes de equipos no adecuados a las condiciones ambientales (IPXX inadecuado al uso).
- Someter a partes de la instalación a intensidades superiores a las nominales (sobreintensidades).
- Obstaculizar la adecuada ventilación (refrigeración).
- Existencia de uniones, conexiones o contactos de elementos conductores inadecuados.
- Aproximar elementos combustibles a partes de la instalación que pueden alcanzar temperaturas considerables.
- Aproximación a las partes activas.
- Puesta a tierra inadecuada de las masas. (por ejemplo mediante tuberías)
- Realización de trabajos de mantenimiento sin tomar las precauciones necesarias.

5. La reglamentación legal de la Seguridad Eléctrica

5.1. Directivas, Leyes, R.D., O.M., etc

Es de aplicación a las instalaciones eléctricas la siguiente Reglamentación:

- Directivas y Normas comunitarias

La reglamentación comunitaria de aplicación en las instalaciones eléctricas se ha dirigido a la seguridad de los productos que se utilizan en las mismas, en coherencia con la filosofía de la libre circulación de estos entre todos los países de la Unión Europea. La disposición de los diferentes elementos que constituyen una instalación está regulada internamente en cada país. Las directivas establecen los requisitos mínimos de seguridad o de protección, que deben de cumplir todos los productos que se encuentran en el mercado, la información de la que deben ir acompañados y la obligatoriedad del marcado CE. El desarrollo técnico de las directivas se realiza mediante las Normas (EN). A continuación se citan las directivas comunitarias específicas relacionadas con los productos y las instalaciones eléctricas.

DIRECTIVA DE MATERIAL ELÉCTRICO PARA USO EN BAJA TENSIÓN.

Aproximación de las legislaciones sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión. 73/23/CEE (DOCE L77,26.3.73,p.29). R.D. 7/88, de 8 de enero (B.O.E. 14.1.88).

Esta directiva es aplicable al material eléctrico destinado a utilizarse con una tensión nominal comprendida entre 50 y 1.000 V. en corriente alterna y entre 75 y 1.500 V. en corriente continua, con algunas excepciones.

Comunicación de la Comisión para la aplicación de la directiva 73/23/CEE. 92/C210/01 (DOCE c210,15.8.92,p.1). O.M. de 6.6.89 (B.O.E. 21.6.89). Comunicación de la Comisión indicando la lista de "Organismos notificados" y de "Normas armonizadas".

DIRECTIVA DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Aproximación de las legislaciones relativas a la compatibilidad electromagnética. 89/336/CEE (DOCE 23.5.89). Modificada por la 92/31/CEE. R.D. 138/89, R.D. 444/94.

Esta directiva es aplicable a los aparatos eléctricos y/o electrónicos, así como a los equipos, sistemas e instalaciones que contengan componentes eléctricos y/o electrónicos, que pueden ser susceptibles de crear perturbaciones electromagnéticas o cuyo normal funcionamiento pueda verse perjudicado por tales perturbaciones.

DIRECTIVA DE PRODUCTOS DE LA CONSTRUCCIÓN.

Aproximación de las legislaciones sobre productos de la construcción. 89/106/CEE (DOCE L40,11.2.89,p.12). R.D. 1630/92 de 29 de diciembre (B.O.E. 9.2.93).

Esta directiva es aplicable a los productos fabricados para su incorporación permanente a las obras de edificación o ingeniería civil, cuyas características influyan sobre la resistencia mecánica y estabilidad, la seguridad en uso y en caso de incendio, el medio ambiente interno o externo, o el aislamiento térmico o acústico de dichas obras.

DIRECTIVAS DE MATERIAL ELÉCTRICO PARA USO EN ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS.

Aproximación de las legislaciones sobre el material eléctrico utilizable en atmósferas explosivas y provisto de determinados sistemas de protección y modificaciones. 76/117/CEE (DOCE L43,20.2.79,p.20), 79/196/CEE (DOCE L43,20.2.79,p.20). O.M. de 13.1.88(B.O.E. 26.1.88), O.M. de 26.1.90 (B.O.E. 9.2.90) y O.M. de 24.7.92 (B.O.E. 4.8.92).

Esta directiva es aplicable al material eléctrico concebido para ser utilizado en atmósferas explosivas, y provisto de determinados sistemas de protección. Se excluye el material eléctrico que se utilice en

minas con peligro de grisú.

Aproximación de las legislaciones sobre el material eléctrico utilizable en atmósfera explosiva de las minas con peligro de grisú y adaptaciones al progreso técnico. 82/130/CEE (DOCE L59,2.3.82,p.10), 88/35/CEE (DOCE L20,26.1.88,p.28), 91/269/CEE (DOCE L134,29.591,p.51). O.M. de 3.4.92 (B.O.E. 24.4.92).

Esta directiva es aplicable al material eléctrico concebido para ser utilizado en minas con peligro de grisú (en instalaciones subterráneas o de superficie).

- **Reglamentación Nacional de obligado cumplimiento**

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Decreto 2.413/1.973 de 20 de Septiembre (B.O.E. 9-10-73) (en fase avanzada de revisión importante)
- Instrucciones Complementarias al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobadas por O.M. de 31 de Octubre de 1.973.
 - . Modificaciones de las Instrucciones Complementaria MI.B.T. del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobadas por diferentes O.M.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centro de Transformación, aprobado por Real Decreto 3.275/1.982 de 12 de Noviembre (B.O.E. 1-12-82).
- Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobadas por O.M. de 6 de Julio de 1.984 (B.O.E. 1-8-84)
 - . O.M. de 18 de Octubre de 1.984, complementaria de la O.M. de 6 de Julio de 1.984 (B.O.E. 25-10-84)
- Normas sobre ventilación y accesos a ciertos Centros de Transformación, aprobadas por Resolución de la Dirección General de Energía de 19 de Junio de 1.984 (B.O.E. 26-6-84)
- Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión, aprobado por Decreto 3.151/1.968 de 28 de Noviembre (B.O.E. 27-12-68 y 8-3-69).
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, aprobado por Decreto de 12 de Marzo de 1.954.
 - . Modificaciones al Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, aprobadas por Real Decreto 1.725/1.984 de 18 de Julio (B.O.E. 25-9-84).
 - . Modificaciones del Art. 22 del Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, aprobadas por Real Decreto 153/1.985 de 6 de Febrero (B.O.E. 9-2-85).
- Normas sobre acometidas eléctricas y aprobación del Reglamento correspondiente, aprobado por Real Decreto 2.949/1.982 de 15 de Octubre (B.O.E. 12-11-82).
 - . Corrección de errores del Real Decreto 2.949/1.982 (B.O.E. 14-2-82).
- Normas de las compañías eléctricas

- Normas UNE exigidas en los Reglamentos
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en El Trabajo (Orden de Marzo de 1971). Se espera la publicación del Reglamento para Trabajos en Instalaciones Eléctricas que la sustituya en esa materia.
- Prescripciones de seguridad Para Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas (AMIS).
- **Reglamentación Nacional no obligatoria**
 - Normas Técnicas de la Edificación.
 - Normas UNE no mencionadas en la normativa anterior.
 - Recomendaciones UNESA no mencionadas en la normativa anterior.
 - Proyectos tipo UNESA

5.2. Comentarios sobre los textos legales

La Reglamentación representa la preocupación y el esfuerzo de las diferentes administraciones públicas para lograr niveles aceptables de seguridad. La Reglamentación acota sensiblemente la solución a adoptar pero no la define concretamente. Suele existir un retraso entre el estado de la técnica y la reglamentación correspondiente. En ciertos casos existen incoherencias entre las exigencias y las mejores soluciones técnicas.

Está a punto de aparecer (se espera para antes de final del año 2000) el nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, que manteniendo la estructura del anterior (de 1973) introduce importantes cambios motivados por la evolución de las instalaciones y en particular las de edificios destinado al uso de viviendas.

También está a punto de aparecer el Real Decreto sobre disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

6. Resumen y Conclusiones

Los riesgos eléctricos aparecen básicamente por dos causas:

- **Defectos en las instalaciones**
- **Actuaciones incorrectas**

Para disminuir o eliminar los riesgos es necesario actuar sobre las causas de los mismos. Las actuaciones posibles sin intentar ser exhaustivos pueden resumirse en las siguientes:

- **Diseño adecuado de los sistemas eléctricos a las características y al uso.**
- **Correcta ejecución (empleando los materiales especificados).**
- **Verificación antes de la puesta en servicio.**
- **Cuidado mantenimiento y realización de verificaciones e inspecciones periódicas.**
- **Formación del personal sobre los riesgos de sus actuaciones y los equipos de protección**
- **Establecimiento de los sistemas de control que eviten intervenciones de personal sin la formación adecuada para realizarlas.**
- **Formación del personal en prestación de primeros auxilios y técnicas de reanimación. En caso de parada cardíaca o fibrilación ventricular, si se reanima al accidentado en un plazo no superior a 4 minutos la probabilidad de salvación es del orden del 50%. Es imprescindible asegurarse de que no se produzca un nuevo accidente antes de proceder a la extracción del accidentado del lugar en que se encuentre (comprobando la ausencia de tensión o utilizando elementos aislantes adecuados en caso de duda).**

Referencias

Norma UNE 20460.

Norma UNE 20 572.

Norma UNE-ENV 50166

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. MINER.

Curso sobre el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. ADAE. Ed. Paraninfo.

Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. MINER.

Normas VDE 0100 de protección eléctrica. De. Marcombo S.A..

Repertorio de directivas vigentes y programadas sobre seguridad en los productos, estructurado analíticamente. J.L. Castilla, M. Grau, J. Pinilla, P.Casla. Nº 96 Salud y Trabajo-1993

ANEXO 1

EFFECTOS DEL PASO DE LA CORRIENTE A TRAVÉS DEL CUERPO HUMANO.

Los efectos son diferentes para cada tipo de corriente: alterna (a frecuencia de red, alta frecuencia, pulsante) o continua. Se utilizan las siguientes definiciones:

Choque eléctrico: Efecto fisiológico debido al paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano o de un animal.

Electrocución: Acción y efecto de matar por medio de una corriente eléctrica.

A.1.1 Efectos sobre el cuerpo humano de la corriente alterna entre 15 y 100 Hz.

Para clasificar los efectos de la corriente sobre el cuerpo humano se establecen los siguientes umbrales:

Umbral de percepción. Valor mínimo de la corriente que provoca una sensación en la persona por la que pasa. Depende a su vez de la superficie de contacto, de las condiciones del contacto, de las características fisiológicas de la persona y del tiempo. Se toma habitualmente un valor de **0,5 mA**, cualquiera que sea el tiempo.

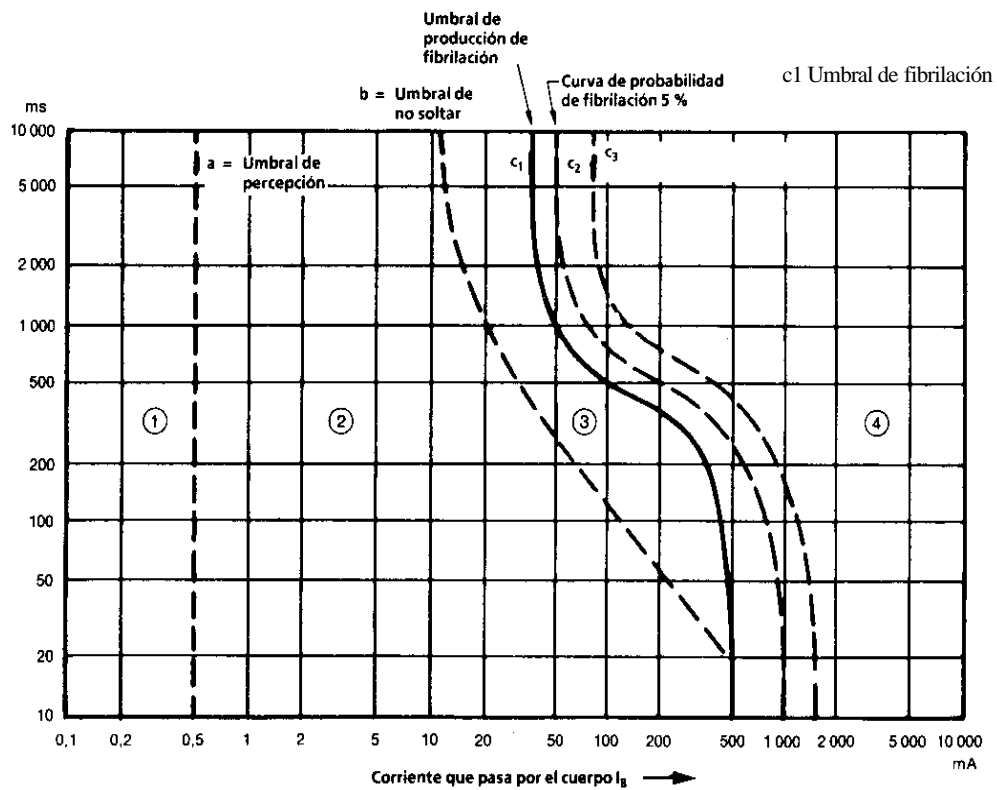
Umbral de no soltar. Valor máximo de la corriente para la que una persona que tiene electrodos puede soltarlos. Depende de los factores citados anteriormente. Se toma un valor de **10 mA**

Umbral de fibrilación ventricular. Valor mínimo de la corriente que provoca la fibrilación ventricular. Depende de parámetros eléctricos y fisiológicos. Decece si la duración se prolonga mas allá de un ciclo cardiaco. Se ha establecido una curva por debajo de la cual la fibrilación no es susceptible de producirse. Para 10 ms 500 mA, para 100 ms 400 mA, para 1 s 50 mA y para duraciones superiores a 3 s 40 mA.

Factor de corriente del corazón. Relación de la intensidad de corriente que siga el trayecto de la mano izquierda a los pies con la intensidad de corriente para un trayecto dado, que corresponda al mismo peligro de fibrilación ventricular.

Periodo vulnerable. Parte del ciclo cardiaco durante el cual las fibras del corazón están en un estado no homogéneo de excitabilidad y la fibrilación ventricular se produce si son excitadas por una corriente eléctrica de intensidad suficiente.

A continuación se presentan gráficamente los valores citados.



NOTAS

Efectos de la corriente "mano izquierda a los dos pies"

1. En lo que concierne a la fibrilación ventricular esta figura se refiere a los efectos de la corriente que pasa en el trayecto "mano izquierda a los dos pies". Para otros proyectos de corriente, véanse el capítulo 5 y la tabla 3
2. El punto 500 mA/100 ms corresponde a una probabilidad de fibrilación del orden de 0,14%

Zonas	Efectos fisiológicos
Zona 1	Habitualmente ninguna reacción
Zona 2	Habitualmente ningún efecto fisiológico peligroso
Zona 3	Habitualmente ningún daño orgánico. Probabilidad de contracciones musculares y dificultades de respiración, perturbaciones reversibles en la formación y la propagación de impulsos en el corazón incluida la fibrilación ventricular, aumentando con la intensidad de la corriente y el tiempo.

Zona 4	Además de los efectos de la zona 3, probabilidad de la fibrilación ventricular aumentando hasta alrededor del 5% (Curva C ₂), hasta alrededor del 50% (Curva C ₃) y más del 50% más allá de la curva C ₃ . Al aumentar la intensidad y el tiempo se pueden producir efectos patofisiológicos, tales como parada del corazón, parada de la respiración y quemaduras graves.
--------	---

Factores de corriente de corazón para diferentes trayectos de la corriente

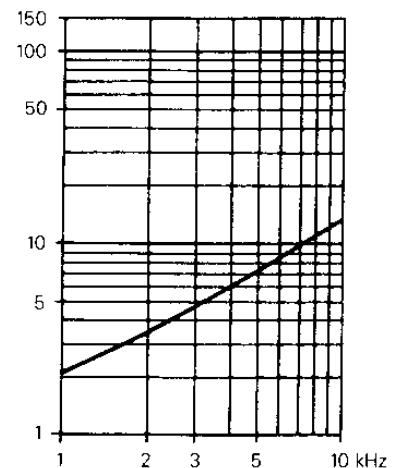
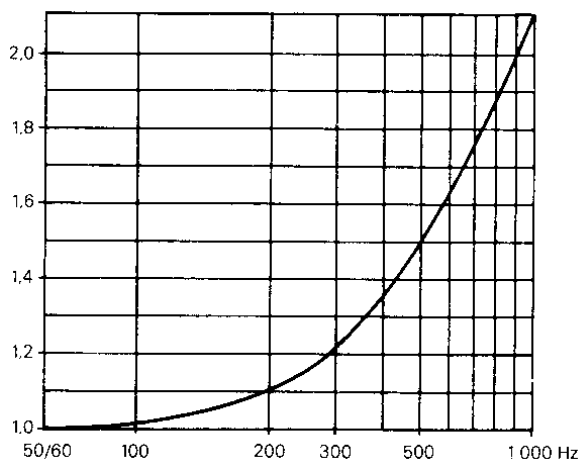
Trayecto de la Corriente	Factor de corriente de corazón
Mano izquierda a pie izquierdo, a pie derecho o a los dos pies	1,0
Dos manos a los dos pies	1,0
Mano izquierda a mano derecha	0,4
Mano derecha a pie izquierdo, a pie derecho o a los dos pies	0,8
Espalda a la mano derecha	0,3
Espalda a la mano izquierda	0,7
Pecho a la mano derecha	1,3
Pecho a la mano izquierda	1,5
Glúteos a la mano izquierda, a la mano derecha o a las dos manos	0,7

Por ejemplo una corriente de 200 mA mano a mano tiene el mismo efecto que una corriente de 80 mA mano izquierda a los dos pies.

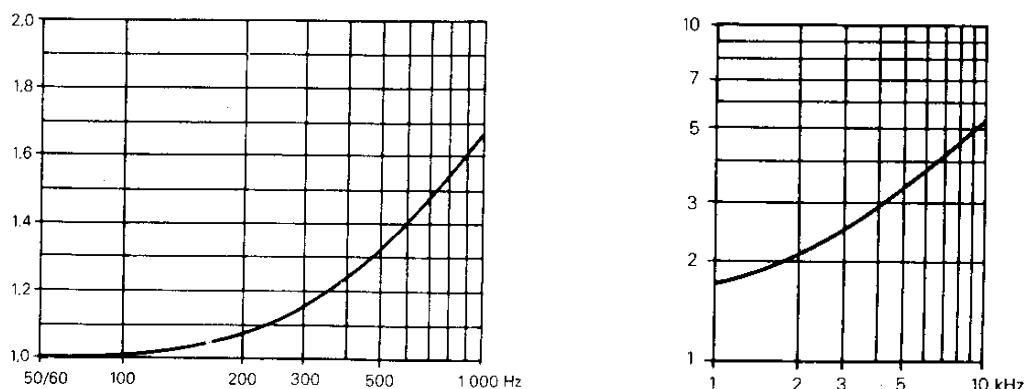
A.1.2 Efectos de la corriente alterna de frecuencia superior a 100 Hz.

Se define el factor de frecuencia F_f como la relación del umbral a la frecuencia f , al umbral a la frecuencia de 50/60 Hz para los efectos fisiológicos considerados.

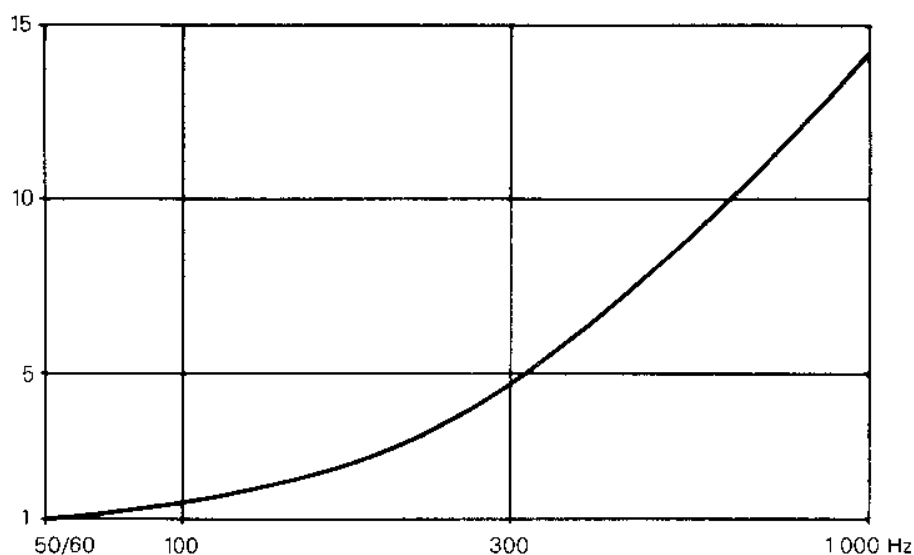
Factores de frecuencia para el umbral de percepción



Factores de frecuencia para el umbral de no soltar



Factores de frecuencia del umbral de fibrilación ventricular



A.1.3 Efectos de la corriente alterna con forma de onda especial

El control de equipos eléctricos mediante componentes electrónicos lleva asociada la aparición de formas de onda no senoidales. Dada la gran variedad de formas de onda posibles y que en muchas de ellas los valores están en estudio se aconseja al lector interesado la consulta de la norma UNE 20-572.

A.1.4 Efectos de la corriente continua

Los accidentes en corriente continua (cc) son escasos y mas raro aún es el caso de accidentes mortales ya que es mas alto el umbral de no soltar y el de fibrilación ventricular para duraciones de choque superiores al ciclo cardiaco.

La diferencia fundamental de los efectos de la corriente continua con relación a los producidos por la corriente alterna, se debe a que la estimulación de nervios y músculos depende no solo de la magnitud de la corriente sino también de la variación de la misma. Por tal motivo las intensidades de

corriente continua tienen que ser de dos a cuatro veces las de corriente alterna (valores eficaces) para producir los mismos efectos.

Factor de equivalencia entre corriente continua y corriente alterna (k): Cociente entre la corriente continua y el valor eficaz de la corriente alterna que presenta la misma probabilidad de provocar la fibrilación ventricular. Para duraciones superiores a la de un ciclo cardíaco es de 3,75.

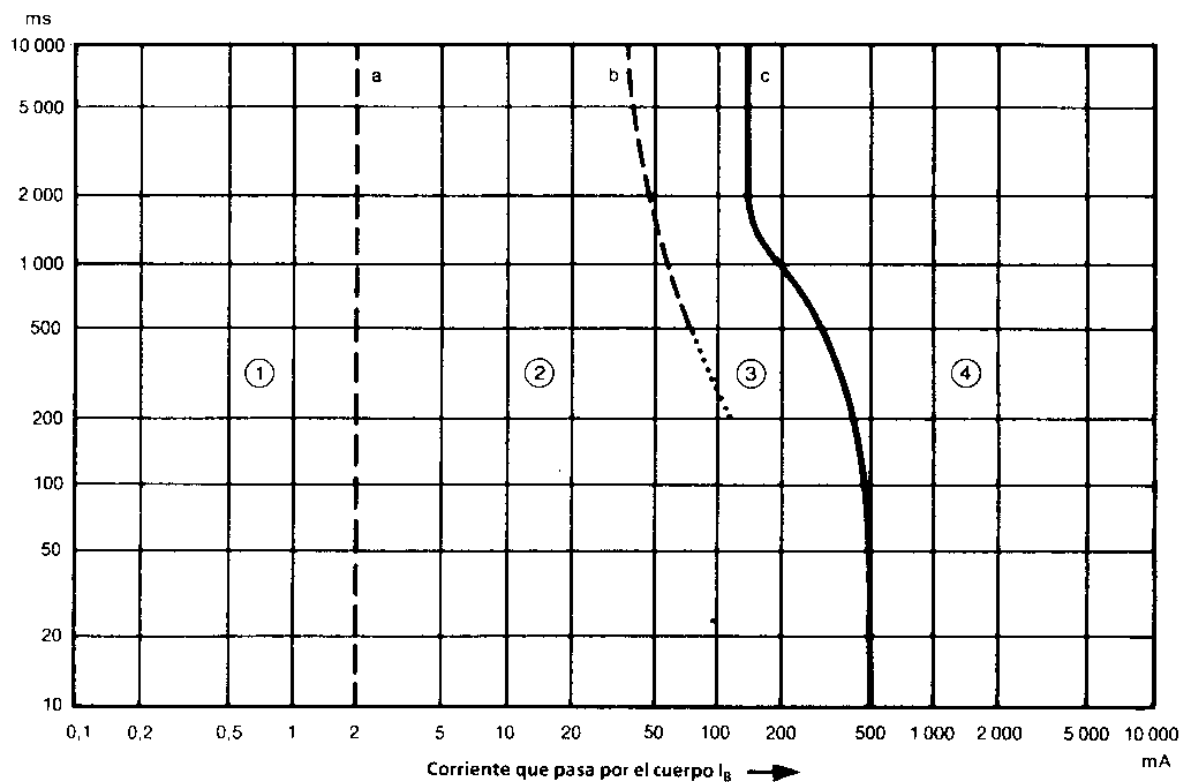
Corriente longitudinal: La que circula en sentido longitudinal a través del tronco humano (por ejemplo entre mano y pie)

Corriente transversal: La que circula en sentido transversal a través del tronco humano (por ejemplo entre mano y mano)

Corriente ascendente: Corriente longitudinal para la cual el polo positivo se encuentra en la parte inferior (los pies)

Corriente descendente: Corriente longitudinal para la cual el polo negativo se encuentra en la parte inferior (los pies)

En la gráfica siguiente se representan los diferentes umbrales, ya definidos para corriente alterna.



Zonas	Efectos fisiológicos de la corriente continua
-------	---

Zona 1	Habitualmente ninguna reacción.
Zona 2	Habitualmente ningún efecto fisiológico peligroso.
Zona 3	Habitualmente ningún daño orgánico. Perturbaciones reversibles en la formación y propagación de impulsos en el corazón, aumentando con la intensidad de la corriente y el tiempo.
Zona 4	Además de los efectos de la zona 3, probabilidad de fibrilación ventricular. Al aumentar la intensidad y el tiempo se pueden producir efectos patofisiológicos, tales como quemaduras graves.

ANEXO 2

EFFECTOS DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

A.2.1. Restricciones básicas por la exposición continua a un campo alterno externo

A.2.1.1. Densidad de corriente inducida en la cabeza o el corazón

Densidad de corriente inducida - Trabajadores

Frecuencia, f (Hz)	Densidad de Corriente inducida (mA/m ² , rms)
0,1 - 1	40
1 - 4	40/f
4 - 1000	10
1000 - 10000	f/100

Densidad de corriente inducida - Público general

Frecuencia, f (Hz)	Densidad de Corriente inducida (mA/m ² , rms)
0,1 - 1	16
1 - 4	16/f
4 - 1000	4
1000 - 10000	f/250

A.2.1.2. Corriente de contacto

Corriente de contacto - Trabajadores

Frecuencia, f (Hz)	Corriente (mA, rms)
0,1 - 10000	3,5

Corriente de contacto - Publico general

Frecuencia, f (Hz)	Corriente (mA, rms)
0,1 - 7500	1,5
7500 - 10000	$2 \times 10^{-4} f$

A.2.1.3. Campo eléctrico

Campo eléctrico - Publico general

Frecuencia, f (Hz)	Campo eléctrico (kV/m)
0 - 0,1	42 (cresta)
> 0,1	30 (rms)

(exposición corporal total a campos paralelos al cuerpo)

A.2.1.4. Campo magnético estático

2 Tesla (exposición corporal total)

A.2.2. Niveles de referencia de campos que aseguran las restricciones básicas

Campo eléctrico - Trabajadores

Frecuencia, f (Hz)	Campo Eléctrico, E (kV/m)	Tiempo, t (horas)
0 - 0,1	42 ²⁾	$t \leq 112/E^{1)}$
0,1 - 50	30 ²⁾	$t \leq 80/E^{1)}$
50 - 100	1500/f (30 a 50 Hz)	$t \leq 80/E$
150 - 1500	1500/f	
1500 - 10000	1	

- 1) tiempo total que se puede estar por encima del nivel $E^{2)}$ en un periodo de 8 horas
- 2) Campo que puede ser superado en t horas en un periodo de 8 horas

Campo eléctrico - Público general

Frecuencia, f (Hz)	Campo Eléctrico, E (kV/m)
0 - 0,1	14
0,1 - 60	10
60 - 1500	600/f
1500 - 10000	0,4

Campo magnético (Cabeza y tronco)- Trabajadores

Frecuencia, f (Hz)	Campo Magnético
0 - 0,1	2 T ¹⁾
0,1 - 0,23	1,4 mT ²⁾
0,23 - 1	320/f mT
1 - 4	320/f ² mT
4 - 1500	80/f mT (1,6 mT a 50 Hz)
1500 - 10000	0,053 mT

- 1) 0,2 T para un periodo promedio de 8 horas
 - 2) 0,14 T para un periodo promedio de 8 horas (0,1 - 1,5 Hz)
- Para extremidades se permiten niveles superiores

Campo magnético (Cabeza y tronco)- Público general

Frecuencia, f (Hz)	Campo Magnético
0 - 0,1	0,04 T
0,1 - 1,15	0,028 T
1,15 - 1500	32/f mT (0,64 mT a 50 Hz)
1500 - 10000	0,021 mT

Para extremidades se permiten niveles superiores

ANEXO 3

GRADO DE PROTECCIÓN PROPORCIONADO POR LAS ENVOLVENTES (IPXX)

Grados de protección contra el acceso a partes peligrosas indicados por la primera cifra característica

Primera cifra característica	Grado de protección		Condiciones de ensayo
	Descripción breve	Definición	
0	No protegido	-	-
1	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con el dorso de la mano	El calibre de acceso, esfera 50 mm Ø quedará a una distancia suficiente de las partes peligrosas.	12.2
2	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un dedo	El dedo de prueba articulado de 12 mm Ø y 80 mm de longitud quedará a una distancia suficiente de las partes peligrosas.	12.2
3	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con una herramienta	El calibre de acceso de 2,5 mm Ø no deberá penetrar.	12.2
4	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre	El calibre de acceso de 1,0 mm Ø no deberá penetrar	12.2
5	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre	El calibre de acceso de 1,0 mm Ø no deberá penetrar	12.2
6	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre	El calibre de acceso de 1,0 mm Ø no deberá penetrar	12.2

Grados de protección contra cuerpos sólidos extraños indicados por la primera cifra característica

Primera cifra característica	Grado de protección		Condiciones de ensayo
	Descripción breve	Definición	
0	No protegido	-	-
1	Protegido contra los cuerpos sólidos extraños superiores a 50 mm Ø y mayores	El calibre de acceso, esfera 50 mm Ø, no penetrará completamente.	13.2
2	Protegido contra los cuerpos sólidos extraños superiores a 12,5 mm Ø y mayores	El calibre de acceso, esfera 12,5 mm Ø, no penetrará completamente.	13.2
3	Protegido contra los cuerpos sólidos extraños superiores a 2,5 mm Ø y mayores	El calibre de acceso, esfera 2,5 mm Ø, no penetrará completamente.	13.2
4	Protegido contra los cuerpos sólidos extraños superiores a 1,0 mm Ø y mayores	El calibre de acceso, esfera 1,0 mm Ø, no penetrará completamente.	13.2
5	Protegido contra el polvo	No se impide del todo la penetración del polvo, pero este no puede entrar en cantidades suficientes como para perjudicar el buen funcionamiento del aparato o perjudicar la seguridad.	13.4 13.5
6	Totalmente protegido contra el polvo	No hay penetración de polvo	13.4 13.5

Grados de protección contra el agua indicados por la segunda cifra característica

Segunda cifra característica	Grado de protección		Condiciones de ensayo
	Descripción breve	Definición	
0	No protegido	-	-
1	Protegido contra la caída vertical de gotas de agua	Las gotas de agua no deberán producir efectos perjudiciales.	14.2.1
2	Protegido contra las caídas de agua verticales con una inclinación máxima de 15° de la envolvente	La caída vertical de gotas no debe producir efectos perjudiciales, cuando la envolvente está inclinada hasta 15° de cada lado de la vertical.	14.2.2
3	Protegido contra el agua en forma de lluvia	El agua que cae en lluvia fina, en una dirección, que tenga, respecto a los dos lados de la vertical un ángulo inferior o igual a 60°, no debe producir efectos perjudiciales	14.2.3
4	Protegido contra proyecciones de agua	El agua proyectada sobre la envolvente desde cualquier dirección, no debe producir efectos perjudiciales	14.2.4
5	Protegido contra chorros de agua	El agua proyectada en chorros sobre la envolvente desde cualquier dirección, no debe producir efectos perjudiciales	14.2.5
6	Protegido contra fuertes chorros de agua	El agua proyectada en chorros fuertes sobre la envolvente desde cualquier dirección, no debe producir efectos perjudiciales	14.2.6
7	Protegido contra los efectos de la inmersión en agua	No debe ser posible que el agua penetre en cantidad suficiente en el interior de la envolvente sumergida temporalmente en agua , con una presión y un tiempo normalizados	14.2.7
8	Protegido contra la inmersión prolongada	No debe ser posible que el agua penetre en cantidad suficiente en el interior de la envolvente sumergida continuamente en agua bajo condiciones que se acordarán entre el fabricante y el usuario, pero que son más severas que para la cifra	14.2.8

ANEXO 4

TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

Las distribuciones se clasifican en función de:

- Los conductores activos

- Corriente alterna
 - Monofásica.
 - Trifásica. (3 o 4 conductores)
 - Otras
- Corriente continua

- Las conexiones a tierra.

Las denominaciones definidas en la norma UNE 20-460 para las conexiones a tierra constan de dos o más letras.

La primera letra define la situación de la alimentación con relación a tierra:

- T** = conexión directa de un punto con tierra.
- I** = aislamiento de todas las partes activas con relación a tierra, o conexión de un punto con tierra a través de una impedancia.

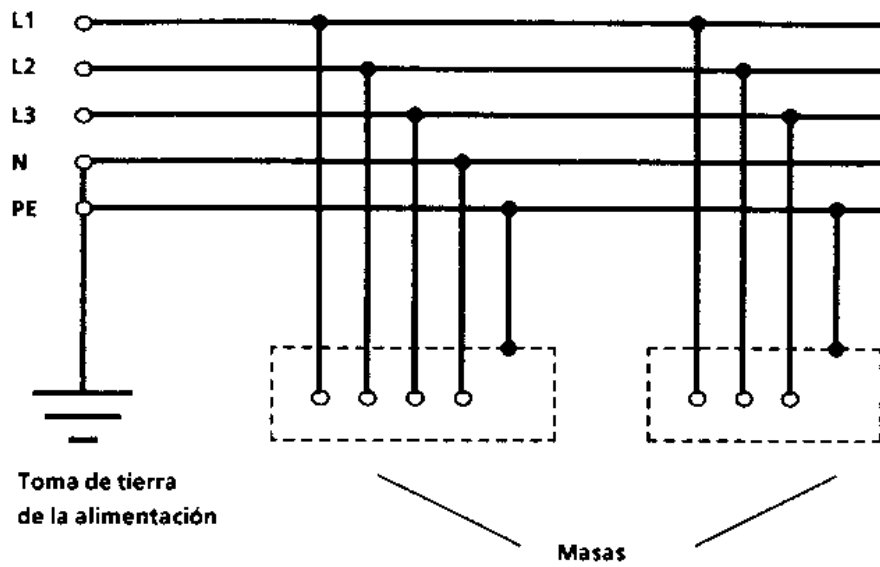
La segunda letra define la situación de las masas de la instalación eléctrica con relación a tierra:

- T** = masas unidas directamente a tierra, independientemente de la puesta a tierra eventual de un punto de la instalación
- N** = masas unidas directamente al punto de la instalación puesto a tierra (en corriente alterna normalmente el neutro).

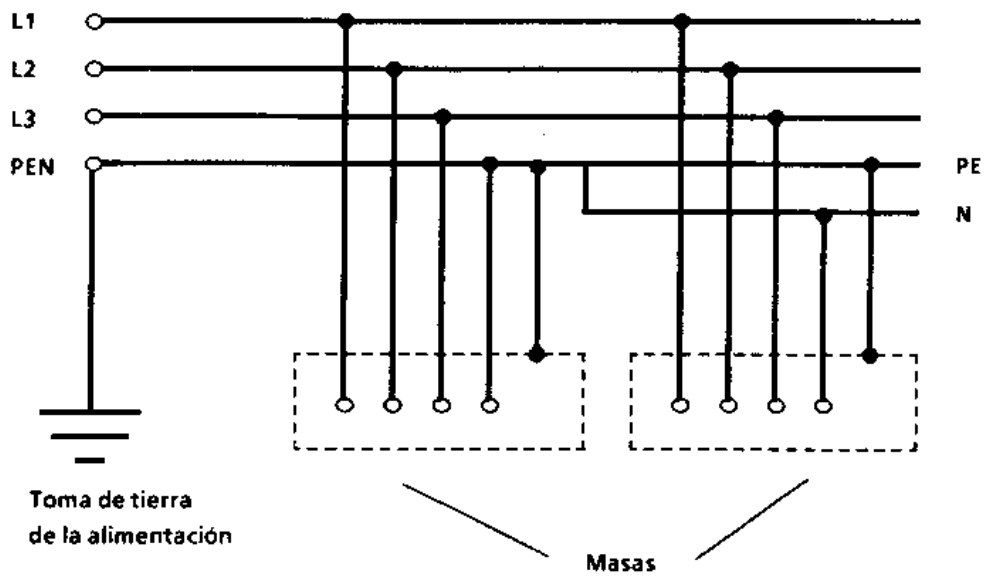
Otras letras (si existen) definen la disposición del conductor neutro y la del conductor de protección.

- S** = funciones de neutro y de protección aseguradas por conductores
- C** = funciones de neutro y de protección combinadas en un solo conductor (PEN).

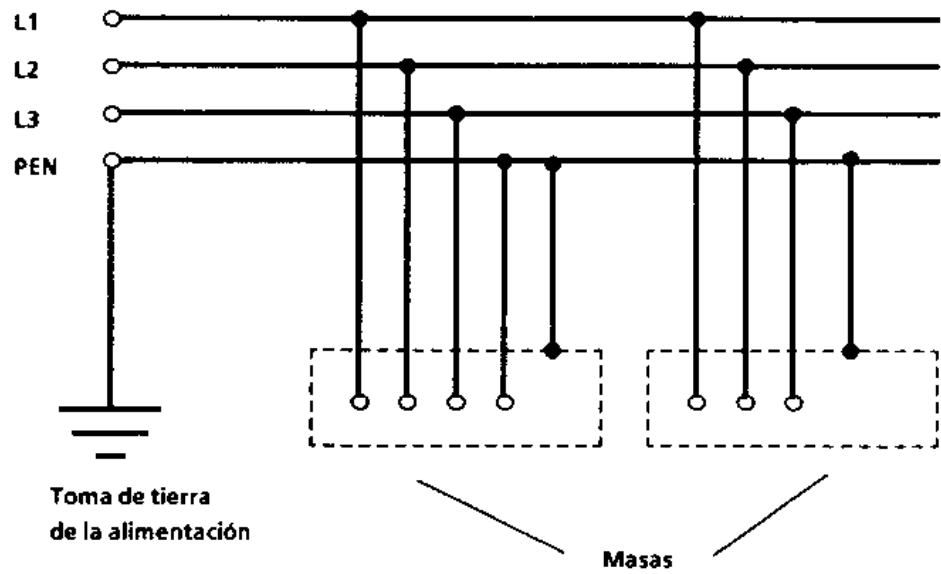
A continuación se representan algunos esquemas típicos. El esquema usual en España es el **TT**



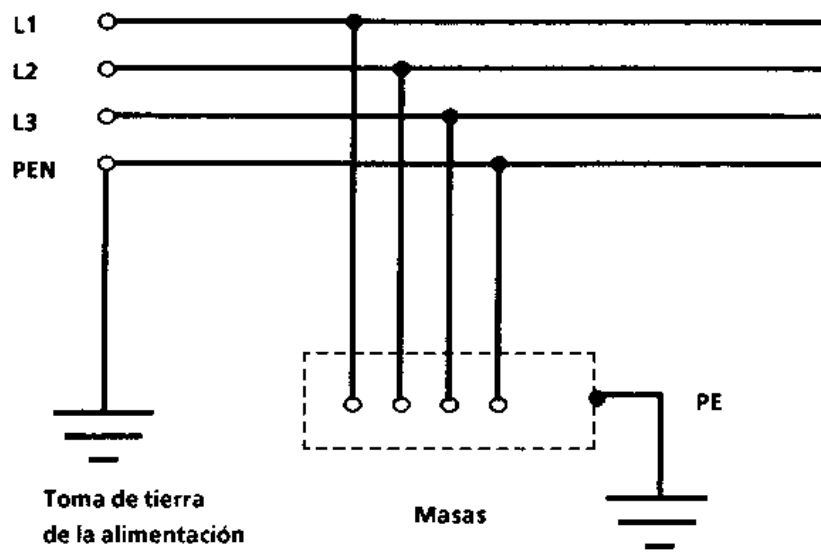
Esquema TN-S. Conductor neutro y conductor de protección separados.



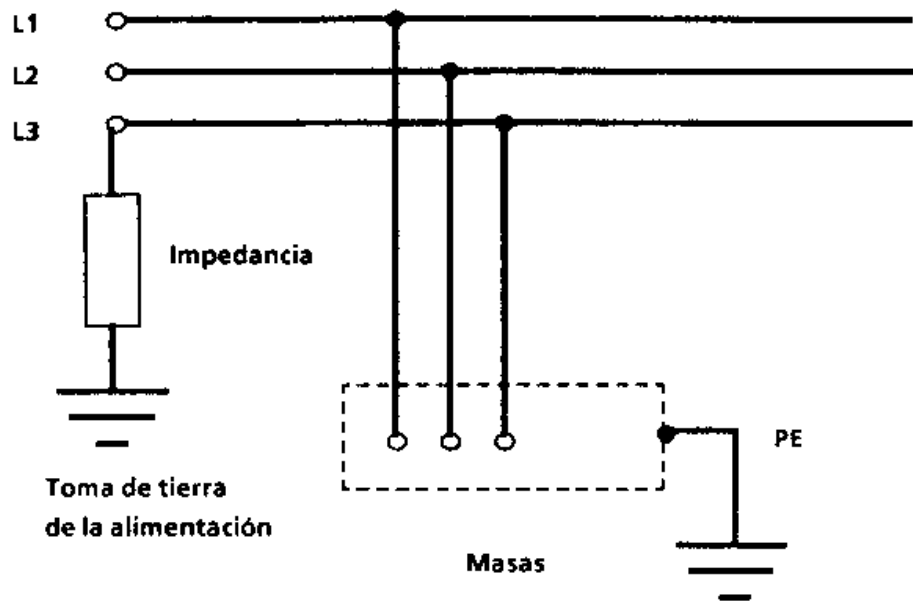
Esquema TN-C-S. Funciones de neutro y de protección combinadas en un solo conductor en una parte y con conductores separados en otra



Esquema TN-C. Funciones de neutro y de protección combinadas en un solo conductor



Esquema TT. Puesta a tierra del neutro de la alimentación. Las masas de la instalación están puestas a tierra.



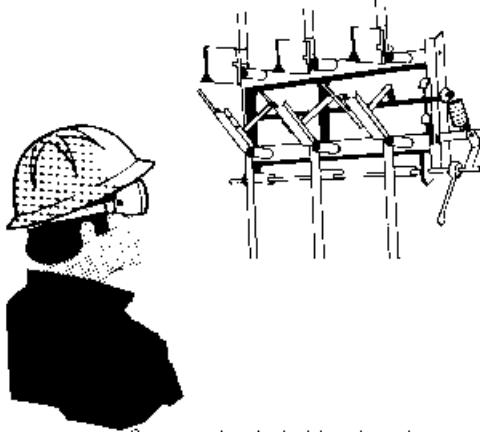
Esquema IT. No tiene ningún punto de la alimentación unido directamente a tierra. Las masas de la instalación están puestas a tierra.

ANEXO 5

LAS CINCO REGLAS DE ORO

Las 5 Reglas de Oro, cuya aplicación es rigurosa en alta tensión, resumen las precauciones básicas que son necesarias para trabajar en las instalaciones eléctricas.

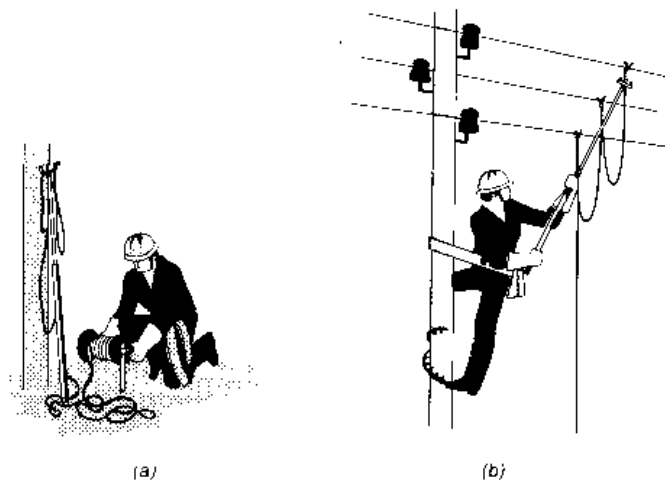
1. Apertura con corte visible de los circuitos o instalaciones solicitadas.



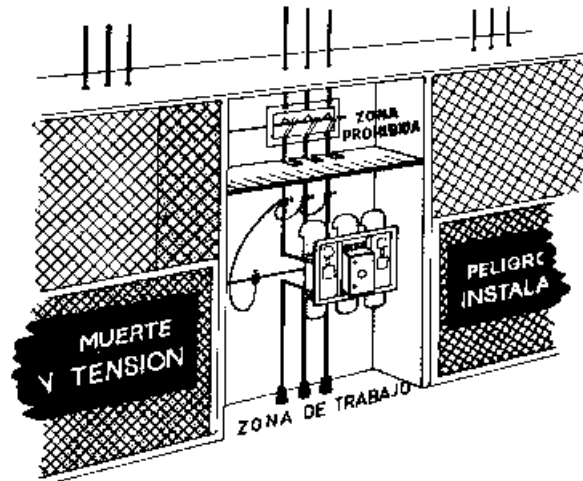
2. Enclavamiento en posición de apertura de los aparatos de corte y señalización en el mando de los citados aparatos.



3. Verificación de la ausencia de tensión.
3. Puesta a tierra y en cortocircuito.

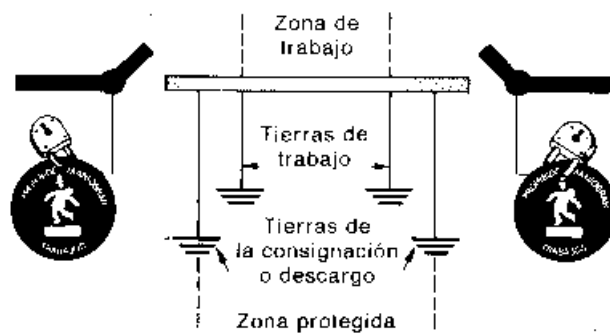


4. Delimitación y señalización de la zona de trabajo.



Trabajos en la proximidad de instalaciones de alta tensión (en tensión)

Tensión entre fases (kV)	Distancia mínima para personal especializado(m)
Hasta 10	0,80
15	0,90
20	0,95
25	1,00
30	1,10
45	1,20
66	1,40
110	1,80
132	2,00
220	3,00
380	4,00



Riesgos por exposición a radiaciones ionizantes

Eduardo Gallego Díaz
Doctor Ingeniero Industrial
Profesor Titular de la Universidad Politécnica de Madrid
Departamento de Ingeniería Nuclear – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales

INDICE

1. Introducción	1
2. La radiación ionizante	1
2.1. Interacción de la radiación con la materia	2
2.2. Atenuación de la radiación. Blindaje	3
3. Dosis de radiación	5
4. Fuentes naturales y artificiales de radiación ionizante	5
5. Efectos biológicos causados por la radiación ionizante	7
5.1. Absorción de radiación y daño celular	7
5.2. Efectos somáticos agudos	8
5.3. Cánceres y daños hereditarios (efectos latentes)	10
5.4. Efectos sobre el medio ambiente y otros seres vivos	11
6. Medios físicos para la protección frente a las radiaciones ionizantes	12
6.1. Protección frente a exposición externa e interna	12
6.2. Detección y medida de la radiación ionizante	13
6.3. Vigilancia radiológica del medio ambiente	14
7. Principios básicos y reglamentación sobre protección radiológica	15
7.1. Protección de los trabajadores expuestos	17
7.2. Protección de la población en general	18
8. Conclusiones	19
9. Referencias bibliográficas	20
Anexo	22

1.- Introducción

La radiación ionizante, por su propia naturaleza, produce daños en los seres vivos. Desde el descubrimiento de los rayos X por Roentgen en 1895 y de la radiactividad por Becquerel, en 1896, los conocimientos sobre sus efectos han ido avanzando a la par que los estudios sobre las propias radiaciones y sobre la esencia de la materia misma, no siempre sin episodios desgraciados.

El propio Becquerel (Fig. 1) sufrió daños en la piel causados por la radiación de un frasco de radio que guardó en su bolsillo. Marie Curie (Fig. 1), merecedora en dos ocasiones del Premio Nobel por sus investigaciones sobre las propiedades de las sustancias radiactivas, falleció víctima de leucemia, sin duda a causa de su exposición a la radiación. Más de trescientos de los primeros trabajadores en este campo murieron a causa de las dosis recibidas, con casos significativos como el de los pintores que dibujaban con sales de radio los números en las esferas luminosas de los relojes y mirillas de cañones, afinando el pincel con la boca, que en su mayoría desarrollaron cáncer de mandíbula. El empleo de la bomba atómica en Hiroshima y Nagasaki produjo la irradiación de las poblaciones supervivientes a la explosión, con secuelas que aún continúan siendo estudiadas y son fuente de valiosa información acerca de los efectos biológicos producidos por la radiación a largo plazo. La utilización de las radiaciones en medicina, con fines terapéuticos o de diagnóstico, constituye sin duda uno de los aspectos más destacados del beneficio que éstas suponen para la Humanidad, pero en su desarrollo también se causaron exposiciones a los pacientes, que en la actualidad serían injustificables, provocando en ciertos casos el desarrollo de daños atribuibles a la radiación recibida.

Toda esa experiencia negativa sin duda ha ido creando en el subconsciente colectivo una idea deformada sobre la radiación y la radiactividad, que se perciben como intrínsecamente peligrosas, con independencia del tipo de radiación, de la cantidad recibida o del motivo por el que se reciba. Además, a nivel popular, suele desconocerse que radiación y radiactividad forman parte de la Naturaleza y de nuestro propio cuerpo, siendo vistas en general como un nefasto invento del Hombre.

Sin embargo, la radiactividad es uno de los grandes descubrimientos del hombre contemporáneo, y a la par que se fueron conociendo sus efectos, también se fueron encontrando aplicaciones de gran utilidad, en las que las sustancias radiactivas o los aparatos emisores de radiaciones ionizantes resultan insustituibles: además de la medicina, la agricultura, la industria, las ciencias de la tierra, la biología y otras muchas ramas dependen hoy en día en muchos aspectos de su utilización.

Este capítulo presenta la naturaleza de la radiación ionizante y los efectos que causa sobre la materia y en particular los tejidos vivos, los medios disponibles para su detección y medida, así como las diferentes fuentes de radiación, naturales y artificiales, a las que los seres humanos estamos expuestos. A consecuencia de todo ello es necesario protegerse adecuadamente, para evitar sufrir daños, pero sin limitar innecesariamente la utilización beneficiosa que se puede hacer de la radiación y las sustancias radiactivas en numerosos ámbitos. Ese es el objetivo de la Protección Radiológica, cuyos principios y métodos serán también revisados a lo largo del capítulo.

2. La radiación ionizante

La emisión de radiaciones ionizantes es una característica común a muchos átomos en cuyo núcleo el número de neutrones resulta escaso o excesivo, lo que les hace inestables. Esos átomos son llamados "radiactivos". En ellos, las ligaduras nucleares se transforman en busca de configuraciones más estables, a la vez que se libera energía, asociada a la radiación emitida. Esta puede ser de cuatro tipos fundamentales: partículas alfa (α), que consisten en dos protones y dos neutrones, con capacidad limitada de penetración en la materia, pero mucha intensidad energética; partículas beta (β), que son electrones o positrones procedentes de la transformación en el núcleo, algo más penetrantes aunque menos intensas; radiación gamma (γ), que es radiación electromagnética del extremo más energético del espectro, por tanto muy penetrante; y neutrones, que al no poseer carga eléctrica también son muy penetrantes (véase Fig. 2).

La velocidad con que dichas transformaciones tienen lugar en una sustancia radiactiva se denomina **actividad**, y se medirá como el número de átomos que se transforman o desintegran por unidad de tiempo, teniendo como unidad natural (1 desintegración / segundo) el *Becquerel*, así llamado en honor al descubridor de la radiactividad. El *Becquerel* es la unidad del Sistema Internacional (SI) legalmente establecida en España (MOPU, 1989). Una unidad anteriormente utilizada, pero que no pertenece al SI, es el *Curie*, correspondiente a la actividad existente en un gramo de ^{226}Ra ($3,7 \cdot 10^{10}$ desintegraciones / segundo). El *Becquerel* (abreviadamente Bq) es una unidad muy pequeña y de poco uso práctico (sería como medir longitudes o distancias en micras), baste decir que nuestro propio organismo contiene aproximadamente 4.000 Becquerel de ^{40}K , por lo que siempre se emplean sus múltiplos. Por el contrario 1 *Curie* (Ci) es una actividad considerable, e incluso peligrosa según las sustancias, por lo que se emplean a menudo sus submúltiplos. Según su naturaleza y su concentración, la reglamentación vigente (MINER, 1999) establece valores de exención para las sustancias radiactivas, por debajo de los cuales no se exige ningún tipo de declaración o autorización, al considerarse prácticamente inocuas.

También pueden generar radiaciones ionizantes aquellos aparatos en los que mediante campos electromagnéticos intensos se consigue acelerar partículas elementales (habitualmente electrones, positrones o protones) que en sí mismas, a las energías conferidas, resultan radiaciones ionizantes, o que mediante interacción con la materia provocan reacciones que liberan radiación ionizante, como es el caso de los rayos X.

2.1. Interacción de la radiación con la materia

A su paso por la materia, la radiación sufre distintos tipos de interacción, según su naturaleza. Si bien el tratamiento detallado de las interacciones entre las radiaciones y los medios materiales es un tema de extrema complejidad, para **partículas cargadas** (α y β) puede afirmarse que la interacción básica responde a la Ley de Coulomb entre cargas eléctricas, la cual da lugar a dos fenómenos elementales: la *excitación atómica* (o molecular) y la *ionización*. En el primero, los electrones corticales son impulsados a un nivel superior, volviendo posteriormente al estado inicial tras emitir fotones luminosos. En el segundo, los electrones son expulsados del átomo o molécula, según se ilustra en la Fig. 3

Cuando una partícula cargada penetra en el campo eléctrico de un núcleo, experimenta una aceleración (o deceleración) que hace que se emitan fotones luminosos, lo que se conoce como *radiación de frenado* (o *bremstrahlung*), siendo de mayor importancia cuanto menor masa tenga la partícula y mayor carga el átomo, es decir que tendrá importancia para partículas β , especialmente con átomos de elevado

número atómico Z . Dicho proceso también se representa esquemáticamente en la Fig. 3.

En el caso de los **fotones**, su energía puede ser absorbida por el medio mediante tres procesos fundamentales: el efecto fotoeléctrico, el efecto Compton y la producción de pares electrón-positrón (ilustrados en la Fig. 4), cuyas probabilidades de ocurrencia dependen de la energía inicial de los fotones. Todos ellos originan la aparición de partículas cargadas, con lo cual se desarrollarán posteriormente las interacciones comentadas anteriormente. El efecto fotoeléctrico supone la absorción de toda la energía del fotón por el átomo. Esa energía es transferida a un electrón cortical, que resulta expulsado del átomo. El efecto Compton puede interpretarse como una colisión elástica del fotón incidente con un electrón, en la que una parte de la energía del fotón será transferida al electrón como energía cinética, saliendo el fotón en distinta dirección a la inicial, con menor energía y frecuencia (mayor longitud de onda). Este efecto es más probable para energías intermedias de los fotones (entre 0,5 y 10 MeV¹ aproximadamente), disminuyendo el rango de energías al aumentar el número atómico del absorbente. Por último, el proceso de formación de pares electrón-positrón consiste en la materialización de parte de la energía de un fotón en un par de partículas (electrón-positrón) que se reparten la energía sobrante; es un proceso que solamente puede producirse dentro del campo eléctrico del núcleo atómico y para energías superiores a 1,022 MeV. El alcance de la radiación γ en aire puede llegar a los centenares de metros, pudiendo traspasar el cuerpo humano, y hasta varios centímetros de plomo.

Con respecto a los **neutrones**, al carecer de carga eléctrica, solamente pueden interactuar con los núcleos de los átomos mediante las diferentes reacciones posibles (de dispersión elástica, de dispersión inelástica, de captura radiactiva, de transmutación o de fisión). Puesto que los núcleos ocupan una fracción ínfima del volumen total de la materia, los neutrones podrán desplazarse distancias relativamente grandes antes de interactuar, resultando ser muy penetrantes (véase la Fig. 5, que ofrece una comparación intuitiva de la capacidad de penetración de los distintos tipos de radiación).

2.2. Atenuación de la radiación. Blindaje

La atenuación que sufre la radiación a su paso por la materia dependerá fundamentalmente de dos factores:

- el factor geométrico, que hace que con la distancia entre la fuente y el objeto la radiación sea cada vez más débil al disminuir el ángulo sólido abarcado, por lo que generalmente se tiene una proporción inversa al cuadrado de la distancia, según una ley ($1/4\pi r^2$);
- el factor material, que dependerá del tipo y energía de la radiación y de la composición del material, lo que afecta a la probabilidad de interacción.

Cuando una partícula cargada atraviesa un medio material, va perdiendo su energía por los procesos ya comentados. Un concepto útil para evaluar esta transferencia de energía al medio es la llamada pérdida de energía específica o *poder de frenado*, que se define como la pérdida de energía experimentada por la partícula por unidad de longitud recorrida en su trayectoria (dE/dx) por la acción conjunta de la ionización, la excitación y la radiación de frenado.

Para partículas pesadas (α y protones, excluyendo los electrones, que generalmente se mueven a velocidades relativistas) el poder de frenado es directamente proporcional al cuadrado de la carga e inversamente al cuadrado de la

¹ La energía de las partículas y radiaciones atómicas y nucleares suele expresarse en MeV. 1 MeV equivale a $1,6 \times 10^{-13}$ Jul.

velocidad de la partícula. Por ello, la cesión de energía y la ionización producida en el medio no son constantes a lo largo de la trayectoria, siendo mayores cuanto más lenta vaya la partícula. A la vez, el alcance en el medio material será muy limitado y prácticamente igual para todas las partículas emitidas por un mismo radionucleido, ya que poseen energías definidas, llegando a penetrar tan sólo unos centímetros en el aire y unas micras en el tejido, no pudiendo atravesar la piel. Sin embargo, esta combinación de una alta densidad de producción de iones y corto alcance confiere a los radionucleidos emisiones α una gran peligrosidad intrínseca en el caso de ser ingeridos o inhalados, ya que el daño celular resultante será muy intenso. Para los electrones, el alcance aumenta a unos metros en aire, y al espesor de la piel en el cuerpo humano, no pudiendo sobrepasar el tejido subcutáneo.

En el caso de las partículas β tiene una gran relevancia el poder de frenado por emisión de radiación (*bremsstrahlung*), especialmente para las que sean más energéticas. Además, como son emitidas con un espectro continuo de energía, su alcance, para las emitidas por una misma fuente, será variable. Dicho alcance, expresado en unidades de espesor másico (g/cm^2) es prácticamente independiente del tipo de material atravesado, y suele tomarse como referencia el alcance en aluminio.

Tanto en el caso de las partículas β como en el de los fotones, resulta útil emplear el concepto de *atenuación*, el cual se refiere a la disminución del número de partículas o de fotones a medida que un haz paralelo de radiación penetra en la materia. En general se rige por una ley de tipo exponencial

$$N(x) = N(0) \cdot e^{-\mu x} ,$$

en la que $N(x)$ será el número de partículas que restan en el haz después de atravesar la distancia x , cuando su número inicial era $N(0)$. El coeficiente μ se denomina *coeficiente lineal de atenuación* y representa la probabilidad de que una partícula o fotón sean absorbidos al recorrer una unidad de longitud. Es frecuente expresar la atenuación en unidades másicas, introduciendo la densidad ρ del material,

$$\mu x = \left(\frac{\mu}{\rho} \right) t ,$$

donde μ/ρ es el *coeficiente másico de atenuación* (cm^2/g) y $t = \rho \cdot x$ el espesor másico (g/cm^2) o densidad superficial del material. Lógicamente, los coeficientes másicos de atenuación son dependientes del tipo de radiación, de su energía y del material de que se trate, tomando más o menos importancia cada uno de los procesos de interacción ya descritos.

Se denominan materiales de blindaje aquellos capaces de atenuar la radiación hasta límites aceptables. Desde ese punto de vista, para detener la radiación α no habrá que proporcionar más que un pequeño espesor de plástico o metal. Con respecto a los emisores β , se emplearán también plásticos (metacrilato, polietileno) o metales ligeros (aluminio), recubiertos con plomo si la radiación de frenado pudiera ser intensa. En el caso de la radiación X o γ se podrán emplear agua, hormigón y metales (plomo, acero). Para caracterizar los materiales de blindaje, en estos casos, se suele emplear su *espesor de semirreducción*, X , o espesor de material necesario para reducir la intensidad del haz de partículas a la mitad. Puede estimarse como

$$X = \frac{\ln 2}{\mu} ,$$

en unidades de longitud, o bien $X = \frac{\ln 2}{(\mu \rho)}$,

en unidades de espesor másico (g/cm^2).

Por último, para el manejo seguro de fuentes emisoras de neutrones el blindaje adecuado suele constar de varios centímetros de material hidrogenado (agua, parafina, polietileno), en el cual los neutrones rápidos se moderarán por colisiones elásticas fundamentalmente, seguido de unos milímetros de Cadmio (en el que se produce la captura radiactiva de neutrones térmicos con una alta probabilidad) o de unos centímetros de Boro (que experimenta una reacción de transmutación del tipo $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$, exoenergética y con muy alta probabilidad para los neutrones térmicos), con lo cual la mayor parte de los neutrones serían finalmente absorbidos. Dichos materiales suelen completarse con otros de elevado espesor másico (plomo, acero u hormigón), a fin de atenuar los fotones emitidos en las diversas reacciones que provocan los neutrones.

3. Dosis de radiación

Puesto que para la determinación de los efectos biológicos producidos por la radiación ha de cuantificarse la cantidad o dosis recibida en el órgano u órganos afectados, se definen las magnitudes apropiadas según se resume en la Tabla I.

En ella se observa que la *Dosis Absorbida* sería una medida de la energía depositada por unidad de masa, siendo utilizada generalmente cuando se estudian los efectos sobre un tejido u órgano individual, mientras que la *Dosis Equivalente* considera ya el tipo de radiaciones y su potencial daño biológico, por lo que constituye un mejor índice de la toxicidad de las radiaciones. Las unidades de medida correspondientes, el *Gray (Gy)* y el *Sievert (Sv)*, resultan ser muy elevadas para su utilización práctica, por lo que se emplean mucho más sus submúltiplos el *miliGray (mGy)* y el *miliSievert (mSv)*, que son la milésima parte de la unidad original.

En la *Dosis Efectiva* se tiene, además, una medida del riesgo de desarrollo de cánceres o daños hereditarios, en la que se asigna un peso diferente a la dosis equivalente recibida por cada órgano, según el riesgo asociado a su irradiación. Con ello, éste resulta ser el índice de toxicidad más completo, especialmente si se realiza el cálculo de la dosis recibida en el organismo desde el momento de la ingestión o inhalación de productos radiactivos hasta su completa eliminación. Esta medida la ofrece la *Dosis Efectiva Comprometida*, que será el índice empleado con carácter más general.

Finalmente, un concepto muy utilizado es el de la llamada *Dosis Colectiva*, que será la suma de las dosis (generalmente se aplica a la dosis efectiva) recibidas por un colectivo de población que esté expuesta a una misma fuente de radiación. Con la dosis colectiva se pueden establecer comparaciones útiles con respecto al impacto producido por las distintas fuentes de cara a su optimación.

Se pueden indicar valores de referencia que ayuden a comprender mejor la trascendencia de un determinado valor de dosis, lo que se presenta en la tabla II. Se observa que, frente a la dosis que podría suponer efectos letales de recibirse de forma rápida, la dosis recibida al año por término medio entre la población de España, sumando todas las contribuciones naturales y artificiales está a una distancia inferior en más de mil veces. El origen de esta exposición continuada a las radiaciones ionizantes se comenta seguidamente.

4.- Fuentes Naturales y artificiales de radiación ionizante²

La presencia de la radiación ionizante es una constante en nuestro mundo y en el Universo. Entre las **fuentes de radiación naturales**, el propio Sol y el espacio exterior se encuentran en el origen de la llamada “radiación cósmica”, de la cual llegan a la Tierra cada segundo del orden de 2×10^{18} partículas de muy elevada energía, fundamentalmente protones (86%) algunos de muy alta energía (mayor de 1000 MeV), y partículas α (12%) (Shapiro, 1981), junto con radiación X y γ . Al interactuar con la atmósfera terrestre, principalmente con el oxígeno y nitrógeno, los protones más energéticos provocan reacciones que dan lugar a la aparición de neutrones, junto con una cascada de piones y mesones, que acaban acompañados por radiación γ , electrones y positrones. Esta radiación, al reaccionar con los constituyentes de la atmósfera produce distintas sustancias radiactivas como el ^{39}Ar , el ^{14}C , el ^3H , el ^7Be y otros. No obstante, la atmósfera también nos protege de esa radiación, que en buena parte es frenada y absorbida en ella, de manera que al nivel del mar se recibe una dosis mucho menor de la que se tiene en zonas montañosas o de la que se recibe al viajar en avión. Así, a 10 kilómetros de altitud se reciben en promedio 5 mSv al año, mientras que a 600 metros solamente 0,03. Al tratarse en su mayoría de partículas con carga eléctrica, son desviadas por el campo magnético terrestre, y en la zona ecuatorial la dosis es menor que en los polos terrestres. Una persona habitante de España, en promedio, cada hora es atravesada por 100.000 rayos cósmicos de neutrones y 400.000 rayos cósmicos secundarios. Para el promedio mundial, la radiación cósmica supone un 16% de la dosis (0,4 mSv al año).

Sin embargo, la mayor contribución a la dosis media recibida por los habitantes del planeta procede de la propia Tierra. En el subsuelo hay grandes cantidades de uranio, torio y otros elementos radiactivos que impregnan de radiactividad todo sobre el planeta (incluyendo nuestro propio organismo, véase la Fig. 6). Así, se reciben cada hora unos 200.000.000 de rayos gamma procedentes del suelo y de los materiales de construcción, que causan un 20% de la dosis promedio mundial (0,5 mSv al año). La Fig. 7 muestra el mapa de radiación natural en España por esta causa.

Además el uranio, al desintegrarse de forma natural, provoca la aparición del gas radón, que se difunde a través de las grietas y poros del suelo y de los materiales de construcción, alcanzando el aire que respiramos, siendo especialmente importante su influencia en el interior de los edificios, ya que al aire libre se dispersa con más facilidad. Los productos de la desintegración del radón, sus descendientes, son también radiactivos, pero ya sólidos, y quedan normalmente unidos a las partículas de polvo presentes en el aire. Las cantidades de radón, torón (fruto de la desintegración del torio) y sus descendientes varían enormemente según el tipo de rocas que formen el suelo y los materiales con que estén contruidos los edificios, como también influye mucho el tipo de ventilación de los edificios. Se puede decir que, en promedio, en los pulmones de un habitante de España se desintegran cada hora unos 30.000 átomos, que emiten partículas α o β y algunos rayos γ . Estos contribuyen aproximadamente al 45% de la dosis promedio mundial (con 1 mSv al año).

Por último, con los alimentos y bebidas también ingerimos radionucleidos naturales, destacando el uranio y sus descendientes y sobre todo el ^{40}K , del que el organismo humano es portador de una cantidad suficiente como para que cada hora se desintegren en él unos 15.000.000 de átomos. Algunas aguas minerales, procedentes de macizos graníticos ricos en uranio y ciertos alimentos como el marisco, son

² Los datos numéricos que se citan en este apartado, salvo indicación expresa, se han tomado de las publicaciones (CSN, 1992a y CSN, 1992b) del Consejo de Seguridad Nuclear si se refieren a España, y de (UNSCEAR, 2000) si se refieren al mundo.

especialmente ricos en material radiactivo natural. Esta contribución viene a suponer el 12% de la dosis media mundial (0,3 mSv al año).

Entre las **fuentes de radiación ionizante producidas por el hombre** destacan especialmente, tanto por su cantidad como por su utilidad, las de utilización médica: las radiaciones ionizantes ayudan enormemente tanto en el diagnóstico de enfermedades como en su curación. Para el diagnóstico son fundamentales los rayos X y el empleo de isótopos en medicina nuclear. Para la curación del cáncer se emplean fuentes intensas de radiación, con las que precisamente se busca destruir las células del tejido enfermo. Sin considerar el uso de las radiaciones en la terapia contra el cáncer, se puede afirmar que la dosis media recibida por la población de un país desarrollado como España, solo con fines de diagnóstico, es del orden de 1,05 mSv por año, aunque algunas personas pueden recibir dosis tan altas como 100 mSv. No obstante, puesto que no todos los países disponen de suficientes medios, las aplicaciones médicas solo representan un 12% (0,12mSv al año) en el promedio de dosis mundial.

La radiación y las sustancias radiactivas tienen numerosas aplicaciones en la industria y en la vida cotidiana: detectores de humo, relojes luminosos, sensores de nivel en tanques y en máquinas para llenado de bebidas, sensores de densidad para la fabricación del papel o de los cigarrillos, fuentes de gammagrafía industrial para verificación de soldaduras en conducciones de gas, etc., son sólo algunos ejemplos de su utilidad. Unidos al incremento de dosis por la radiación cósmica recibida al viajar en avión suponen un pequeño porcentaje 0,3% de la dosis mundial.

La lluvia radiactiva producida por los ensayos de armamento nuclear en la atmósfera en los años 50 y 60 o el accidente de Chernóbil, también suponen una pequeña exposición de la población de todo el planeta, cifrada actualmente en unos pocos microSievert al año (0,007 mSv).

Para terminar, la producción de energía eléctrica también libera radiactividad al medio ambiente. No sólo las centrales nucleares, sino también la combustión del carbón libera radionucleidos naturales. La dosis recibida en promedio por causa de la energía nuclear entre la población de España es inferior a 0,001 mSv, similar a la estimada para el promedio mundial, aunque un pequeño número de personas, en el entorno próximo de las centrales nucleares, puede recibir dosis mayores, que en todo caso no superan los 0,01 mSv al año (Fig. 19).

Como resumen de todo ello, las Figs. 8 y 9 representan las dosis medias anuales que recibe la población mundial y la española por todas las fuentes de radiación ionizante.

5.- Efectos biológicos causados por la radiación ionizante

5.1. Absorción de radiación y daño celular

La absorción de la radiación por la materia viva es función tanto de la calidad y cantidad del haz de radiación como de la estructura y composición del tejido absorbente. Cabría distinguir varios casos en función del tipo de radiación (partículas cargadas α o β , fotones γ o rayos X, neutrones), no obstante, todas ellas acaban depositando su energía en el medio, directa o indirectamente, mediante los dos procesos ya comentados: ionización y excitación. Aunque la excitación de átomos y moléculas, en caso de que su energía supere la de los enlaces atómicos, puede causar cambios moleculares, el proceso de ionización resulta cualitativamente mucho más importante, puesto que necesariamente produce cambios en los átomos, al menos de forma transitoria y, en

consecuencia, puede provocar alteraciones en la estructura de las moléculas a las que éstos pertenezcan.

La importancia de la ionización inducida en los tejidos vivos por una radiación, se cuantifica mediante un concepto de amplia utilización en radiobiología: la *transferencia lineal de energía* (TLE, o LET en abreviatura inglesa) o la cantidad de energía cedida por unidad de recorrido de la radiación en el tejido. La TLE depende del tipo de radiación (masa, carga y energía de las partículas) así como del medio absorbente. En general, de forma simplificada, pero útil, se suelen clasificar las radiaciones en dos categorías: de baja y de alta TLE; a la primera pertenecerían los electrones (radiación β) y la radiación X o γ , mientras que la radiación α y los neutrones, se consideran de la segunda. A mayor TLE de una radiación, mayor concentración en la energía transferida al medio y mayor localización de las moléculas modificadas por la ionización.

Si las moléculas afectadas están en una célula viva, la propia célula puede verse dañada, bien directamente si la molécula resulta crítica para la función celular, o indirectamente al provocar cambios químicos en las moléculas adyacentes, como por ejemplo mediante la formación de *radicales libres*. El daño celular es particularmente importante si la radiación afecta a las moléculas portadoras del código genético (ácido desoxirribonucleico, ADN) o de la información para sintetizar las proteínas (ácido ribonucleico mensajero). Estos daños pueden llegar a impedir la supervivencia o reproducción de las células, aunque frecuentemente sean reparados por éstas. No obstante, si la reparación no es perfecta, pueden resultar células viables pero modificadas. El proceso descrito aparece representado en la Fig. 10.

La aparición y proliferación de células modificadas puede verse influenciada por un buen número de otras causas (agentes cancerígenos o mutágenos) aparte de la radiación, que pueden actuar antes o después de la exposición a la misma. Por ello, el peligro de la radiación no es la producción de mutaciones en sí, sino que ésta pueda inducir un número de éstas superior al espontáneo que se produce en todo ser vivo, provocando una situación cuyas condiciones el organismo no sea capaz de superar.

Estudios de laboratorio, mediante la irradiación celular *in vitro*, permiten afirmar que la cantidad de mutaciones es mayor cuanto mayor es la dosis de radiación aplicada, no existiendo umbral de dosis por debajo del cual no puedan producirse mutaciones, observándose, para una misma dosis, una mayor cantidad de mutaciones cuanto mayor TLE posea la radiación.

La *radiosensibilidad* es un concepto que engloba la respuesta celular a la radiación. Se dice que un tipo de célula es muy radiosensible cuando, sometiendo un grupo de éstas a dosis bajas de radiación, muere un alto porcentaje de las mismas. Generalmente, una célula es más radiosensible cuanto mayor sea su actividad reproductiva, cuantas más divisiones deba sufrir para adoptar su forma y funciones definitivas, y cuanto menos diferenciada sea³.

Existe cierta evidencia experimental de la influencia estimulante de la radiación sobre una variedad de funciones celulares, incluyendo su proliferación y reparación. Dicho estímulo no ha de ser necesariamente beneficioso, si bien en ciertas circunstancias la radiación parece ser capaz de estimular la reparación del daño radiológico producido previamente y de incrementar las defensas naturales del sistema inmunitario. No

³ Una célula es muy diferenciada cuando ha perdido funciones de tipo general para adquirir otras más específicas. Por ejemplo, el leucocito es una célula poco diferenciada, pero la del músculo estriado, que sólo sirve para contraerse a voluntad, es muy diferenciada.

obstante, los datos experimentales sobre la influencia benéfica de la radiación a bajas dosis son en general poco concluyentes, fundamentalmente por las dificultades de tipo estadístico en tales condiciones. Ello impide que puedan ser tomados en cuenta de cara a la aceptación de límites inferiores de dosis.

Por supuesto, también las dosis terapéuticas, suministradas en el tratamiento del cáncer y de algunas otras enfermedades, pueden ser, a largo plazo, causantes de tumores o tener efectos genéticos. No obstante, al administrarse dichos tratamientos generalmente a personas de cierta edad, y con una corta esperanza de vida si éste no se aplica, los riesgos resultan plenamente aceptables.

5.2 Efectos somáticos agudos

Si un número suficientemente grande de células de un mismo órgano o tejido mueren o resultan drásticamente modificadas, puede haber una pérdida de la función del órgano, tanto más seria cuanto mayor sea el número de células afectadas, constituyendo un daño somático que se manifestará al poco tiempo de la irradiación. El estudio de este tipo de efectos es de gran interés para poder predecir las consecuencias de la guerra nuclear o de las dosis elevadas de radiación recibidas en caso de accidente en instalaciones radiactivas y nucleares. Gran cantidad de información útil al respecto procede del empleo de la radioterapia en el tratamiento del cáncer, así como de los accidentes ocurridos en el pasado. Para que este tipo de daños se manifiesten, en general habrán de superarse unas dosis mínimas o "*umbrales*" para la manifestación de efectos clínicos. A pesar de que los cambios celulares iniciales son aleatorios, el gran número de células que han de verse afectadas para que se inicie un efecto clínicamente observable, confieren a este tipo de daños un carácter determinista por encima de los umbrales de dosis correspondientes. Una vez superados estos umbrales, la probabilidad de que la radiación produzca el daño en un individuo sano, crece con cierta rapidez hasta la unidad, dependiendo del efecto, de forma que si se representa dicha probabilidad en función de la dosis, se obtienen curvas de tipo sigmoideo, como la que aparece en la Fig. 11, basada en la experiencia con las víctimas del accidente de Chernóbil.

La reacción después de una irradiación varía mucho entre las distintas partes del organismo, y depende también del tratamiento médico que pueda suministrarse al paciente y de si la dosis se recibe de una sola vez o en varias etapas. En general, los órganos pueden reparar hasta cierto punto los daños provocados por la radiación, de forma que una misma dosis suministrada de forma paulatina es mejor tolerada que si se recibe de forma instantánea.

Por supuesto, si la dosis es suficientemente grande, puede conducir a la muerte de la persona irradiada. Así, dosis muy elevadas, alrededor de 100 Gray, afectan de tal manera al sistema nervioso central, que la muerte se producirá en cuestión de horas o días. Si las dosis están comprendidas entre 10 y 50 Gray, y afectan a todo el organismo, la víctima podría escapar al síndrome del sistema neuro-vegetativo, pero se producen lesiones en el sistema gastro-intestinal, con destrucción de las vellosidades intestinales, pérdida de la función digestiva y grandes hemorragias, junto con una inflamación aguda de los pulmones, conduciendo todo ello a la muerte en cuestión de una o dos semanas. Dosis inferiores, entre 3 y 5 Gray, pueden no dañar tan seriamente al aparato digestivo, pero provocarían la muerte en la mitad de los casos, en uno o dos meses, al afectar seriamente a la médula ósea, tejido en el cual se producen las células de la sangre.

La médula ósea y el resto del sistema de producción de la sangre son de las partes más radiosensibles del cuerpo humano, siendo afectados por dosis tan bajas como 0,5 a 1 Gray. Sin embargo, presentan una marcada capacidad de regeneración, de

forma que si sólo se irradia una parte del cuerpo, generalmente sobrevive una cantidad de médula suficiente para reproducir la afectada.

Los órganos genitales y los ojos son también órganos bastante sensibles. Dosis de tan sólo 0,15 Gray que afecten a los testículos pueden provocar la esterilidad temporal del hombre cuando se absorben de una sola vez, mientras que serían necesarios 0,4 Gray/año en el caso de una exposición prolongada; para dosis mayores de 3,5 a 6 Gray, se podría producir una esterilidad definitiva. Los ovarios son bastante menos radiosensibles, aunque dosis entre 2,5 y 6 Gray administradas de una sola vez serían causa de esterilidad, con mayor sensibilidad al aumentar la edad de la mujer. Además, al contrario que el resto de los órganos, los genitales parecen ser más sensibles si la dosis es recibida de forma repetitiva que cuando se recibe de una sola vez, ya que bastarían 2 Gray/año para causar la esterilidad permanente en hombres y 0,2 Gray/año durante largo tiempo para causarla en mujeres.

El cristalino es la parte del ojo más vulnerable a la radiación, produciéndose cataratas y opacidades, que ocurren después de un cierto período, tras una exposición aguda de entre 2 y 10 Gray para radiación de baja LET, mientras que basta una dosis entre 2 y 3 veces inferior cuando la radiación causante sea de alta LET. Para una exposición crónica durante años, el umbral para este efecto se estima en 0,15 Gray/año.

Asimismo, los niños son especialmente sensibles, en particular los huesos y el cerebro, pudiendo verse afectado el crecimiento de los huesos si se reciben dosis relativamente pequeñas. El feto también es muy vulnerable a las lesiones cerebrales, con retraso mental serio, si su madre es irradiada entre las ocho y las quince semanas de embarazo, pareciendo no existir umbral para este tipo de daño, por lo que ha de cuidarse especialmente la no irradiación de la madre -por ejemplo con rayos X- durante ese período.

Del resto de órganos, cabe decir que son relativamente resistentes y de respuesta lenta a la hora de manifestar un daño agudo, siendo tal vez el pulmón el más sensible debido a su complejidad.

5.3 Cánceres y daños hereditarios (efectos latentes)

El ser humano sufre muchos millones de ionizaciones en su masa de ADN cada día por causa de las fuentes naturales de radiación. Sin embargo, el cáncer no produce más de una de cada cuatro muertes, y sólo una pequeña fracción de éstas es atribuible a la radiación. Se puede afirmar, por tanto, que el proceso que conduce desde la creación de un par iónico en la molécula del ADN hasta la aparición de un cáncer es altamente improbable.

Por otra parte, alrededor del diez por ciento de los recién nacidos sufre algún tipo de defecto hereditario, desde ligeras afecciones, como el daltonismo, hasta graves incapacidades, como el síndrome de Down. Los efectos genéticos pueden clasificarse en dos categorías: alteraciones en el número y la estructura de los cromosomas, y mutaciones de los genes. Las mutaciones genéticas se clasifican, a su vez, en dominantes (que aparecen en los hijos de quienes las padecen) y recesivas (que sólo aparecen cuando ambos progenitores poseen el mismo gen mutante).

A pesar de las numerosas investigaciones llevadas a cabo en las últimas décadas, la información relativa al cáncer o a los defectos hereditarios inducidos por la radiación a bajas dosis es todavía escasamente significativa, siendo ésta una cuestión todavía abierta a la discusión científica (véase la Fig. 12). Para realizar estimaciones válidas del riesgo, deben reunirse ciertas condiciones: en primer lugar, debe conocerse

con exactitud la dosis de radiación absorbida por todo el cuerpo o en los órganos de interés; la población irradiada ha de ser observada durante décadas a fin de que todos los tipos de daño tengan tiempo de aparecer; y, puesto que también se presentan naturalmente por múltiples causas, se deberá disponer de una población de referencia, pero que no haya sufrido la irradiación, a fin de poder saber casos habrían aparecido en ausencia de ésta. Tales estudios incluyen a los supervivientes de las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki, y a diversos grupos que sufrieron irradiaciones con fines médicos.

El principal problema reside en que los grupos de población de los estudios que han resultado concluyentes recibieron dosis de radiación significativamente superiores a las habituales en el campo profesional, o en la vida cotidiana. Por ello, no queda más alternativa que extrapolar los riesgos conocidos, producidos por dosis altas, al campo de las dosis reducidas. Prudentemente, los organismos internacionales expertos en el tema⁴ suponen la inexistencia de umbral para la aparición de cánceres o de efectos hereditarios, y además que existe un incremento lineal constante del riesgo con el aumento de las dosis recibidas.

No obstante, se admite que el valor de los factores de riesgo por unidad de dosis absorbida se reduce cuando la dosis se recibe lentamente (ICRP, 1991) empleándose un factor reductor en función del valor de la dosis y de la tasa de dosis (*Dose and Dose Rate Effectiveness Factor*, DDREF), con valor 2 para dosis absorbidas por debajo de 0,2 Gray y tasas de dosis inferiores a 0,1 Gray/hora.

En general, los estudios demuestran que los distintos tipos de cáncer se manifiestan después de un período de latencia de algunos años, a partir del cual la probabilidad condicional de aparición del cáncer en cada intervalo temporal, por unidad de dosis recibida, puede expresarse de dos formas, según el tipo de efecto (ver Fig. 13):

- En los *modelos de tipo absoluto*, también llamados *modelos aditivos*, dicha probabilidad es constante durante todo el período de riesgo efectivo (meseta o *plateau*). Según estudios recientes, a dicho modelo responden la leucemia y los cánceres de huesos y tiroides (NRC, 1993).
- En los *modelos de tipo relativo*, o *multiplicativos*, dicha probabilidad supone una fracción constante de la tasa natural de aparición del cáncer en cuestión para los individuos de su misma edad. Los cánceres de mama, pulmón, aparato digestivo, piel y otros cánceres, parecen responder a este tipo de modelo (NRC, 1993).

Se entiende que la estimación de factores integrados del riesgo de aparición de cánceres hace necesario utilizar datos característicos de la población irradiada, tales como su distribución por edades, tablas de supervivencia en función de la edad y, en el caso de los modelos relativos, las tasas de aparición de cada tipo de cáncer, también en función de la edad. Ello hace que, en principio, las probabilidades de muerte por cáncer después de una irradiación, sean dependientes de las características de la población. Para ofrecer estimaciones que puedan ser de aplicación general, la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP, 1991) ofrece unos factores de riesgo promediados entre los obtenidos para la población de distintos países y continentes, utilizando diferentes modelos (aditivos y multiplicativos). Como se observa en la Tabla III, el valor promedio de dichos valores para la probabilidad de muerte por cáncer es del

⁴ La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), o el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de la Radiación Atómica (UNSCEAR).

orden de $5 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ en una población de todas las edades, siempre que la exposición recibida sea pequeña.

Con respecto a los daños hereditarios graves, los estudios más recientes (revisados en NRC 1993 e ICRP 1991) indican que la probabilidad de aparición de un daño hereditario importante, en la primera generación después la población que sufra la irradiación, es del orden de $1,5 \text{ a } 4 \cdot 10^{-3}$ por cada Gray recibido en las gónadas. Si esta probabilidad se integra para todas las generaciones posteriores a la irradiada, el valor resultante es del 1 por ciento por Gray.

5.4 Efectos sobre el medio ambiente y otros seres vivos

En las anteriores recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP, 1977) se afirmaba que *“si el hombre está adecuadamente protegido, entonces otros seres vivos probablemente también estén suficientemente protegidos”*. Dicha afirmación se ha venido aceptando en el pasado sin mucha discusión, a pesar de su ambigüedad. De hecho, al examinar la situación en el entorno de instalaciones concretas siempre se ha encontrado que resulta razonable e incluso conservadora. No obstante, la complejidad de las relaciones entre las especies de cualquier ecosistema hace aconsejable un estudio más detallado de los efectos de la radiación sobre las especies no-humanas.

Como se ha podido constatar tras el accidente de Chernóbil, la liberación de radionucleidos al medio ambiente puede ocasionar dosis de radiación a ciertos organismos mucho mayores que las recibidas por el ser humano. La diferencia principal reside en la forma en que los riesgos planteados se valoran. Así, mientras que el riesgo a las personas se valora individualmente, en el caso de los animales se trata de valorar el impacto sobre las especies. Podría resultar admisible que se causen daños a algunos individuos mientras que la población en general no se viese amenazada. Por el contrario, en el caso de especies amenazadas o protegidas, también se pondrá énfasis en la protección de los individuos.

En ese sentido, las recomendaciones más recientes de la CIPR (ICRP, 1991) han modificado el párrafo anterior como sigue:

“La Comisión cree que el nivel de control medioambiental necesario para proteger al hombre en la medida considerada actualmente como deseable, asegurará asimismo que otras especies no se expongan a situación de riesgo. Miembros individuales de especies no humanas podrían, a veces, ser dañados, pero no hasta el punto de poner en peligro especies enteras o crear desequilibrios entre distintas especies”.

Este principio sitúa el interés de la protección radiológica sobre aquellas variables de interés para evaluar el efecto sobre el mantenimiento de la población, tales como la mortalidad, fertilidad y tasas de mutación genética.

Los conceptos de exposición “aguda” y “crónica” han de referirse ahora, respectivamente, a periodos breves comparados con el desarrollo biológico de los organismos afectados o del orden de una fracción significativa de su vida. Una exposición será “elevada” si puede causar un efecto patológico serio y rápido, mientras que se considerará “baja” si ofrece solo efectos marginales sobre la mortalidad, pero puede llegar a causar efectos biológicos observables. Todos estos términos serán relativos dependiendo de a qué especies se refieran: una exposición “crónica” para una bacteria sería una exposición “aguda” para una planta; una dosis “elevada” para un mamífero se podría considerar casi seguro como “baja” para un molusco. La Fig. 14 presenta la respuesta a una exposición “aguda”, en cuanto a la variación entre organismos de la dosis que causase la muerte del 50% de los individuos expuestos.

La información sobre estos efectos procede en su mayor parte de los experimentos realizados por los EE.UU. en los años de la guerra fría.

La extrapolación de los resultados de dichos experimentos a la evaluación del impacto ecológico de una contaminación significativa del medio ambiente es siempre difícil, pero en la actualidad se están produciendo avances notables hacia una normalización de las evaluaciones de impacto ecológico. Tal vez sea ésta la última cuestión pendiente, ya en curso de estudio, en cuanto a la normativa sobre protección radiológica. La complejidad de los ecosistemas hace preciso basar su protección en evaluaciones integradoras de todos los aspectos implicados. El desarrollo necesario en este sentido pasa por establecer magnitudes y unidades adecuadas para la dosis recibida por las otras especies, modelos dosimétricos de referencia, con geometrías y organismos suficientemente representativos, y medidas del daño y los efectos biológicos causados.

6. Medios físicos para la protección frente a las radiaciones ionizantes

De acuerdo con lo visto anteriormente, para la utilización segura de las sustancias radiactivas habrá que reducir a valores aceptables la dosis recibida. Puesto que la dosis se puede recibir tanto por vía externa como por la incorporación de material radiactivo al organismo, habrán de distinguirse claramente ambas posibilidades.

6.1 Protección frente a exposición externa e interna

Como se ha visto al hablar de la atenuación de la radiación, frente a la exposición externa habrá que jugar con la distancia a la que las fuentes emisoras de radiación se sitúen y con los materiales que proporcionen un blindaje adecuado, al facilitar la interacción y la cesión de la energía de la radiación en los mismos. Por su parte, obviamente, el tiempo de exposición influirá de forma directa sobre la dosis total recibida, siendo en ocasiones el único factor controlable por el usuario. Por ello, un entrenamiento adecuado y una planificación de cada operación a realizar son aspectos claves para la seguridad en el trabajo con radiaciones. Cabe afirmar que **distancia, blindaje y tiempo** constituyen los tres puntos básicos para el manejo seguro de fuentes radiactivas (Fig. 15).

Por otra parte, para evitar la incorporación de sustancias radiactivas al organismo, principalmente por inhalación o ingestión, en los lugares en donde se trabaje con material no encapsulado (polvo, líquido, etc.) habrá que instalar medios para evitar la dispersión de dicho material o la vestimenta y filtros adecuados al caso. Las sustancias habrán de mantenerse confinadas dentro de barreras suficientemente herméticas que eviten la contaminación del aire o de las superficies en los lugares de trabajo y en el medio ambiente. Este concepto genérico del **confinamiento mediante barreras** cabe aplicarlo a circunstancias muy variadas (Fig. 16):

- Así, cuando una fuente radiactiva se utilice en la industria o en la medicina como fuente de radiación externa, es necesario alojar el material radiactivo en una cápsula hermética, simple o doble según el caso. La hermeticidad de las fuentes encapsuladas ha de verificarse con periodicidad semestral o anual.
- El caso más notable de capacidad de aislamiento de materiales radiactivos es el de las centrales nucleares. En ellas, el número de barreras de contención es generalmente tres, a saber: 1) la vaina del combustible; 2) el circuito de refrigeración o barrera de presión; y 3) el sistema de contención, constituido por el edificio del

reactor, con una “piel de hermeticidad” de acero, sellada en cada una de las penetraciones que presente para el paso de tuberías, cables, etc., y que suele proyectarse con el fin exclusivo de impedir el escape de los productos de fisión en caso de accidente.

- De forma análoga, el principal requisito para la gestión segura de los residuos radiactivos es el de mantener su aislamiento por el periodo de tiempo necesario hasta que su decaimiento radiactivo los convierta en sustancias inocuas.

6.2 Detección y medida de la radiación ionizante

Obviamente, la detección de la presencia de radiación ha de basarse en los efectos que produce sobre la materia. No estando dotado el organismo de sentidos para ello, ha de recurrirse a instrumentos adecuados capaces de detectar —e incluso hacer visibles— las partículas fundamentales subatómicas. Su complejidad va, desde el conocido contador Geiger portátil hasta cámaras de destellos o de burbujas (Fig. 17a) con el tamaño de una habitación, empleadas por los físicos de altas energías.

Puesto que el efecto principal causado por las radiaciones es la ionización, uno de los primeros detectores que se empleó en física nuclear fue la *cámara de ionización* (Fig. 17b), que está formada esencialmente por un recipiente cerrado que contiene un gas y dos electrodos con potenciales eléctricos diferentes que recogerán los iones formados por la radiación. Si la cámara tiene un tamaño adecuado resulta muy sensible. De los detectores basados en la ionización gaseosa, uno de los más versátiles y utilizados es el contador de Geiger-Müller, desarrollado en 1928 (Fig. 17b). En él, el tubo detector está lleno de un gas o mezcla de gases a baja presión. Los electrodos son la delgada pared metálica del tubo y un alambre fino de wolframio situado longitudinalmente en su eje. Un fuerte campo eléctrico establecido entre los electrodos acelera los iones producidos, que colisionan con átomos del gas liberando electrones y produciendo más iones. Si la tensión entre los electrodos se hace suficientemente grande, la corriente cada vez mayor producida por una única partícula desencadena una descarga a través del contador. El pulso causado por cada partícula se amplifica electrónicamente y hace funcionar un altavoz o un contador mecánico o electrónico.

Otros detectores, llamados de *centelleo*, se basan en la ionización producida por partículas cargadas que se desplazan a gran velocidad en determinados sólidos y líquidos transparentes, conocidos como materiales centelleantes (diferentes sustancias orgánicas e inorgánicas, como plástico, sulfuro de cinc, yoduro de sodio o antraceno). La ionización produce destellos de luz visible que son captados por un tubo fotomultiplicador, un tipo de célula fotoeléctrica, de forma que se convierten en pulsos eléctricos que pueden amplificarse y registrarse electrónicamente.

Igualmente resultan de gran sensibilidad los *detectores de semiconductores* (generalmente germanio intrínseco o combinado con litio), en los que los pares electrón-hueco formados por la ionización aumentan momentáneamente la conducción eléctrica, lo que permite detectar estas partículas. Con el desarrollo de la microelectrónica está apareciendo una gran variedad de detectores para múltiples aplicaciones, que van desde la medida ultra-sensible de trazas de sustancias radiactivas de origen artificial en muestras de sustancias ambientales, al empleo de *dosímetros* personales de lectura directa, algunos tan pequeños como una tarjeta de crédito.

Para contabilizar la cantidad de radiación recibida por una persona (la *dosis*) también se emplean emulsiones dosimétricas, más gruesas y menos sensibles a la

luz visible que las empleadas en fotografía, en las que los granos de plata ionizados adquieren un color negro cuando se revela la emulsión, pudiendo establecerse una relación directa entre el ennegrecimiento y la cantidad de radiación recibida. Otros dosímetros se basan en el empleo de materiales *termoluminiscentes*, que por ofrecer grandes ventajas de tipo práctico se han impuesto como el método más utilizado en la actualidad. En esas sustancias se libera luz visible al ser calentados, mediante un proceso que implica dos pasos: 1) la ionización inicial hace que los electrones de los átomos del material se exciten y salten de las órbitas internas de los átomos a las externas; 2) cuando se calienta el material y los electrones vuelven a su estado original, se emite un fotón de luz, que puede ser amplificado y medido al igual que se hacía con los materiales de centelleo.

Con respecto a los neutrones, suelen detectarse de forma indirecta a partir de las reacciones nucleares que tienen lugar cuando colisionan con los núcleos de determinados átomos (por ejemplo, el ^3He , o el ^6Li). En el caso de los neutrones térmicos, si se emplea F_3B enriquecido en ^{10}B , al colisionar esos núcleos se producen partículas alfa, fáciles de detectar.

Otros detectores se llaman *de trazas*, porque permiten a los investigadores observar las trazas que deja a su paso una partícula. Las cámaras de destellos o de burbujas son detectores de trazas, igual que la cámara de niebla o las emulsiones fotográficas nucleares, que emplean los principios comentados anteriormente. Fundamentalmente se aplican en el estudio de la física de las partículas elementales.

6.3 Vigilancia radiológica del medio ambiente

Con respecto a la protección del público y del medio ambiente, además de establecerse límites para los vertidos de efluentes de cada instalación, se lleva a cabo una estrecha vigilancia, reforzada en el entorno de los emplazamientos nucleares. Para comprobar el impacto real de las centrales nucleares, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) establece los programas de vigilancia radiológica del medio ambiente (PVRA, Fig. 18), en los que se comprueba mediante la toma de miles de muestras de sustancias ambientales (unas 2000 muestras y unos 13.000 análisis cada año) la ausencia de contaminación significativa. Se toman muestras de suelos, agua de lluvia, cultivos, leche de vaca, carne, aves y huevos, peces, agua potable, agua subterránea, agua superficial y sedimentos. Además existen una serie de puntos (del orden de 30) en los que se mide continuamente la radiación de fondo y la presencia de radiactividad para poder detectar cualquier desviación. Las muestras tomadas y los análisis practicados son objeto de verificación y contraste por entidades independientes de las centrales (algunas Comunidades Autónomas laboratorios especializados, como el CIEMAT), a las que el CSN encomienda esa misión. Los resultados de esta vigilancia indican que la dosis efectiva anual causada por la descarga de efluentes de las centrales nucleares españolas en la población más expuesta de su entorno no supera en ningún emplazamiento los 0,01 mSv (Fig. 19).

Además, para cubrir la vigilancia de la totalidad del territorio nacional, el CSN dispone de una red de vigilancia de la radiación (la red REVIRA, Fig. 20) que comprende tres sistemas diferenciados:

- Una serie de estaciones de detección y medida en continuo de la radiactividad ambiental, con transmisión de señales al CSN (y cuyos valores medios se pueden consultar por el público en general en Internet: www.csn.es)

- Unos laboratorios asociados que llevan a cabo un programa de muestreo y análisis de la radiactividad ambiental en todo el país.
- La vigilancia radiológica de las aguas continentales españolas, llevada a cabo por el Centro de Estudios y Experimentación del Ministerio de Fomento.

También existe en España otra red muy densa, la Red de Alerta a la Radiactividad, RAR, de la Dirección General de Protección Civil, con más de 900 estaciones de medida que registran y transmiten, en tiempo real, los datos de radiación ambiental tanto a Protección Civil como al CSN. Esta red, de menor sensibilidad y precisión que REVIRA, tiene por objeto principalmente la detección de cualquier situación accidental o de cualquier escape incontrolado de material radiactivo a la atmósfera, originado dentro o fuera de nuestras fronteras.

7.- Principios básicos y reglamentación sobre protección radiológica

A la vista de los efectos que la radiación es capaz de producir sobre el ser humano, y por ende en el resto de seres vivos, es evidente la necesidad de controlar las actividades que impliquen el manejo o producción de sustancias radiactivas. Un resumen de la normativa existente o que se utiliza como referencia en España aparece en la Tabla IV.

Desde 1928 existe un organismo internacional de reconocido prestigio - la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICPR), ya citada -, que se preocupa de emitir una serie de recomendaciones, basadas en los más recientes conocimientos científicos sobre los efectos de la radiación, para orientar a las autoridades encargadas en cada país de la regulación y control en materia de seguridad nuclear y protección radiológica. Sus recomendaciones están actualmente incorporadas en España en los *Reglamentos sobre Instalaciones nucleares y radiactivas* (MINER, 1999) y *sobre Protección Radiológica* (MINECO, 2000), que han sido revisados recientemente, en coordinación con la Comunidad Europea (EURATOM, 1996), para adaptarlo a las últimas recomendaciones de la Comisión (ICRP, 1991).

La protección radiológica tiene un *doble objetivo fundamental*: **evitar la aparición de los efectos deterministas, y limitar la probabilidad de incidencia de los efectos probabilistas (cánceres y defectos hereditarios) hasta valores que se consideran aceptables**. Pero, por otra parte, sin limitar indebidamente las prácticas que, dando lugar a exposición a las radiaciones, suponen un beneficio a la sociedad o sus individuos.

A los efectos de la protección radiológica se definen las *prácticas* como todas aquellas actividades que pueden incrementar la exposición humana por introducir nuevas fuentes de radiación, vías de exposición o individuos expuestos, o por modificar las relaciones entre las fuentes ya existentes y el hombre. Para conseguir lograr el objetivo fundamental de la protección radiológica se establecen tres principios básicos:

a) **Justificación**: Toda práctica debe producir el suficiente beneficio a los individuos expuestos o a la sociedad como para compensar el detrimento por causa de la exposición a la radiación.

b) **Optimización**: Para cualquier fuente de radiación, las dosis individuales, el número de personas expuestas, y la probabilidad de verse expuestas, deben

mantenerse tan bajas como sea razonablemente posible, teniendo en cuenta consideraciones sociales y económicas (ALARA⁵).

c) **Limitación de dosis y riesgos individuales:** La exposición individual al conjunto de fuentes susceptibles de control ha de estar sujeta a límites en la dosis recibida y, en el caso de exposiciones potenciales, a cierto control del riesgo.

Los anteriores principios implican que, además de las operaciones o situaciones normales, haya que considerar las exposiciones potenciales por causa de accidentes. Generalmente, para estos casos, las limitaciones se establecerán con respecto a su probabilidad de su ocurrencia. Este requisito se puede satisfacer aplicando técnicas probabilistas para la cuantificación del riesgo. Dichas técnicas son ya hoy en día comúnmente aplicadas en el caso de las centrales nucleares.

La justificación de una práctica ha de analizarse teniendo en cuenta las ventajas e inconvenientes asociados a la introducción de la misma, estableciendo un balance adecuado entre ambos. Puesto que, en la realidad, hay componentes de beneficios y costes difícilmente cuantificables, o de evaluación subjetiva, siempre es posible la comparación de diferentes alternativas. En todo caso, para cada práctica (por ejemplo, la generación de energía eléctrica), debe considerarse la suma de todos los procesos asociados a la misma, incluyendo explícitamente la generación y gestión de los residuos generados.

Una vez justificada una práctica, ha de procederse a su optimización. Puesto que se admite que toda dosis de radiación implica un riesgo no nulo, no es suficiente con cumplir los límites de dosis - que en todo caso limitan la región de lo inaceptable -, sino que han de reducirse las dosis hasta encontrar un valor óptimo, que maximice el beneficio neto total, para lo cual, mediante técnicas apropiadas se puede comparar el esfuerzo necesario para aminorar las dosis frente a la reducción del detrimento sanitario obtenida.

Por último, la limitación de dosis tiene como finalidad la protección de los individuos más expuestos, para garantizar que no se alcancen niveles inaceptables del riesgo de sufrir daños a la salud. Los límites, que se aplican a las exposiciones debidas a prácticas, exceptuando la exposición al fondo radiactivo natural y la exposición médica, han sufrido una disminución como consecuencia de las últimas recomendaciones de la ICRP (ICRP, 1991), que se sustentan en los últimos avances en radiobiología. La Tabla V recoge los límites de dosis aplicables a los trabajadores expuestos, estudiantes y aprendices, referidos a la exposición recibida en el trabajo o como consecuencia de él, incluyendo la producida en el trabajo a consecuencia de las fuentes naturales, cuando supere considerablemente los niveles ambientales en el entorno.

Los límites indicados para la exposición a todo el cuerpo se recomiendan por comparación con el nivel de riesgo existente en actividades profesionales consideradas como especialmente seguras. Los límites especiales al cristalino, piel y órganos se adoptan para prevenir la aparición de efectos deterministas derivados de la irradiación de dichos órganos.

Por su parte, la Tabla VI muestra los límites establecidos para acotar la exposición de la población en general. Para cada instalación concreta, han de aplicarse en el diseño límites restringidos, que eviten con razonable prudencia la

⁵ ALARA son unas siglas muy utilizadas que representan el concepto de optimización mediante el acrónimo inglés “*As Low As Reasonably Achievable*”.

superación de estos límites por cualquier individuo, tomando como referencia aquellos que puedan estar más expuestos (*restricciones de dosis*). Así, en el caso de las centrales nucleares, para limitar la exposición del público por vertido de efluentes se han venido tomando como referencia los límites indicados en la Tabla VII. El titular ha de realizar un estudio Analítico-Radiológico del emplazamiento, en un radio de 30 km, teniendo en cuenta el uso de la tierra y agua, demografía, costumbres, etc., además de la meteorología e hidrología locales, con el objetivo de determinar el grupo crítico de población y las dosis resultantes. Todo ello sirve de base para los ya comentados programas de vigilancia radiológica ambiental.

Un ejemplo de aplicación de los anteriores principios, se refiere a aquellas prácticas cuyas ventajas, en relación con sus riesgos potenciales, justifican plenamente su utilización, pero que emplean cantidades muy pequeñas de radiactividad o que suponen la exposición a niveles muy bajos. Su integración o mantenimiento en el sistema regulador no estaría justificada, por apartarse de lo óptimo. Por ejemplo, un tubo de rayos catódicos de tensión inferior a 30 kV que no presente una tasa de dosis superior a 1 $\mu\text{Sv/h}$ en ningún punto situado a 0,1 m de su superficie accesible (MINER, 1999), o un detector de incendios homologado que contenga un emisor α , como el ^{241}Am .

Un caso especial lo constituyen los materiales, fundamentalmente residuos, que habiendo estado sometidos al control regulador, resulta preferible autorizar su gestión por métodos convencionales, ya que su bajo nivel de radiactividad o de radiación no justificaría una gestión más costosa. En el caso del desmantelamiento de las instalaciones, esto permite eliminar del control grandes volúmenes de residuos no peligrosos y concentrar el control en los que realmente planteen riesgos potenciales. Se podrán declarar exentas aquellas prácticas que no supongan una dosis efectiva comprometida esperable superior a 10 $\mu\text{Sv/año}$ para cualquier miembro del público, o una dosis colectiva efectiva comprometida superior a 1 Sv persona (MINER, 1999).

7.1 Protección de los trabajadores expuestos

Además de lo ya indicado, se pueden citar otras cuestiones de tipo práctico con las que la reglamentación ayuda a garantizar una utilización segura de las radiaciones ionizantes y las sustancias radiactivas. Así, en primer lugar se requiere que quienes hayan de dirigir y planificar el funcionamiento de una instalación se hallen en posesión de la correspondiente *licencia de supervisor*, y que quienes manipulen materiales o equipos productores de radiaciones ionizantes posean la *licencia de operador* (MINER, 1999). Por otra parte, la protección operacional de los trabajadores de una instalación (MINECO, 2000) se basa en los siguientes principios:

- a) Evaluación previa de las condiciones laborales para determinar la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico y asegurar la aplicación del principio de optimización (ALARA).
- b) Clasificación y señalización de los lugares de trabajo en diferentes zonas (*zona controlada* y *zona vigilada*) teniendo en cuenta: la evaluación de las dosis anuales previstas, el riesgo de dispersión de contaminación y la probabilidad y magnitud de exposiciones potenciales (Fig. 21).
- c) Clasificación de los trabajadores expuestos en diferentes categorías (*categorías A y B*) según sus condiciones de trabajo (Tabla V).

- d) Establecimiento de programas de información y formación en materia de protección radiológica, a un nivel adecuado a la responsabilidad y al riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes en el puesto de trabajo.
- e) Aplicación de las normas y medidas de vigilancia y control relativas a las diferentes zonas y a las distintas categorías de trabajadores expuestos. Pudiendo ser requerido el establecimiento de un Servicio de Protección Radiológica o Unidad Técnica de Protección Radiológica, debidamente autorizado. Dentro de este apartado, se incluirían:
 - El control mensual y registro individual de la dosis recibida por vía externa mediante dosímetros.
 - El control de la posible incorporación de material radiactivo al organismo mediante detección externa y análisis de muestras biológicas.
 - El mantenimiento de un historial dosimétrico en el que se registrarán las dosis recibidas.
- f) Vigilancia médica realizada por Servicios Médicos Especializados.

Para el conjunto de los trabajadores expuestos en España, el CSN mantiene un registro centralizado de la dosis recibida en el *banco nacional de datos dosimétricos* y ha impuesto el uso del llamado *carpet radiológico*, documento personal del trabajador en el que se han de consignar todas las dosis que el trabajador pueda recibir en cualquier instalación junto con el resultado de los exámenes médicos.

7.2 Protección de la población en general

Además de lo expuesto anteriormente sobre la vigilancia radiológica del medio ambiente, la protección de la población ha de basarse en los principios siguientes (MINECO, 2000):

- a) La contribución de las prácticas a la exposición de la población en su conjunto, deberá mantenerse en el valor más bajo que sea razonablemente posible, teniendo en cuenta factores económicos y sociales (ALARA);
- b) El titular de una práctica realizará los estudios adecuados a cada caso conducentes a confirmar que el riesgo de exposición a que pudiera estar sometida la población como consecuencia de sus actividades, no es significativo desde el punto de vista de la protección radiológica;
- c) Las prácticas deberán ser proyectadas convenientemente para evitar o reducir al mínimo posible la evacuación al medio ambiente de efluentes radiactivos;
- d) Sobre la base de los estudios mencionados, en la correspondiente autorización administrativa se especificará si debe disponerse de un sistema específico de vigilancia para evaluar y controlar, durante el ejercicio de la actividad, las dosis que pudieran ser recibidas por el público.

La vigilancia se basará fundamentalmente en la evaluación de las dosis que pudieran ser recibidas por la población potencialmente afectada y estará adecuada al riesgo que impliquen las actividades.

Para el caso de las centrales nucleares ya se han descrito en apartados anteriores los programas de vigilancia radiológica ambiental establecidos para poder verificar la exposición del público por el vertido de efluentes, así como los límites de restricción de dosis aplicados. Cabe añadir, para terminar, que se hace responsable al titular de la

práctica de la puesta en servicio y la eficacia de los equipos y procedimientos de medición necesarios para la protección radiológica de la población y del medio ambiente y, en su caso, de la evaluación de la exposición y de la contaminación radiactiva del medio ambiente y de la población, todo ello bajo el control del CSN.

8. Conclusiones

Después de lo presentado a lo largo del capítulo, cabe deducir las conclusiones siguientes, a modo de resumen final:

*Primera.- **Sobre los efectos causados por la radiación ionizante.*** Se ha visto como la radiación ionizante puede causar distintos daños sobre las células, que para resultar observables a nivel orgánico, produciendo efectos somáticos agudos, han de superar ciertos valores mínimos en la dosis (dosis umbral). Por otra parte, el daño en el ADN celular puede llegar a convertirse en un cáncer si la mutación progresa y de la multiplicación celular resulta finalmente un número suficientemente grande de células como para constituir un tumor. Cuando el ADN dañado es el de las células reproductoras, cabe la posibilidad de que se transmitan daños hereditarios a la descendencia. Estos procesos son altamente improbables, ya que el ser humano sufre cada día muchos millones de ionizaciones en su masa de ADN, mientras que sólo unos pocos cánceres y defectos genéticos son atribuibles a la radiación.

*Segunda.- **Sobre las fuentes de radiación ionizante.*** El ser humano está constantemente expuesto a múltiples fuentes de radiación ionizante. Las radiaciones provenientes de la propia Tierra y del espacio dominan la dosis total recibida. Especialmente elevada puede llegar a ser la dosis producida por la desintegración en los pulmones del gas radón y de sus descendientes radiactivos, formados a partir de la desintegración del uranio presente en la corteza terrestre. De entre las fuentes artificiales, la dosis media recibida es debida, en su mayor parte, a la utilización médica de las radiaciones ionizantes, con una contribución muy escasa debida a los efluentes gaseosos y líquidos descargados por las centrales nucleares, incluso para las personas que habitan en sus proximidades. Este hecho está avalado por los continuos programas de vigilancia medioambiental que se realizan en los emplazamientos y su verificación por el Consejo de Seguridad Nuclear.

*Tercera.- **Sobre los objetivos de la protección radiológica.*** Dada la toxicidad de las radiaciones ionizantes, ante la abundancia de fuentes naturales y artificiales emisoras de tales radiaciones, un objetivo inmediato de la Protección Radiológica será evitar la aparición de los efectos sanitarios de tipo inmediato, manteniendo la dosis recibida por cualquier persona por debajo de los umbrales de aparición de tales efectos. Con respecto a los efectos probabilistas (cánceres y defectos hereditarios), habrá de limitarse su probabilidad de aparición a valores que se consideran seguros. Pero, por otra parte, sin limitar injustificadamente aquellas prácticas que, aunque supongan una exposición a las radiaciones, proporcionen un beneficio mayor para la sociedad o sus individuos. Para conseguirlo, se aplican los tres principios de la **justificación, limitación de las dosis y riesgos individuales** y **optimización** en busca del beneficio máximo. Para asegurar su cumplimiento, se establecen una serie de actuaciones y controles sobre los trabajadores y sobre el medio ambiente.

9. Referencias bibliográficas

Alonso A., *El riesgo de las radiaciones: La experiencia de Chernóbil-4*. Conferencia Inaugural del VI Congreso de la Sociedad Española de Protección Radiológica. Córdoba, 24 a 27 de septiembre de 1996.

CSN, Consejo de Seguridad Nuclear, *Dosis de radiación*. Madrid (1992a).

CSN, Consejo de Seguridad Nuclear, *Protección radiológica*. Madrid (1992b).

CSN, Consejo de Seguridad Nuclear. *La vigilancia de la radiación*. Madrid (1992c).

CSN, Consejo de Seguridad Nuclear. *Memoria Anual 1998*. Madrid (1999).

EURATOM, *Directiva 96/29 de 13 de mayo de 1996, por la que se establecen las normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes*. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. Luxemburgo (29 de junio de 1996).

ICRP, International Commission on Radiological Protection. *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 26*. Pergamon Press, Oxford (1977).

ICRP, International Commission on Radiological Protection. *1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*, ICRP Publication 60, Pergamon Press, Oxford (1991). Traducción al español por la Sociedad Española de Protección Radiológica. Madrid (1995).

ICRP, International Commission on Radiological Protection. *Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection against External Radiation*. ICRP Publication 74. Annals of the ICRP, Pergamon Press Oxford (1996).

MINER, Ministerio de Industria y Energía. *Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas*, Real Decreto 1836/1999 (BOE 31-diciembre-1999). Madrid (1999).

MINECO, Ministerio de Economía. *Reglamento sobre protección radiológica*, Estando pendiente su publicación de los últimos trámites legislativos, se ha trabajado con el último borrador en la fecha de confección del capítulo (octubre 2000). Madrid (2000).

MOPU, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. *Real Decreto 1317/1989, de 27 de octubre, por el que se establecen las Unidades Legales de Medida* (BOE 3-noviembre-1989). Madrid (1989).

NRC U.S. Nuclear Regulatory Commission. *Health Effects Models for Nuclear Power Plant Accident Consequence Analysis*. Report NUREG/CR-4214. Washington D.C. (1993).

PNUMA, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. *Radiación, Dosis, Efectos, Riesgos*, segunda edición en español por el Consejo de Seguridad Nuclear. Madrid (1989).

Saunders P., *La Radiación y Tú*. Comisión Europea y Consejo de Seguridad Nuclear (1990).

Shapiro J., *Radiation Protection. A Guide for Scientists and Physicians*. 2nd Edition. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts (1981).

Sollet E. y Velasco E., *La Naturaleza de la Radiación*. Iberdrola, Madrid (1997)

UNSCEAR, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, *Sources, Effects and Risks of Ionising Radiation*, Report to the General Assembly with *Scientific Annex*, United Nations. New York (1996).

UNSCEAR, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, *Sources, Effects and Risks of Ionising Radiation*, Report to the General Assembly with *Scientific Annex*, United Nations. New York (2000).

ANEXO

Tabla I

LA DOSIS DE RADIACIÓN Y SUS UNIDADES DE MEDIDA (*)

MAGNITUD	DEFINICIÓN	UNIDADES
DOSIS ABSORBIDA D	Cociente entre la energía media (<i>de</i>) impartida por la radiación ionizante a la materia en un elemento de volumen, y la masa (<i>dm</i>) del mismo.	Unidad del S.I.: Gray (Gy). 1 Gy = 1 Julio/kg Unidad histórica: rad. 1 rad = 0.01 Gy
DOSIS EQUIVALENTE H	Es una ponderación de la Dosis Absorbida en un tejido u órgano T, para tener en cuenta el tipo de radiación, de acuerdo con su potencialidad para producir efectos biológicos. $H_T = D_{T,R} \cdot w_R$ w_R - Factor de ponderación de la radiación.	Unidad del S.I.: Sievert (Sv). 1 Sv = 1 julio/kg Unidad histórica: rem. 1 rem = 0.01 Sv Valores de w_R: 1 Radiación X, beta, gamma, electrones y positrones. 5 Protones. 5 a 20 Neutrones, según su energía. 20 Radiación alfa, núcleos pesados.
DOSIS EFECTIVA E	Es una suma ponderada de las dosis equivalentes recibidas por los distintos tejidos y órganos del cuerpo humano. $E = \sum_T w_T \cdot H_T$ <i>Los factores w_T son representativos del detrimento, o contribución al riesgo total de daños biológicos, que supone la irradiación de cada órgano individual.</i>	Sievert (Sv). Valores de w_T: 0,01 Sup.Huesos, Piel 0,05 Bazo, Mama, Hígado Esófago, Tiroides RESTO 0,12 Colon, Pulmón, Médula Roja, Estómago 0,20 Gónadas
DOSIS COMPROMETIDA (Equivalente o Efectiva)	<i>Tras una incorporación (por ingestión o inhalación) de material radiactivo, dependiendo de su metabolismo, éste puede permanecer en el organismo durante mucho tiempo.</i> Se denomina <i>dosis comprometida</i> , a la dosis acumulada por dicha causa durante un cierto periodo de tiempo (habitualmente 50 años para adultos y un máximo de 70 años para niños).	
DOSIS COLECTIVA	<i>Es la suma de las dosis (generalmente se aplica a la dosis efectiva) recibidas por un colectivo de población que esté expuesta a una misma fuente de radiación.</i> Se expresa en Sievert x persona	

(*) Conforme a las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP, 1991 e ICRP, 1996), a la Directiva Europea 96/29 (EURATOM, 1996) y al Reglamento de Protección Radiológica (MINECO, 2000).

Tabla II
DOSIS DE RADIACION. VALORES COMPARATIVOS

<u>Dosis (mSv)</u>	<u>Efectos sobre la salud o valor típico</u>
10.000	Muerte en días o semanas (100% de los casos)
4.000	Muerte en días o semanas (50% de los casos)
250	No produce efectos observables de tipo inmediato
100	No hay evidencia de efectos sanitarios en seres humanos
3,5	Dosis media anual por persona en España
2,5	Dosis media anual por persona en el mundo
3,0	Una exploración radiográfica de aparato digestivo Un escáner (tomografía axial computerizada, TAC) de la cabeza
0,02	Una radiografía de tórax
0,002	3 horas en avión. Dosis anual media debida a la industria nuclear

La tabla muestra algunos valores característicos medios de la dosis de radiación. Para dosis equivalente a todo el cuerpo del orden de 10.000 miliSievert (mSv), las probabilidades de supervivencia son mínimas. Cuando la dosis baja a 4.000 mSv, recibiendo tratamiento médico adecuado la probabilidad de supervivencia aumenta al 50% por término medio. Dosis inferiores a 250 mSv no producirían efectos observables de tipo inmediato en la persona, salvo alguna variación temporal en los recuentos de células sanguíneas (leucocitos). Por debajo de los 100 mSv no existe evidencia concluyente de efectos sanitarios en seres humanos, ya que los colectivos que presentan mejores características para los estudios epidemiológicos recibieron dosis más elevadas. Por debajo de estas cifras resulta muy difícil establecer relaciones causa-efecto entre la dosis recibida y la aparición de cánceres o defectos hereditarios, ya que la radiación no es sino uno más entre muchos factores causantes a los que el ser humano está expuesto. Cifras características de la dosis media anual en España y en el mundo serían 3,5 y 2,5 mSv respectivamente, residiendo la diferencia en el uso médico que de las radiaciones se hace en los países desarrollados frente al promedio mundial. Una exploración radiográfica de aparato digestivo o un escáner de cabeza pueden suponer en media una dosis de 3 mSv, mientras que una simple radiografía de tórax supone 0,02 mSv. Frente a estos valores, la dosis media anual recibida por la población española por causa de la industria nuclear es del orden de 0,001 a 0,002 mSv, que resultan equivalentes, por ejemplo, a la dosis que la radiación cósmica produce cuando se realiza un vuelo de 3 horas en un avión comercial.

Tabla III.- Mortalidad media en una población de todas las edades por distintos cánceres después de una exposición a bajas dosis (ICRP, 1991).

TIPO DE CANCER (Organo)	Factor de riesgo de muerte (10^{-4} Sv^{-1})	TIPO DE CANCER (Organo)	Factor de riesgo de muerte (10^{-4} Sv^{-1})
Vejiga	30	Esófago	30
Médula Osea	50	Ovarios	10
Superficie Huesos	5	Piel	2
Mama	20	Estómago	110
Colon	85	Tiroides	8
Hígado	15	Resto de cánceres	50
Pulmón	85	TOTAL	500

Tabla IV
RESUMEN DE LEGISLACIÓN Y NORMATIVA SOBRE PROTECCIÓN
RADIOLÓGICA

Legislación Española

L E Y E S	Ley 25/64 de 29 de abril, sobre Energía Nuclear , (B.O.E. de 4 de mayo), modificada parcialmente por la Ley 25/68 de 20 de junio; modificada parcialmente a su vez por la Ley 40/94 de 30 de diciembre (B.O.E. 31-12-94)	Su objeto es fomentar el desarrollo de las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear en España y regular su puesta en práctica dentro del territorio nacional.
	Ley 15/80 de 22 de abril, de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear (B.O.E. de 25 de abril), modificada parcialmente por la Ley 40/94 de 30 de diciembre (B.O.E. 31-12-80)	Su objeto es establecer las funciones del único organismo competente en materia de seguridad nuclear y protección radiológica, así como su composición y estructura, los bienes y medios económicos.
	Ley 14/99 de 4 de mayo, de Tasas y Precios Públicos por servicios prestados por el CSN (B.O.E. 5-5-99)	Establece las tasas y precios por servicios prestados por el CSN, así como la ampliación de las funciones y competencias descritas en la Ley 15/80 de Creación del CSN.
R E G L A M E N T O S	Real Decreto 1836/1999 de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas . (B.O.E. 31-12-99)	Este reglamento define y clasifica las instalaciones nucleares y radiactivas en categorías y establece la documentación necesaria para obtener las correspondientes autorizaciones administrativas, licencias de operadores y supervisores, las obligaciones del personal de operación, etc.
	Real Decreto 53/92 de 24 de enero, por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes , (B.O.E. 12-2-92, corrección de erratas en B.O.E. 15-4-92)	Es el reglamento que establecía las medidas básicas para la protección radiológica de los trabajadores y del público: límites de dosis, clasificación de trabajadores y zonas de trabajo, requisitos de vigilancia radiológica, etc.
	Revisión en 2000 para su adaptación a la Directiva 29/96 de EURATOM (pendiente de publicación)	
	Decreto 2177/67 de 22 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre Cobertura de Riesgos Nucleares (B.O.E. 18-9-67), modificado por el Decreto 742/68 de 28 de marzo (B.O.E. 20-4-68).	Establecen la cobertura necesaria para garantizar la responsabilidad por daños nucleares de una instalación nuclear o del transporte de sustancias nucleares.
	Decreto 2864/68 de 7 de noviembre, sobre Señalamiento de la Cobertura Exigible en materia de Responsabilidad Civil por Riesgos Nucleares , y que afecta al artículo 57 de la Ley sobre Energía Nuclear (B.O.E. 25-11-68)	No obstante, el nuevo <i>Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas</i> (R.D. 1836/99) indica que las instalaciones de 2ª y 3ª categoría no necesitarán constituir la cobertura de riesgos Esta exención será aplicable asimismo a los aparatos productores de rayos X con fines de diagnóstico médico
Reales Decretos 2115/1998 de 2 de octubre (B.O.E. 16-10-98), 2225/1998 de 19 de octubre (B.O.E. 2-11-98), y B.O.E. 23-1-91 y 10-7-97 (Instrucciones Técnicas), aprobando los Reglamentos Nacionales de Transportes de Mercancías Peligrosas por Carretera, por Ferrocarril y por Vía Aérea , respectivamente.	El primero de estos reglamentos remite al cumplimiento del ADR o Acuerdo Europeo Internacional sobre Transporte de Mercancías Peligrosas, cuyo último publicado en el B.O.E. el 16-12-98 en el suplemento nº 300.	
Real Decreto 145/89 de 29 de enero (B.O.E. 13-02-89) por el que se aprueba el Reglamento Nacional de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas en los Puertos	Este Reglamento remite al Código Internacional Marítimo sobre Mercancías Peligrosas publicado por la Organización Marítima Internacional cuya última edición en el B.O.E. es de 15-7-97.	

TABLA IV (continuación)

OTRAS DISPOSICIONES NACIONALES:	
<p>Real Decreto 1976/1999 de 23 de diciembre por el que se establecen los <i>Criterios de Calidad en Radiodiagnóstico</i> (B.O.E. 29-12-99).</p> <p>Real Decreto 1841/1997 de 5 de diciembre, por el que se establecen los <i>Criterios de Calidad en Medicina Nuclear</i> (B.O.E. 19-12-97).</p> <p>Real Decreto 1566/1998 de 17 de julio, por el que se establecen los <i>Criterios de Calidad en Radioterapia</i> (B.O.E. 28-08-98).</p> <p>Real Decreto 1891/91 de 30 de diciembre, sobre <i>Instalación y Utilización de Aparatos de Rayos X con fines de Diagnóstico Médico</i> (B.O.E. 3-1-92), y Real Decreto 445/94 de 11 de marzo (B.O.E. 22-4-94), por el que se amplía el plazo.</p> <p>Real Decreto 1132/90 de 14 de septiembre, por el que se establecen medidas fundamentales de <i>Protección Radiológica de las Personas sometidas a Exámenes y Tratamientos Médicos</i>. (B.O.E. 18-09-90).</p> <p>Real Decreto 478/93 de 2 de abril, por el que se regulan los <i>Medicamentos Radiofarmacéuticos de Uso Humano</i> (B.O.E. 7-5-93).</p>	<p>Orden de 20-3-75 sobre <i>Normas de Homologación de Aparatos Radiactivos</i> (B.O.E. 1-4-75).</p> <p>Orden de 5-12-79 sobre <i>Asistencia Medicofarmacéutica a Lesionados y Contaminados por Elementos Radiactivos y Radiaciones Ionizantes</i> (B.O.E. 17-12-79), desarrollada en la Resolución de 20-12-79 (B.O.E. 29-12-79).</p> <p>Real Decreto 1428/86 de 13 de junio, sobre <i>Pararrayos Radiactivos</i> (B.O.E. 11-7-86), modificado parcialmente por R.D. 903/87 de 10 de julio (B.O.E. 11-7-87).</p> <p>Real Decreto 413/1997 de 21 de marzo, sobre <i>protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada</i> (B.O.E. 16-4-97).</p> <p>Orden de 29-3-89 de publicación de Acuerdo de Consejo de Ministros de 3-3-89, que aprueba el <i>Plan Básico de Emergencia Nuclear</i> (B.O.E. 14-4-89).</p> <p>Orden de 27-5-93 de publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros relativo a la <i>Información al Público sobre las Medidas de Protección Sanitaria aplicables y sobre el Comportamiento a seguir en caso de Emergencia Radiológica</i> (B.O.E. 4-6-93).</p>

Legislación de la Unión Europea

<p>Directiva 96/29/EURATOM de 13 de mayo de 1996, por la que se establecen las <i>normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes</i>.</p>
<p>Directiva 97/43/EURATOM de 30 de junio de 1997, relativas a <i>la protección de la salud frente a los riesgos derivados las radiaciones ionizantes en exposiciones médicas</i>, por la que se deroga la Directiva 84/466/EURATOM</p>

Recomendaciones Internacionales

<p>El Organismo Internacional de Energía Atómica, de Naciones Unidas, publica numerosos documentos en materia de protección radiológica, con carácter de recomendación y que son de gran utilidad, especialmente, para aquellos países importadores de tecnología nuclear. Entre todos estos documentos, la colección seguridad "Safety Series" comprende más de 70 guías relativas a una amplia gama de aspectos de seguridad en el diseño y operación de instalaciones nucleares y radiactivas. Destaca por su importancia fundamental en el ámbito de la Protección Radiológica el documento "Safety Series 115", que publica las Normas Básicas de Seguridad, y que cuenta con el patrocinio conjunto de los organismos de Naciones Unidas: OIEA, FAO, OIT y OMS; además de la Agencia de Energía Nuclear de la OCDE y la Organización Panamericana de la Salud.</p> <p>También hay que destacar por su papel de vanguardia en el ámbito de la protección frente a las radiaciones ionizantes a la Comisión Internacional de Protección Radiológica conocida por el acrónimo inglés ICRP. Trabaja desde 1928 y está formada por científicos y expertos de todo el mundo. Tiene publicados más de 70 documentos, que contienen normativa técnica básica de protección radiológica adoptada internacionalmente. Entre sus "recomendaciones" cabe destacar ICRP-26, publicada en 1977 que establece el Sistema de Limitación de Dosis que descansa en los 3 principios de <i>justificación, optimización y límites de dosis</i>. En 1990 publicó el documento ICRP-60 que modifica el sistema de protección dando prioridad a la optimización y recomendando la reducción de los límites.</p>
--

Tabla V
CLASIFICACIÓN Y LÍMITES DE DOSIS PARA LOS TRABAJADORES EXPUESTOS

LIMITES ANUALES DE DOSIS PARA LOS TRABAJADORES EXPUESTOS (en mSv)	
Tipo de exposición	Límites establecidos por la Directiva Europea 96/29 (Euratom, 1996) y Reglamento protección radiológica (MINECO, 2000)
Exposición homogénea cuerpo entero o Dosis Efectiva (suma de la dosis por exposición externa y la dosis comprometida a 50 años por incorporaciones durante el periodo)	100 mSv en 5 años ^(*) 50 mSv máximo anual
Cristalino	150 mSv
Piel, manos, antebrazos, tobillos	500 mSv
Mujeres en edad de procrear	Igual que a los hombres
Mujeres gestantes (dosis al feto)	1 mSv total
Trabajadores Categoría A	Si es probable que reciban una dosis efectiva superior a 6mSv al año, o dosis equivalente superior a 3/10 de los límites para cristalino, piel y extremidades
Trabajadores Categoría B	Si no es probable que reciban una dosis efectiva superior a 6mSv al año, o dosis equivalente superior a 3/10 de los límites para cristalino, piel y extremidades
Estudiantes y aprendices mayores de 18 años	Igual que a los trabajadores, categoría A o B, según corresponda
Estudiantes y aprendices entre 16 y 18 años	6 mSv / año dosis efectiva 50 mSv (cristalino) y 150 mSv (piel y extremidades)

(*) En promedio no se deberán superar los 20mSv al año. En España, en 1998, sólo 49 trabajadores de un total de 83.200 profesionalmente expuestos superaron ese valor (CSN, 1999), lo cual indica la buena situación de las instalaciones para el cumplimiento de los nuevos límites, que están vigentes desde el año 2000.

Tabla VI
LÍMITES DE DOSIS PARA LA EXPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN

LIMITES ANUALES DE DOSIS PARA LOS MIEMBROS DEL PUBLICO (en mSv)	
Tipo de exposición	Límites establecidos por la Directiva Europea 96/29 (Euratom, 1996) y Reglamento protección radiológica (MINECO, 2000)
Dosis Efectiva	1 mSv
Cristalino	15 mSv
Piel	50 mSv

Tabla VII
LÍMITES DE DOSIS ANUALES PARA LA EXPOSICIÓN DEL PÚBLICO POR
VERTIDO DE EFLUENTES EN LAS CENTRALES NUCLEARES

LIMITES DE DOSIS ANUALES (en mSv) PARA MIEMBROS DEL GRUPO CRITICO.		
OBJETIVOS DE DISEÑO.		
ORGANO	EFLUENTES GASEOSOS	EFLUENTES LIQUIDOS
Todo el cuerpo	0.05 (gases nobles)	0.03
Piel	0.15 (gases nobles)	-
Cualquier órgano	0.15 (radioyodos y partículas)	0.10



Figura 1.- Henry Becquerel y Marie Curie.

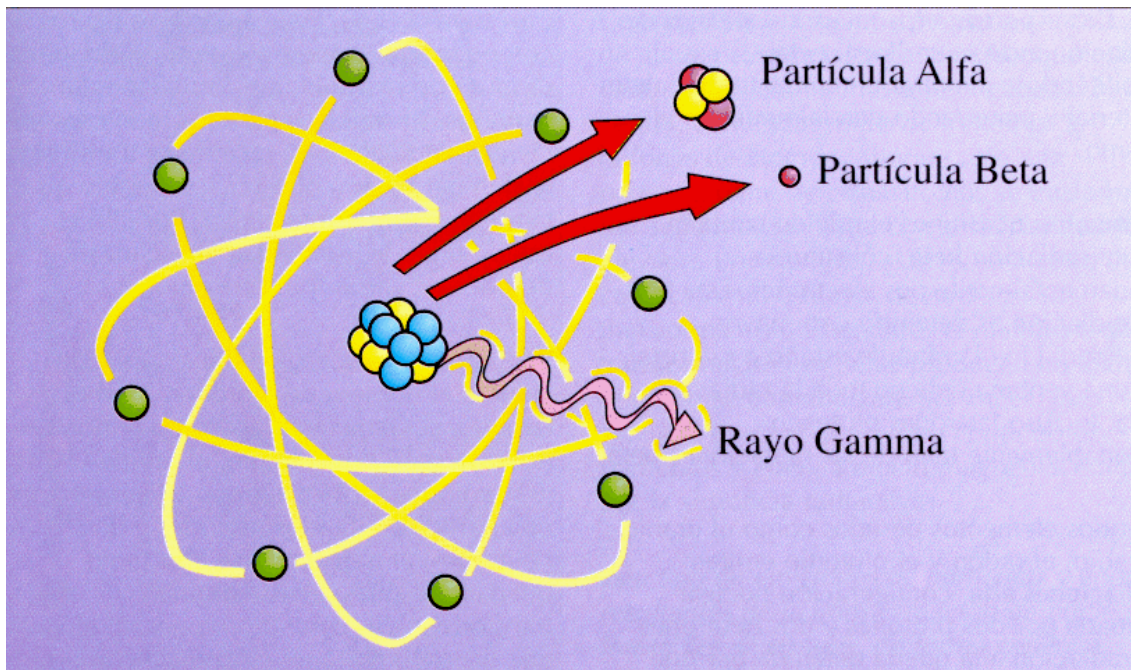
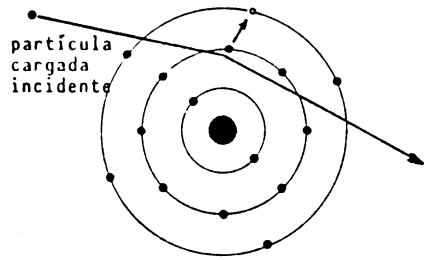
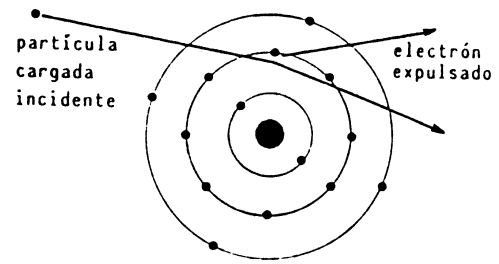


Figura 2.- Emisión de radiaciones ionizantes desde el núcleo atómico. (Sollet, 1997)

a) *excitación atómica.*



b) *ionización.*



c) *emisión de radiación frenado (bremsstrahlung).*

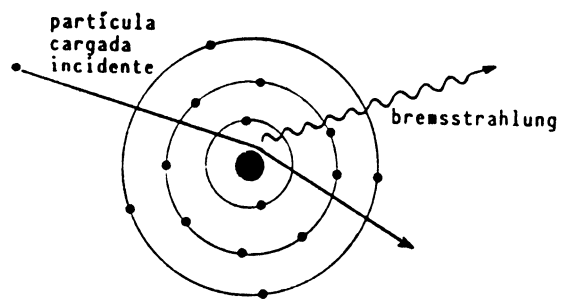
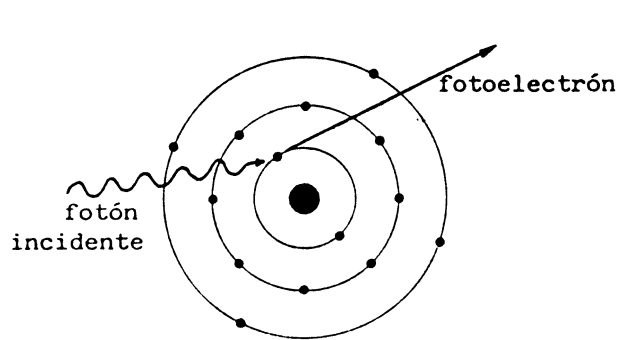
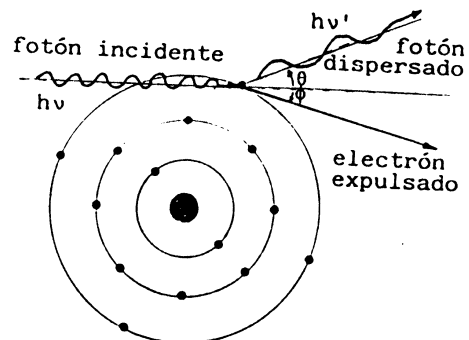


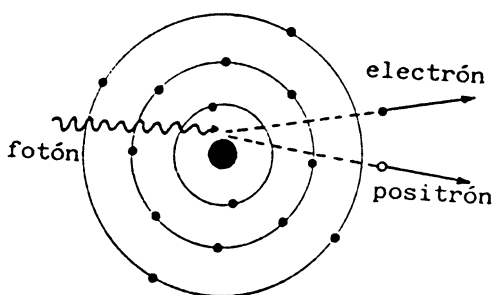
Figura 3.- Esquema de los procesos de interacción de partículas cargadas.



a) efecto fotoeléctrico.



b) efecto Compton.



c) efecto de producción de pares.

Figura 4.- Esquema de los procesos de interacción de los fotones

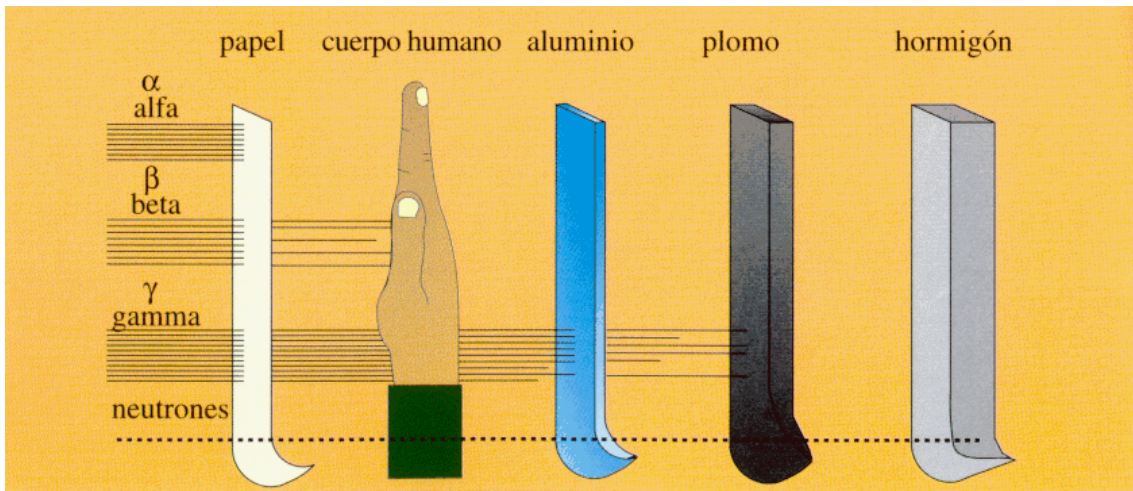


Figura 5.- Capacidad de penetración en la materia de los distintos tipos de radiación. (Sollet, 1997)

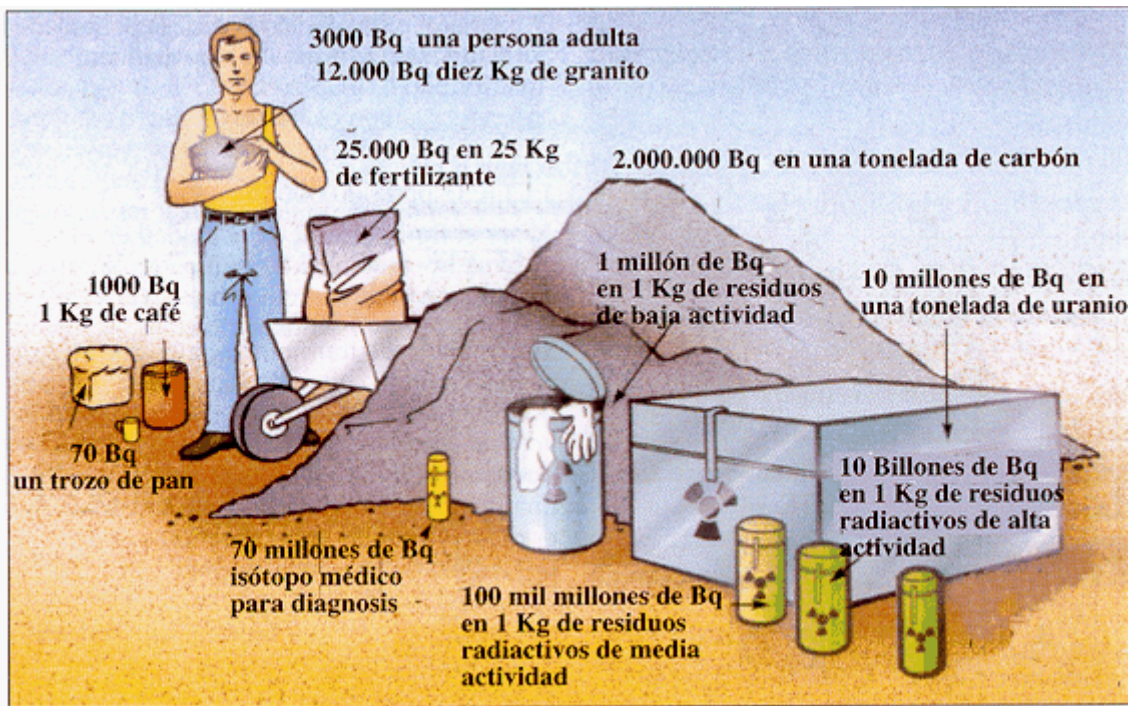


Figura 6.- Contenido radiactivo en Becquerel (o desintegraciones por segundo) de distintos materiales naturales y artificiales. (Sollet, 1997)

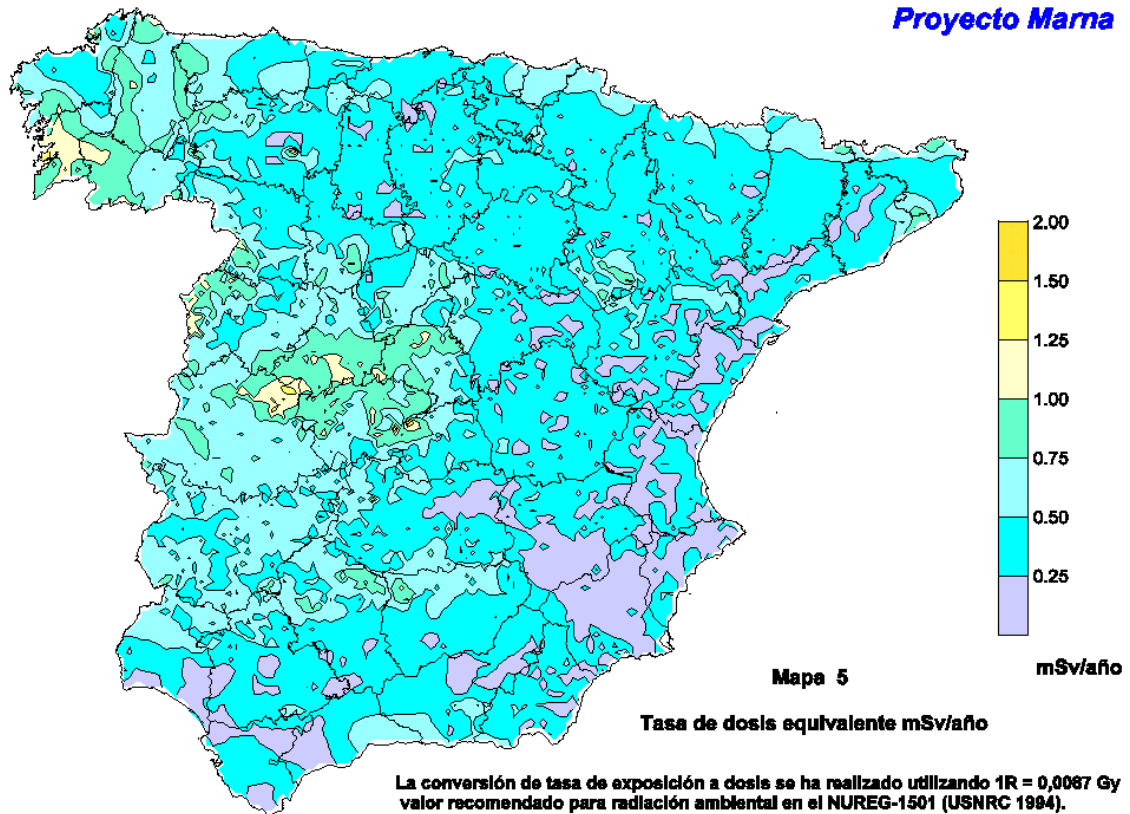


Figura 7.- Mapa de la radiación natural de fondo en España. El Proyecto MARNA, del Consejo de Seguridad Nuclear y la Empresa Nacional del Uranio, ha tenido como objetivo la elaboración del MAPa de la Radiación Natural de nuestro país. En la imagen se muestran los valores de la tasa de dosis equivalente en mSv/año (Fuente: página Web del CSN).

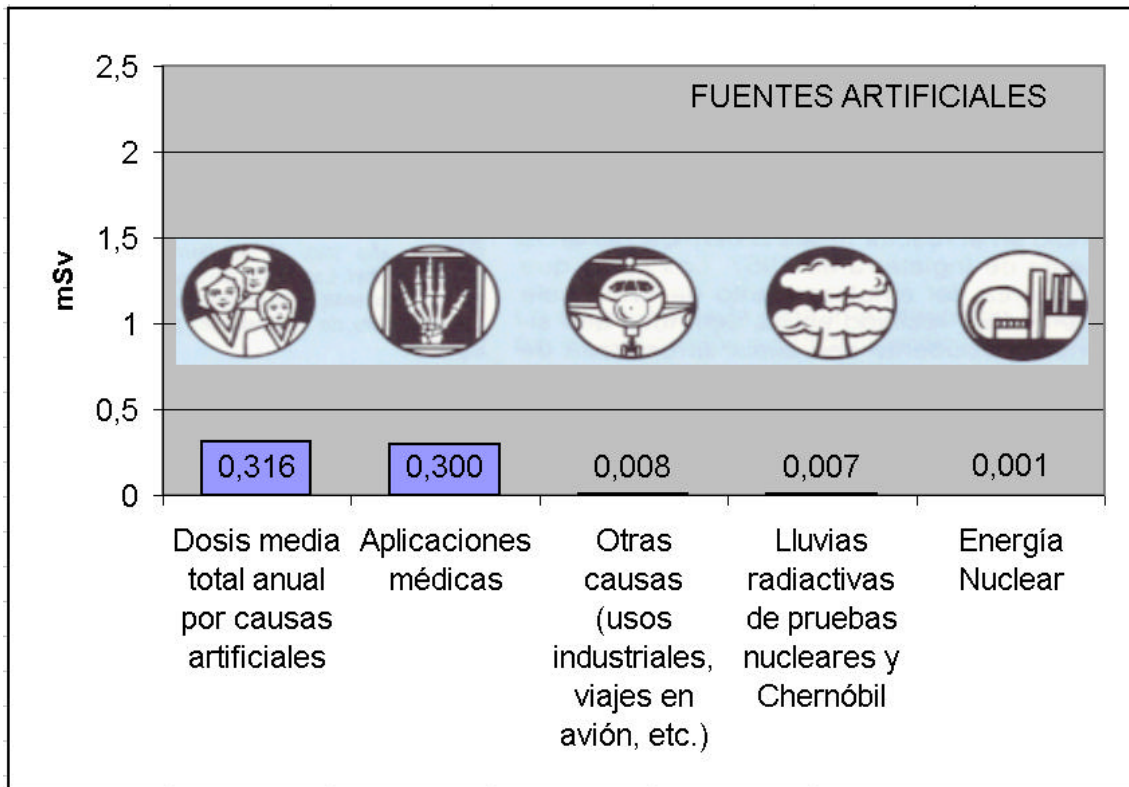
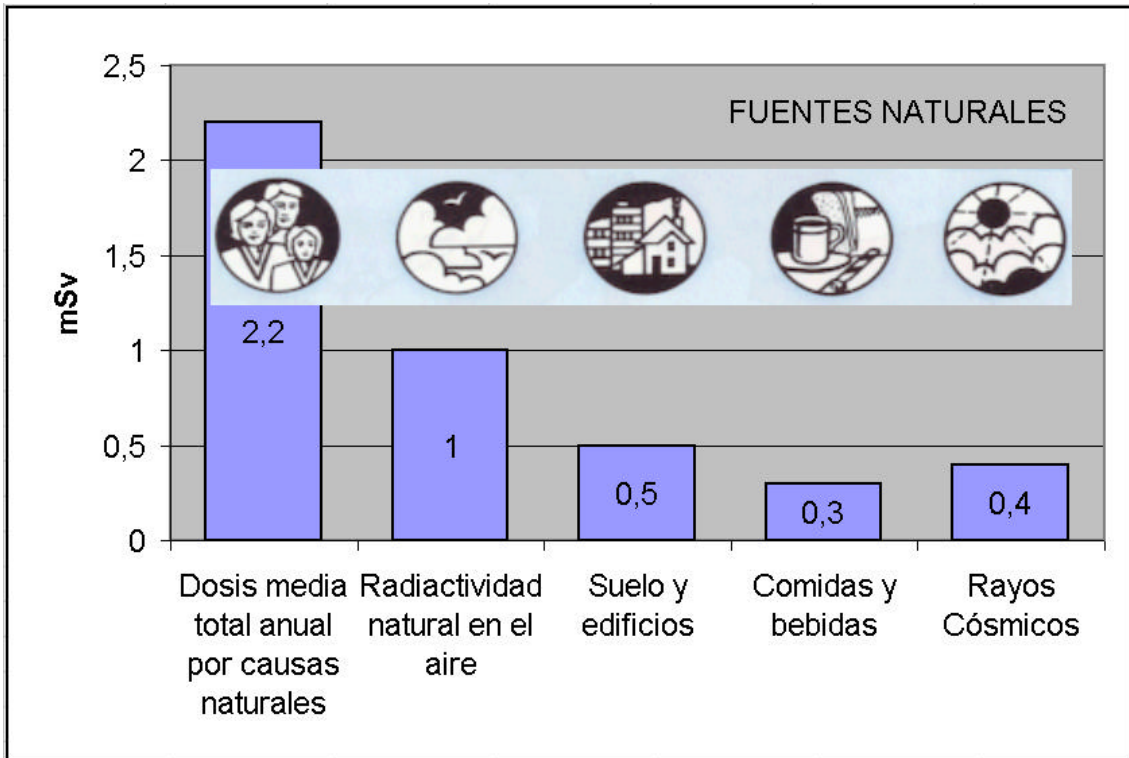


Figura 8.- Contribuci3n de las diferentes fuentes de radiaci3n naturales y artificiales a la dosis media total anual recibida por la poblaci3n mundial (datos de UNSCEAR, 2000).

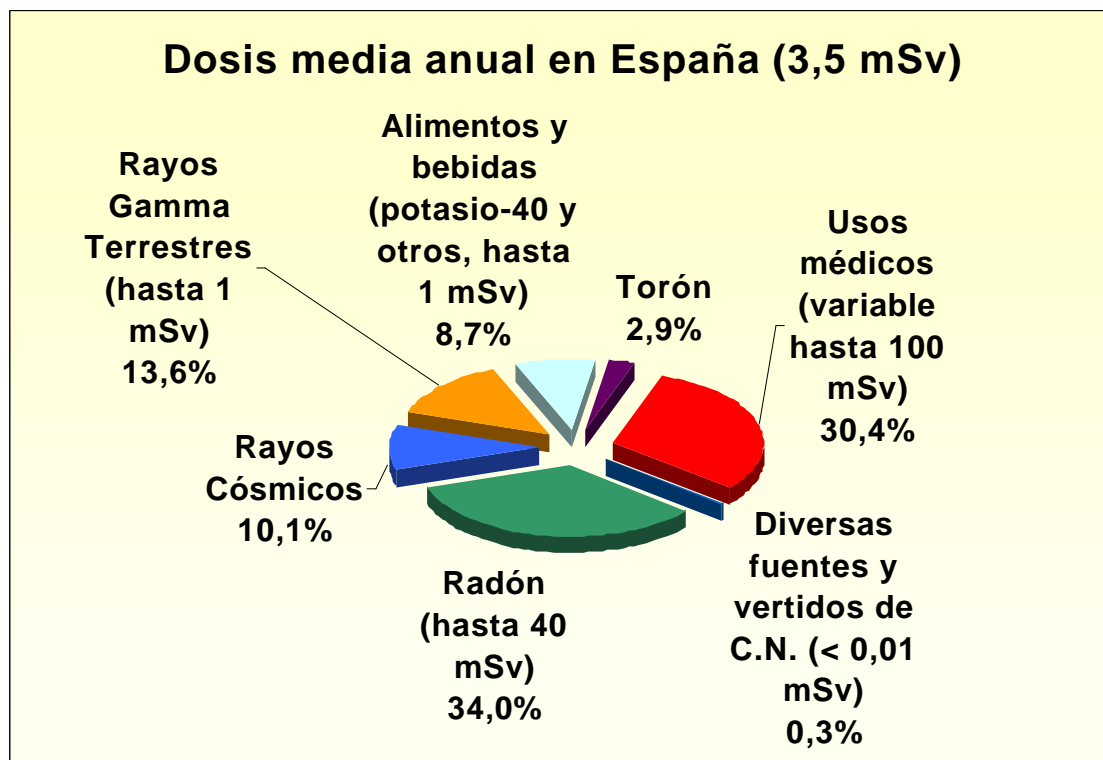


Figura 9 .- Dosis medias anuales recibidas por la población española por todas las fuentes de radiación ionizante. (Datos tomados de CSN, 1992). Como se observa en la figura, la dosis media anual recibida en España es de 3,5 mSv, si bien pueden darse grandes variaciones entre individuos que tengan distintos hábitos, que vivan en distintas zonas con elevada concentración de radón o radiación gamma de fondo, o que se vean sometidos a tratamientos médicos más intensos. La importancia relativa de la dosis producida por otras fuentes artificiales, entre ellas los vertidos de las centrales nucleares, es despreciable frente a dichas variaciones de la dosis recibida en la vida cotidiana.

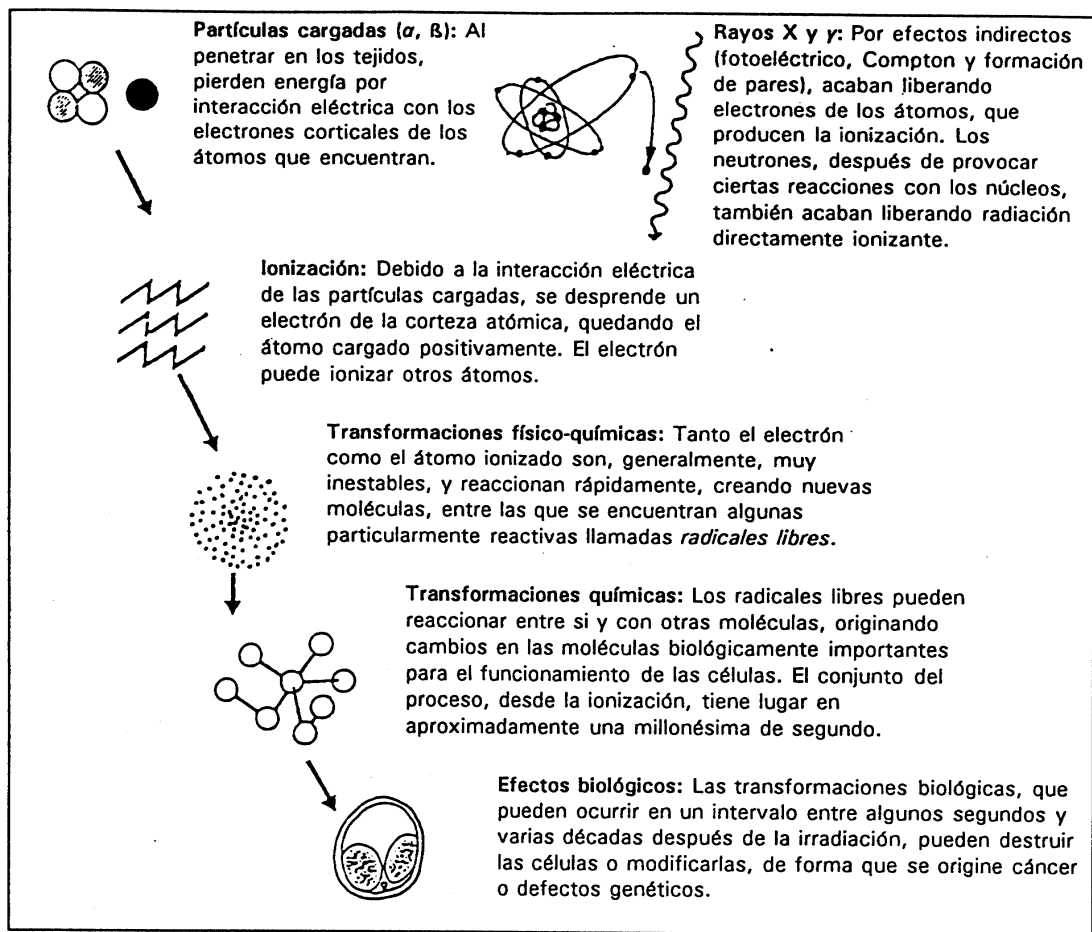


Figura 10 – Representación de los efectos de la radiación ionizante sobre los tejidos vivos.

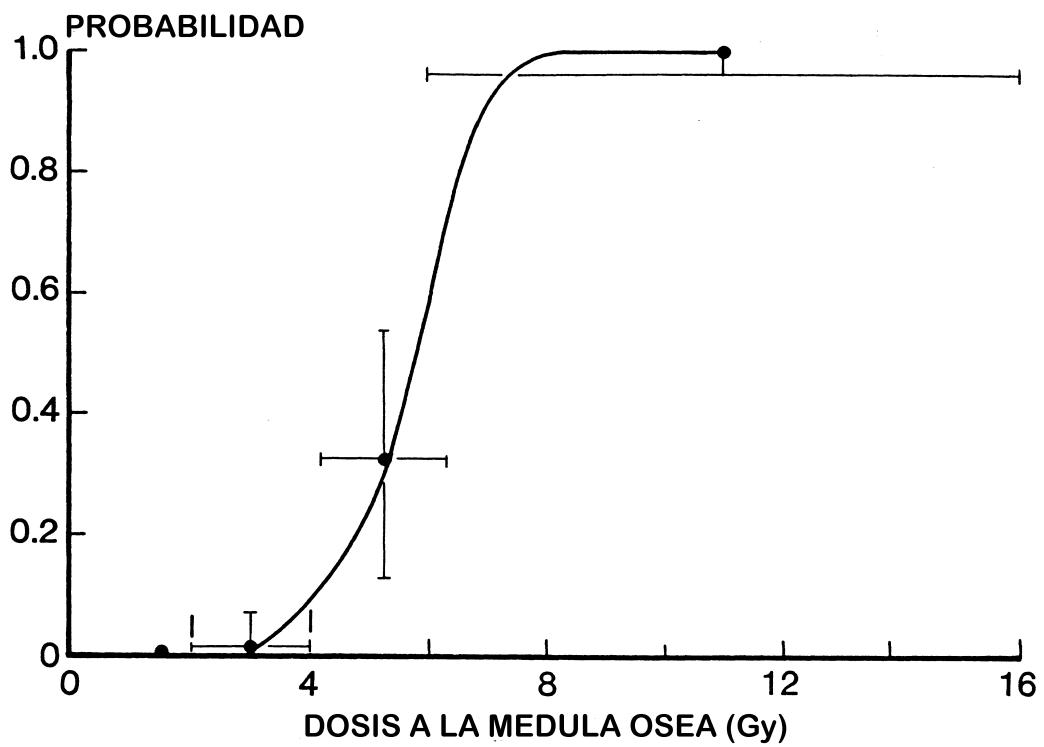


Figura 11.- *Relación dosis-efecto para la incidencia de muertes tempranas, basada en la observación de 115 víctimas del accidente de Chernóbil, tratados en un hospital especializado (NRC, 1993).*

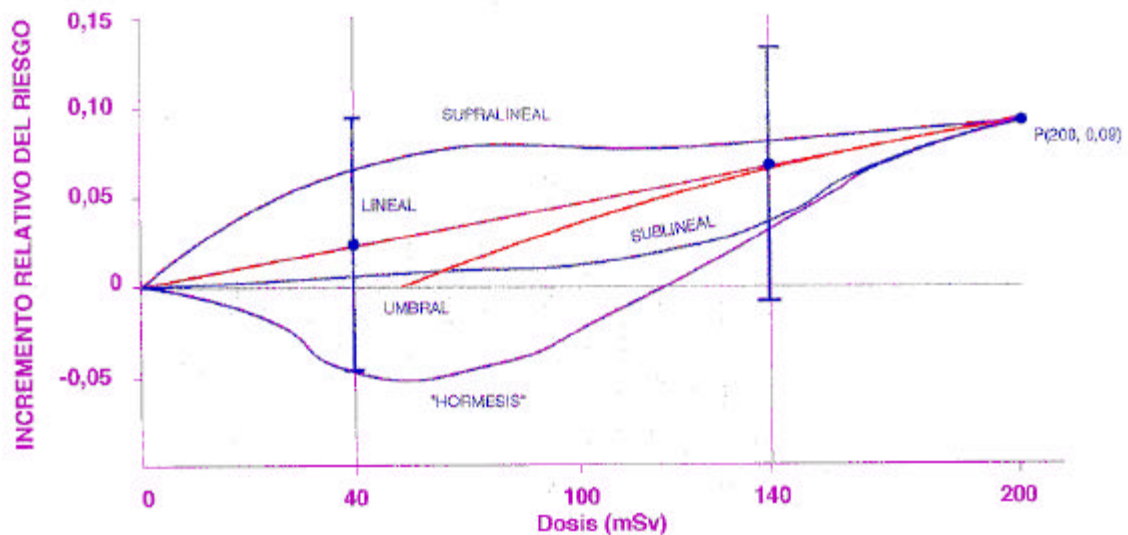


Figura 12.- Relación entre el incremento relativo del riesgo y la dosis. Un problema significativo de la protección radiológica reside en saber con certidumbre suficiente qué relación existe, para dosis bajas, entre el incremento relativo del riesgo, con respecto al natural, de contraer cáncer que experimenta un individuo y la dosis por él recibida. En la gráfica, sin tener valor cuantitativo, se incluyen las cinco hipótesis que han ido surgiendo a lo largo del tiempo y aún se consideran en la actualidad. De entre ellas, la que más se presta y más atención ha recibido desde el lado cuantitativo es la aproximación lineal. En la gráfica, deducida de datos de UNSCEAR94 y basada en análisis de supervivientes japoneses, se da por supuesto que se conoce con suficiente certeza el punto P de la representación - en realidad no es así - en el que se supone que el riesgo natural aumenta en el 9% cuando la dosis recibida es de 200 mSv, lo que corresponde a un incremento relativo del riesgo de 4.5×10^{-4} por mSv. La Comisión Internacional de Protección Radiológica y la mayor parte de las instituciones nacionales consideran que la extrapolación lineal es una hipótesis aceptable, sin que lo avale la observación de la realidad. Las incertidumbres asociadas a los datos disponibles, representados en la figura por una vez la desviación típica, justifican cualquiera de las hipótesis representadas. Nuevos proyectos de investigación actualmente en curso tratarán de aportar datos a tal cuestión. (reproducido de Alonso, 1996).

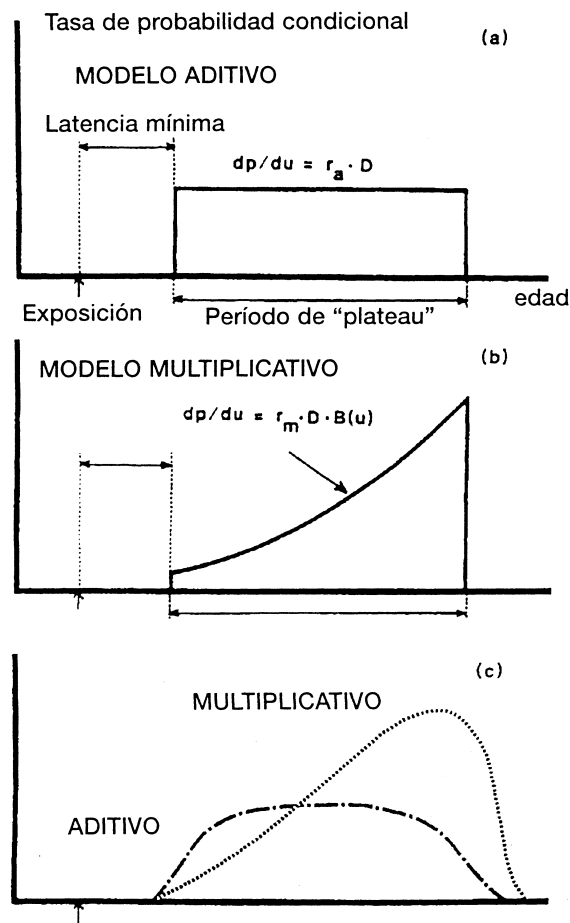


Figura 13.- *Ilustración de los modelos para la distribución temporal de la aparición de cánceres. a) Modelo absoluto o aditivo. El factor de riesgo unitario (probabilidad de cáncer por cada Gy.persona.año) es constante dentro del "plateau". b) Modelo relativo o multiplicativo. El factor de riesgo unitario es proporcional a la tasa natural de muerte por cáncer. Los modelos son una idealización de lo que pueden ser las curvas bajo hipótesis más realistas (c). (ICRP, 1991).*

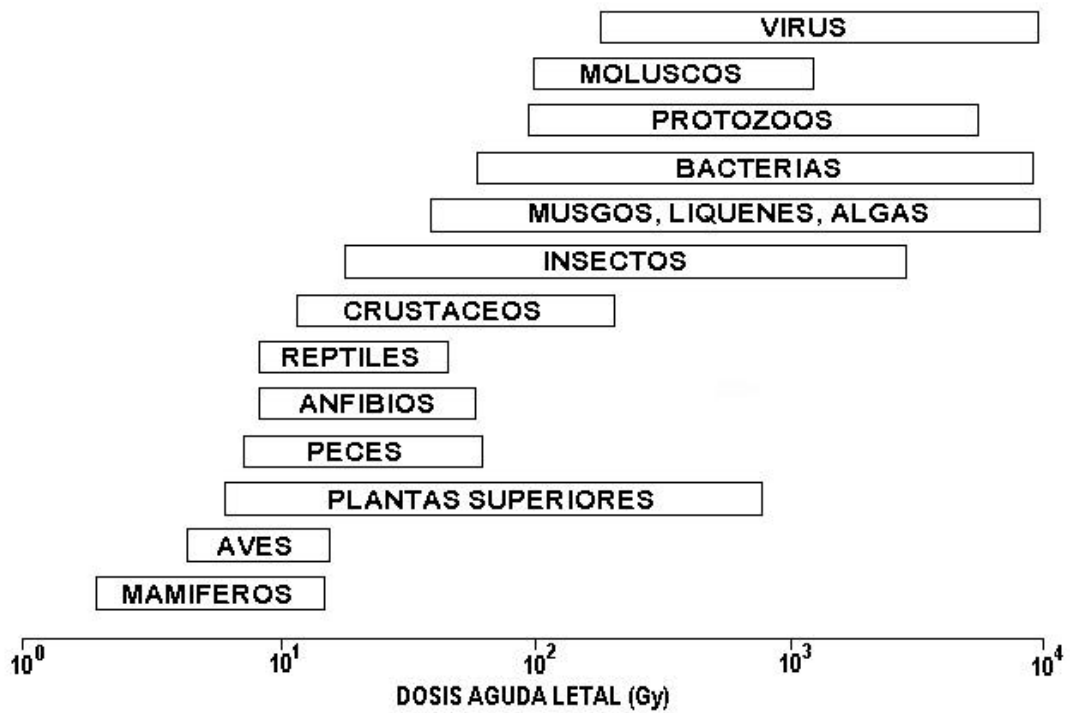


Figura 14.- Tolerancia relativa de diferentes organismos a la radiación ionizante, en términos de dosis absorbida necesaria para causar la muerte del 50% de los individuos en un periodo de tiempo determinado (UNSCEAR, 1996).

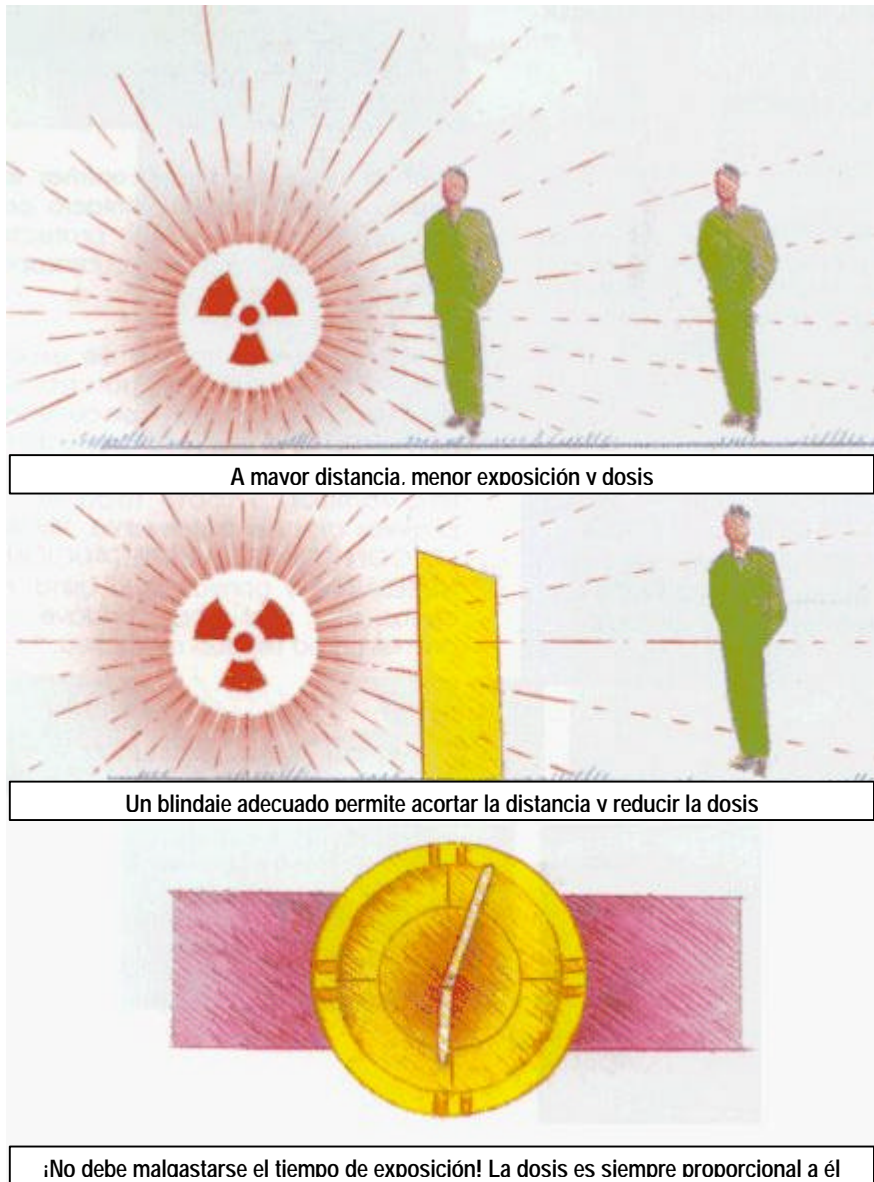
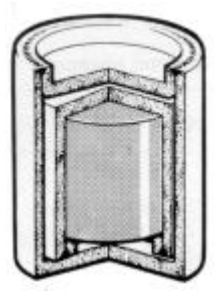
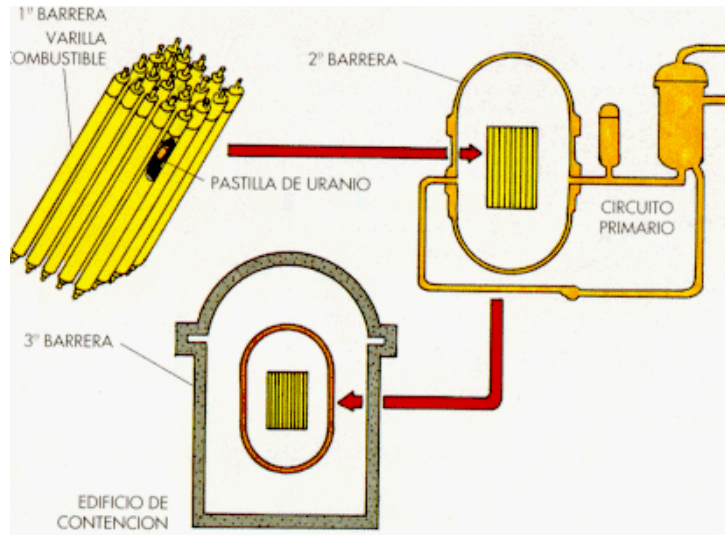


Figura 15.- Distancia, blindaje y tiempo, los tres factores de protección contra la irradiación externa.

a) Fuente radiactiva con doble cápsula.



b) Barreras de protección en un reactor de agua a presión.



c) Centro de almacenamiento de residuos radiactivos de baja y media actividad.

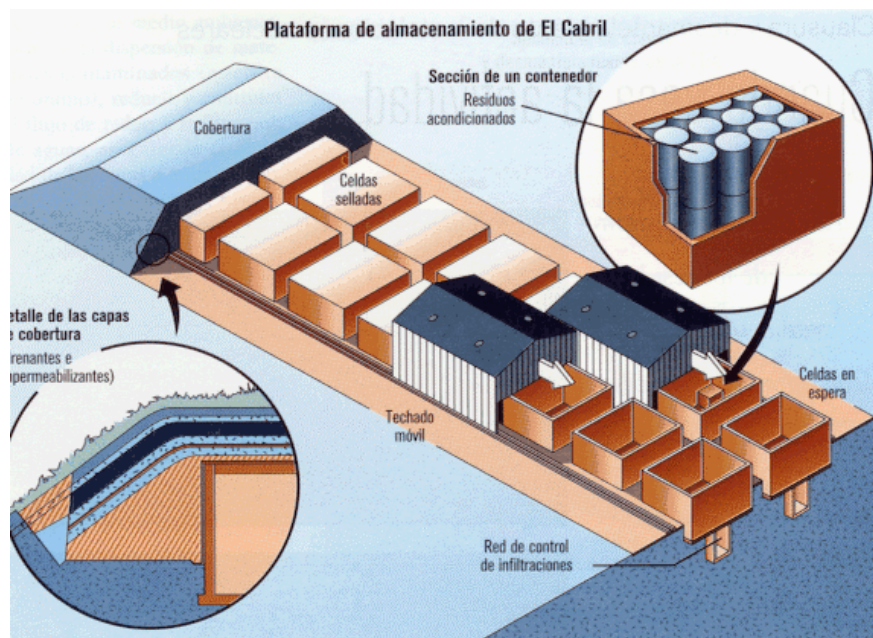
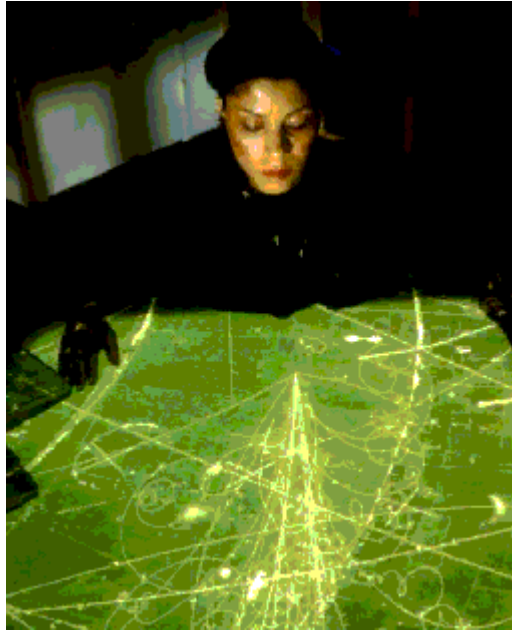


Figura 16.- Algunos ejemplos significativos de la aplicación del principio de confinamiento de las sustancias radiactivas mediante barreras múltiples para evitar la contaminación de las personas y del medio ambiente.

a)



b)



Figura 17.- a) Cámara de burbujas que permite visualizar las trayectorias de las partículas cargadas desviadas por un campo magnético, con una trayectoria dependiente de su carga, masa y velocidad. b) Otros sistemas de detección habituales para protección radiológica: Cámara de ionización. Detector Geiger. Monitor de contaminación, de centelleo. Dosímetro personal de película fotográfica.

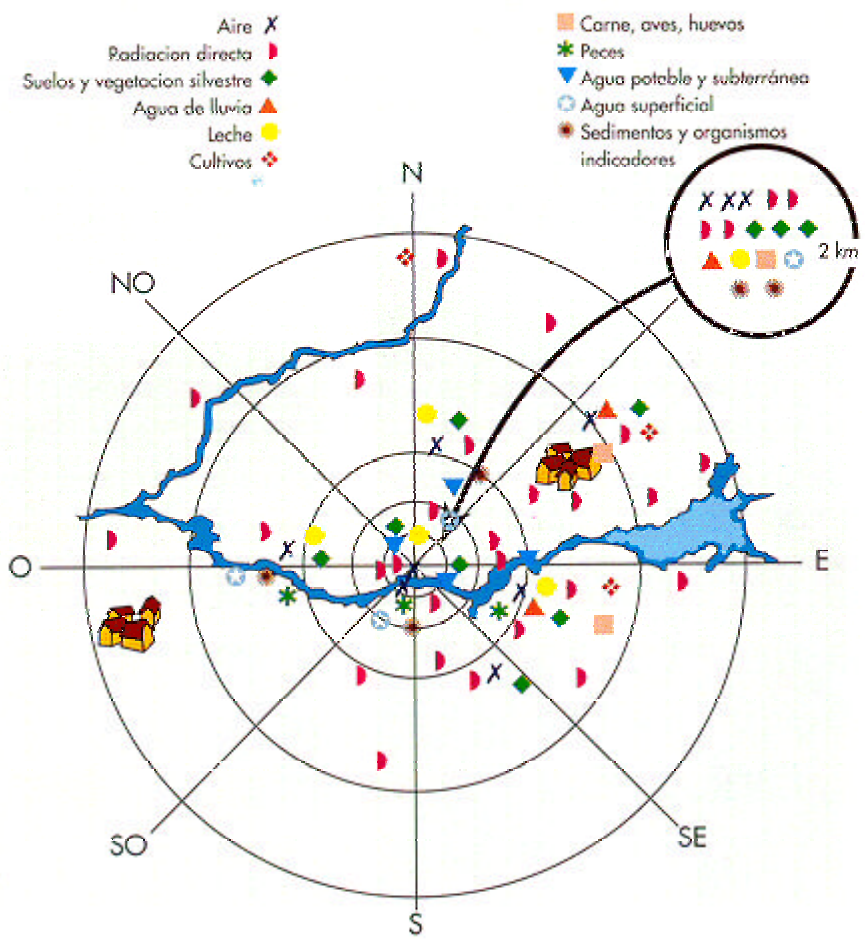


Figura 18.- Esquema de las zonas abarcadas por un Plan de Vigilancia Radiológica Ambiental tipo, así como de los puntos de medida en continuo y de muestreo de la radiactividad en las sustancias ambientales (CSN, 1992c).

Valores de la Red de Vigilancia Radiológica Ambiental (REVIRA)

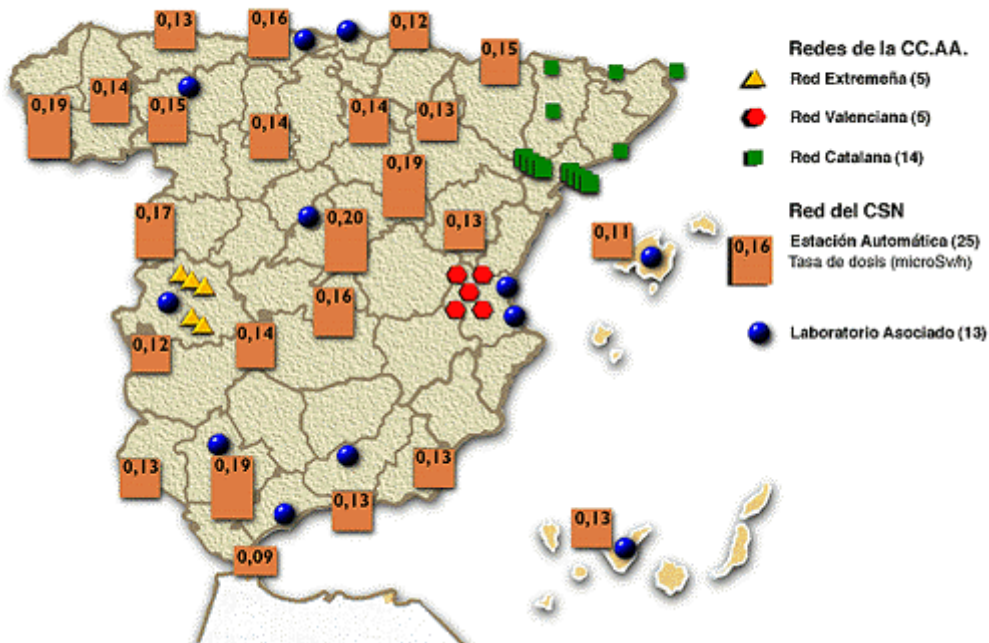


Figura 19.- Mapa de la red REVIRA, con indicación de las estaciones de medida, los valores medios de la tasa de dosis en cada una de ellas, las redes autonómicas asociadas y los laboratorios asociados (tomada de la página Web del CSN).

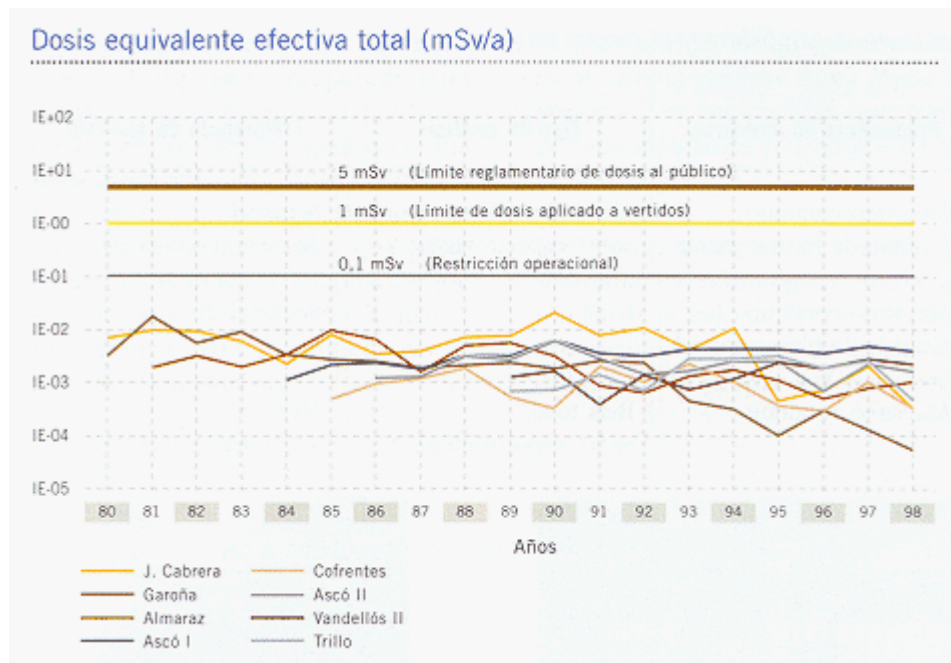


Figura 20.- Dosis efectiva anual causada por la descarga de efluentes de las centrales nucleares españolas en la población más expuesta de su entorno (años 1980 a 1998) (CSN, 1999).



Figura 21.- Algunas de las señales empleadas para la identificación de zonas según sus riesgos en las instalaciones nucleares y radiactivas. Zona controlada es aquella en la que no es improbable recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv por año oficial, o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalentes para el cristalino, la piel y las extremidades, o en la que sea necesario seguir procedimientos de trabajo con objeto de restringir la exposición a la radiación ionizante, evitar la dispersión de contaminación radiactiva o prevenir o limitar la probabilidad y magnitud de accidentes radiológicos o sus consecuencias. Las zonas controladas se pueden subdividir en *zonas de permanencia limitada*, si existe el riesgo de recibir una dosis superior a los límites; *zonas de permanencia reglamentada* si existe el riesgo de recibir en cortos periodos de tiempo una dosis superior a los límites y que requieren prescripciones especiales desde el punto de vista de la optimización y *zonas de acceso prohibido* en las que existe el riesgo de recibir, en una exposición única, dosis superiores a los límites. Zona vigilada es aquella zona en la que, no siendo zona controlada, no es improbable recibir dosis efectivas superiores a 1 mSv por año oficial, o una dosis equivalente superior a 1/10 de los límites de dosis equivalentes para el cristalino, la piel y las extremidades.

**La Seguridad Industrial en una
empresa
de electrónica de defensa**

**Carlos Fernández Fernández
Gerente Corporativo de Tecnología y Calidad de INDRA**

Grupo INDRA

INDICE

1. Introducción	1
2. Objeto	2
2.1. Ubicación externa	2
2.2. Actividad Industrial	2
2.3. Ayuda Exterior	4
3. Metodología	5
3.1. Análisis y evaluación del riesgo	5
3.2. Areas de riesgo	7
3.3. Sistemática de estudio	8
4. Gestión de la Seguridad	12
4.1. General	12
4.2. Observaciones	12
5. Estudio por Areas de riesgo	14

1. Introducción

INDRA, tecnología que responde

Las Actividades de INDRA , con unos ingresos totales en 1999 superiores a los 96.000 millones de pesetas y una cartera de pedidos superiores a los 150.000 millones, abarcan tres líneas de negocio fundamentales: Sistemas de Información y Control, Simulación y Sistemas Automáticos de Mantenimiento y Equipos Electrónicos de Defensa.

Desde el punto de vista de su proyección INDRA es, en estos momentos, un referente clave en el mercado español contando asimismo, con una presencia internacional cada vez más significativa, asentada en sólidos acuerdos y alianzas estratégicas con los líderes internacionales más importantes en el entorno de las Tecnologías de la Información.

Orientación al Cliente

INDRA tiene, entre sus características esenciales, su permanente orientación hacia el cliente. Por ello, toda su oferta y todos sus esfuerzos se encaminan constantemente hacia el conocimiento, cada vez más profundo, del negocio y las actividades de nuestros clientes, para poder ofrecerles de este modo soluciones y sistemas que mejoren constantemente su eficacia y su posición en los mercados.

Este enfoque nos permite, a partir de un número común de capacidades tecnológicas y recursos de elevada cualificación, incrementar constantemente y de manera sustancial nuestra base de clientes y mercados, demandantes de soluciones tecnológicas cada vez más variadas y competitivas. Para ello, INDRA ha intensificado su política de adquisición de empresas, creación de nuevas filiales y apertura de sucursales en el exterior con el objetivo de acercar y particularizar al máximo nuestra oferta a la casuística y realidades específicas del cliente.

Innovación y Calidad

La naturaleza de la actividad de INDRA, unida al deseo de disponer permanentemente de una oferta actualizada y competitiva, ha propiciado la dedicación de unos 30.000 millones de pesetas en los últimos cinco años a la innovación y el desarrollo tecnológico; todo ello con una orientación primordial: incrementar el valor, funcionalidad y calidad de las soluciones ofrecidas a nuestros clientes.

Por otro lado, todo este esfuerzo innovador se ha visto reforzado y complementado a la vez con la implantación en la Compañía de un Sistema Integrado de Calidad y Seguridad Industrial, que responde fielmente tanto a las normas de certificación ISO 9000, como a las nuevas exigencias de las certificaciones PECAL 110 y PECAL 150, de aplicación en el mercado de Defensa.

Recursos Humanos

Uno de los pilares fundamentales de la fortaleza y la posición competitiva de INDRA, lo constituye, sin duda, el Know-how y la experiencia de nuestros recursos humanos compuestos por más de 4.500 profesionales, de los que más de un 75% son técnicos titulados altamente especializados. En esta línea, un objetivo básico de RR HH, sigue siendo dotar a nuestros colaboradores de la máxima capacitación y habilidades profesionales para permitirles, no sólo ir en línea, sino incluso anticiparse a la evolución

del mercado y poder así hacer frente con garantías a los nuevos retos y exigencias que éste plantea.

2. Objeto

INDRA dadas sus actividades y tamaño dispone de varios centros de trabajo dentro y fuera de España.

Los centros de INDRA con mayor actividad industrial son los de Alcobendas, Aranjuez, San Fernando de Henares y Torrejón. Todos ellos disponen de un Plan de Seguridad Industrial autónomo si bien coordinado a nivel corporativo.

Analizada la actividad de cada uno de éstos centros con actividad industrial y a efectos del presente artículo, se ha decidido que es el centro de Aranjuez el que puede ser más ilustrativo, por su solera (data de 1921) y por ser dentro del Grupo INDRA el que más actividad fabril posee.

De modo que todo lo que a continuación se expone se refiere al centro de trabajo de Aranjuez, sede actual de la empresa INDRA EWS (hasta hace poco ENOSA) que en sus inicios era Experiencias Industriales (EISA).

2.1. Ubicación, entorno y accesos

Emplazamiento

La factoría: INDRA EWS del grupo INDRA está enclavada en el casco urbano del municipio de Aranjuez -Madrid próximo al Palacio Real y bordeada por las calles Joaquín Rodrigo -acceso principal- Oropéndola, y Santiago Rusiñol en su parte posterior.

El recinto es cerrado o bien con muro de obra o mediante los muros de alguno de los edificios -almacén, nave de montaje, etc.-. En el interior de la parcela existe una residencia y varios chalets antiguos, separados del área industrial

Existe un bloque de viviendas en la c/. Joaquín Rodrigo que está muy próximo, aprox. 10m. al edificio de Electrónica

Accesibilidad de los servicios exteriores

Las calles circundantes son amplias y en ellas existen edificios de viviendas alrededor. No se observan obstáculos graves que impidan el acceso y salvo que éste se ha de realizar, en condiciones normales, por un solo punto -la entrada-principal el acceso a los edificios en el interior del complejo es bueno, pudiendo realizarse en todos los casos por más de una fachada.

En condiciones de emergencia existen puntos múltiples por los que acceder al recinto, abriendo huecos, utilizando ventanas o saltando la valla.

2.2. Actividad Industrial

Aunque la denominación actual es INDRA EWS, la industria es la resultante de varias fusiones que ha dado lugar a una factoría de alta tecnología militar, por ende, en su mayoría secreta, en la que se producen equipos de optrónica, colaboraciones en proyectos internacionales como el futuro avión de combate europeo, misiles, direcciones de tiro, contramedidas, etc, etc. donde se utilizan

equipos -mecánicos- de precisión, óptica de muy alta calidad, y electrónica-informática de vanguardia.

El complejo industrial da cabida a procesos integrales en la División de Sistemas cuyo activo más importante es la investigación y desarrollo (I+D). Se realiza la investigación, diseño, fabricación, pruebas y montaje de equipos y sistemas de tecnología militar siendo el cliente principal el Ministerio de Defensa español.

De la superficie construida de la factoría se puede estimar que un 40% está dedicada a Ingeniería -oficinas-, un 20% a laboratorios y centros de ensayo y pruebas, un 30% a fabricación y montaje y un 10% a almacenamiento y servicios técnicos y auxiliares.

No se realizan actividades o procesos de alto riesgo. Predomina el uso 'administrativo y de oficinas' ya que muchas secciones de laboratorios o zonas de ensayo y pruebas se pueden asimilar a éstas.

Las salas blancas de fabricación de electrónica, la sala de híbridos y el taller de fabricación y montaje de óptica son ejemplos de áreas de producción limpias de bajo riesgo.

Otras zonas de fabricación son los talleres mecánicos con máquinas herramientas, talleres de cableados, taller de máquinas de control numérico y taller de ajuste son otros tipos de procesos también con poco riesgo intrínseco.

Existe una zona de planchistería y pintura así como el almacén de productos peligrosos -inflamables y la central eléctrica como áreas técnicas de riesgo superior.

Por último en el lateral de la calle Oropendola existe un almacén principal y varios anejos en los que se almacenan todo tipo de materiales necesarios en la planta.

2.3. Ayuda exterior

Corresponde a los bomberos de Aranjuez cuyo parque está situado casi a la vista de la factoría, aprox. a 1 km.

Por lo citado en el punto anterior no se esperan dificultades para el acceso de ayudas exteriores y por tanto su acceso se prevé muy rápido.

No existe convenio de prestación de ayuda mutua con otros entes o industrias próximas.

3. **Metodología**

En este apartado se describe la metodología que se sigue en los trabajos realizados, comienza con la definición de los criterios que utilizados para el análisis y evaluación del riesgo. También se realiza la división en áreas de riesgo y finalmente se establece la sistemática de estudio.

Esta metodología se aplica, de forma fundamental, al estudio por áreas de riesgo ya que está específicamente pensada para realizar el análisis y evaluación del riesgo y sus medios de protección en unidades reducidas con características uniformes.

En la evaluación de accesibilidad, abastecimiento de agua y mantenimiento de los sistemas se sigue una sistemática de estudio similar utilizando como base los formatos de verificación diseñados al efecto.

3.1. Análisis y evaluación del riesgo

Se identifican, evalúan y proponen las medidas correctoras necesarias para controlar el riesgo en la actividad. Se realiza un análisis probabilista con identificación de riesgo posible en cada área, su probabilidad de ocurrencia y las consecuencias previsibles. Se siguen las siguientes etapas en los análisis de riesgos:

3.1.1. Análisis funcional. Recogida de datos

Recopilar y analizar la información de la instalación y su entorno, los datos de interés, al respecto del riesgo analizado, características del sistema (operativas y técnicas) su implantación y entorno. Se utilizan documentos actualizados. Se presta atención especial a los datos:

- Generales:
 - Capacidad
 - Conocimiento del proceso
 - Legislación y reglamentación

- Productos presentes:
 - Combustibles
 - Comburentes/oxidantes
 - Matriz de incompatibilidades

- Funcionamiento:

Descripción del proceso
Esquemas simplificados
Organización del trabajo

- Equipos y maquinaria:

Esquemas detallados
Especificaciones, equipos y maquinaria
Procedimientos de mantenimiento
Matriz de alarmas y elementos de seguridad
Pruebas de los elementos de seguridad

- Medioambiente:

Implantación
Población
Accesos

3.1.2. Análisis cualitativo

Se definen los objetivos a alcanzar con el trabajo, teniendo en cuenta los relativos a:

- Adecuación a la reglamentación y normativa vigente
- Evaluación de los accidentes o incidentes posibles -probabilidad-
- Evaluación de la gravedad –consecuencias-
- Análisis de los sistemas de protección –prevención- y respuesta o lucha contra el accidente-
- Acciones prioritarias para la mejora de la seguridad.

Para el estudio, detallado se descompone el sistema en unidades homogéneas -**áreas de riesgo**- cuyas dependencias o procesos tengan características similares en cuanto al riesgo y a las protecciones existentes o necesarias, y por tanto se puedan analizar conjuntamente.

Para la realización del análisis cualitativo se define el método a seguir y el procedimiento de sistematización que asegure la profundidad adecuada del trabajo y que se tienen en cuenta todos los elementos de riesgo.

3.1.3. Análisis cuantitativo

Se realiza un análisis cuantitativo del riesgo que es, fundamentalmente aplicable a unidades reducidas, o equipos concretos. Existen diferentes métodos como por ejemplo:

- Índice DOW de incendio y explosión
- Evaluación del riesgo Método Grétener
- Evaluación de consecuencias de los accidentes, principalmente con métodos o programas informáticos
- Diagrama de causas-consecuencias, combinando el análisis mediante árbol de fallos y el diagrama de sucesos.
- Otros.

3.2. Areas de riesgo

La evaluación de las condiciones de protección en la factoría se realiza por sectores, áreas o instalaciones (áreas de riesgo) cuyas dependencias o procesos tienen características similares en cuanto al riesgo y a las protecciones existentes o necesarias, y por tanto se analizan conjuntamente.

Las áreas de riesgo establecidas para su estudio se nombran con el número por el cual se conoce al sector, y en el caso de la tercera se unifican varios servicios para su estudio conjunto. Las áreas son:

- 3.- Servicios auxiliares, edificios nº 1, 2, 3, 24, 10, 11, 18, 19, 20, 21, 22 y 23.
- 4.- Edificio Principal. Oficinas generales.
- 5.- Edificio de Talleres y Almacenes.
- 6.- Edificio de Electrónica.
- 7.- Tratamientos Superficiales, Planchistería y Pintura
- 8.- Nave Vieja.
- 9.- Laboratorio EMC y Nave de Cañones.

A estas áreas se aplica la sistemática de estudio que se describe a continuación

3.3. Sistemática de Estudio

En cada área de riesgo se recogen los datos y analizan los siguientes factores que en su conjunto definen el riesgo existente y que está determinado por las características intrínsecas de la actividad en el área y las extrínsecas debidas a influencias externas como mantenimiento, protecciones, etc.

3.3.1. Edificios y estructuras principales

En este punto se recogen los datos más significativas existentes en el área, con sus aspectos constructivos: estructuras, cerramientos, forjados y cubiertas; la sectorización y su continuidad en los huecos de paso de instalaciones y accesos de personas o maquinarias; los aislamientos utilizados en el área, características de falsos techos y falsos suelo

3.3.2. Equipos e instalaciones principales

No se relacionan exhaustivamente los existentes en el área sino sólo aquellos que definen las características de la zona o tienen influencia fundamental sobre el riesgo.

Se recogen los equipos o instalaciones críticas por su peligrosidad o dependencia para la continuidad del proceso, entre otros: las máquinas principales, instalaciones eléctricas, hidráulicas, neumáticas, iluminación general y de emergencia.

3.3.3. Materiales combustibles y otros productos peligrosos

Se presta atención a todos los materiales que puedan arder o facilitar la combustión, (combustibles y comburentes), los almacenamientos, los tipos de productos, cantidad, densidad de almacenamiento, localización en el área, etc. Merecen mención los fluidos oleohidráulicos, combustibles sólidos, líquidos y gaseosos, oxígeno, hidrógeno, productos químicos reactivos, aislamientos de cables, etc.

Es importante considerar los factores agravantes por situación o disposición inadecuada.

3.3.4. Posibles fuentes de riesgo

Se anotan las posibilidades de producción de chispas con origen en: equipo eléctrico en funcionamiento normal (escobillas, interruptores, etc.), accidentales (cortocircuito, defecto en conexiones, roturas, etc.), descargas electrostáticas, rayos; mecánicas producidas en choque entre metales o partículas sólidas calientes procedentes de esmerilado, amolado etc.; y de origen químico (combustión) chispas de chimeneas, partículas incandescentes de la combustión, etc.

Es particularmente importante a este respecto las fuentes de ignición que pueden estar constituidas por usos o trabajos (habituales o esporádicos) con llama abierta como: corte y soldadura de metales, materiales de fumador, cerillas, mecheros, puntas de cigarrillos, máquinas o instalaciones que trabajen con fuego, hogares,

calderas, hornos, calentadores, calefactores, etc. También el calentamiento procedente de diverso origen como rozamiento, fricción, líneas de vapor, equipos o procesos calientes, superficies calientes, calentamiento de equipo conducciones eléctricas, equipo eléctrico o electrónico de alta potencia, calderas, radiadores, etc.

Por último se considera el calentamiento o combustión espontánea: trapos sucios de aceite/grasa, serrín impregnado en aceite, carbones como lignito, turba, etc.

3.3.5. Condiciones críticas de operación

También se consideran los aspectos operativos de la actividad con influencia sobre el riesgo como: presión, temperatura, manipulación de fluidos, líquidos, gases, vapores o polvo; energía, tensión, intensidad, transformación; condiciones de trabajo, orden, limpieza, mantenimiento, existencia y utilización de procedimientos operativos y procedimientos de control.

3.3.6. Clasificación del riesgo

En los puntos anteriores se define con bastante aproximación el riesgo existente en el área. En este punto se realiza la clasificación cualitativa del riesgo y su prioridad de tratamiento con los criterios establecidos en el anterior subapartado. En general se atenderá a los riesgos normales del proceso; riesgos especiales no habituales; daño esperado, tiempo de parada/reposición e influencias consecuenciales.

En general se establece el nivel de riesgo para el área en su conjunto, no obstante en algún caso puede ser conveniente aplicar el criterio a un sector o local concreto del área por sus características especiales o condiciones de criticidad. Se establece un paralelismo entre la clasificación del riesgo y la prioridad de su tratamiento o atención, es decir:

- Riesgo alto.- Prioridad alta
- Riesgo medio.- Prioridad media
- Riesgo bajo.- Prioridad baja

3.3.7. Aparatos, equipos y sistemas de Protección

En este punto se realiza una evaluación completa de los medios materiales de protección del área.

Se recogen los aparatos, equipos y sistemas existentes.

Se definen los criterios de protección aplicables y se comparan con los existentes.

Como consecuencia se emite el criterio sobre su adecuación:

- Válido/adecuado/correcto
- Escaso/insuficiente

- Deficiente/inadecuado/incorrecto.

Se utilizan los datos obtenidos de la aplicación de los formatos de verificación existentes.

El análisis de las protecciones requiere la realización de cálculos justificativos de los sistemas así como cálculos hidráulicos de comprobación del dimensionado de redes de distribución y en su caso los de las propuestas de modificación

Teniendo en cuenta los medios existentes y la clasificación del riesgo realizado anteriormente se proponen medios adicionales basados en reglamentación, normativa de prestigio reconocido o usos de buena práctica de la actividad.

3.3.8. Aspectos favorables

En el estudio de cada una de las áreas se recogen los aspectos o factores que tienen una incidencia favorable para el riesgo de incendio y que por tanto deben mantenerse o potenciarse si cabe.

3.3.9. Aspectos desfavorables

En este punto se relacionan las deficiencias y desviaciones o aspectos desfavorables para el riesgo. Su recogida sistemática se realiza mediante los formatos e instrucciones existentes.

Acciones correctoras

La relación de deficiencias observadas y aspectos desfavorables tiene su propuesta de tratamiento mediante una relación de medidas o acciones correctoras. Esta relación se recoge sistemáticamente mediante los formatos e instrucciones existentes.

4. Gestión de la Seguridad

4.1. General

En INDRA existen estructuras, organizaciones o sistemas definidos para: producción, calidad, mantenimiento, medioambiente, económicoadministrativo-financiero, comercial-ventas, postventa-repuestos, etc.

Cada una de estas organizaciones o sistemas tienen estructuras organizativas, políticas, objetivos, responsabilidades, normas y procedimientos para realizar sus funciones y tienen definidos los medios y recursos para llevarlos a cabo.

En INDRA en materia de seguridad se considera ésta como un sistema más de la estructura empresarial integrada en el Sistema General de Gestión de la Organización.

Por tanto el **Sistema de Gestión de la Seguridad** es aquel sistema estructurado en la propia organización empresarial que define la política y objetivos de seguridad y debe incluir la estructura organizativa, la definición de los recursos asignados a actividades de seguridad, responsabilidades, deberes y obligaciones de los diferentes escalafones; normas, prácticas y procedimientos, así como las actividades para la implantación, seguimiento, control, evaluación y corrección del propio sistema con una actitud de mejora continuada.

Este conjunto de criterios y actividades constituyen, el Sistema de Gestión de la Seguridad Industrial (SGSI), y su implantación en INDRA atiende a tres ámbitos básicos que enmarcan todas las actividades dirigidas a producir/trabajar con seguridad:

- **La Política Empresarial** que define la cultura en seguridad y que soporta todas las actividades dirigidas a conseguir unos objetivos.
- **Las Normas y Procedimientos** que mediante información escrita abarcan todas las actividades esenciales en la empresa y soporta el análisis, mejora y actualización de los procesos.
- **El control, Revisión y Evaluación** que establecen la comunicación necesaria, las actividades de supervisión, educación, motivación, etc. para asegurar la excelencia empresarial.

Este Sistema General contempla entre otros los siguientes aspectos:

- Política de Seguridad
- Evaluación de riesgos
- Programa de Prevención
- Inspecciones, pruebas y mantenimiento
- Gestión del deterioro o debilitación de la protección
- Plan de emergencia

4.2. Observaciones

La vigente ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) establece una serie de principios, deberes y obligaciones al respecto de la seguridad humana con motivo del trabajo.

La LPRL define el marco de referencia y las prescripciones básicas que han de observarse reglamentariamente en la relación laboral. Son destacables los elementos siguientes:

- Política, Principios de la acción preventiva.
- Información sobre los riesgos y los medios de protección y emergencia.
- Formación preventiva al incorporarse al trabajo y con motivo de cambios.
- Evaluación de riesgos.
- Planificación de la acción preventiva (Plan o programa de prevención).
- Medios de emergencia.
- Investigación/Inspección de riesgos potenciales.
- Investigación de incidentes y accidentes.
- Documentación y registros de la prevención.
- Medios humanos. Delegados de prevención, servicios de prevención y comité de seguridad y salud.

En la actualidad, las actuaciones preventivas son prescripciones establecidas por Ley, su no observancia puede dar lugar a responsabilidades administrativas, penales y/o civiles, aún sin que se produzcan accidentes o lesiones. Es, por tanto, que la Dirección (máxima responsable) ha establecido un Sistema de Gestión de la Prevención que asegura que se están tomando las medidas y se siguen los procesos necesarios para conseguir el óptimo grado de seguridad y que se está cumpliendo la reglamentación vigente.

Los departamentos (dirección) de Seguridad conocen la importancia de la seguridad y la entienden como un concepto integrado abarcando los riesgos laborales (para las personas) y los industriales (para el patrimonio) por que el Sistema es de Gestión de la Seguridad en general y no sólo de la Prevención de Riesgos Laborales.

5. Estudio por áreas de riesgo

Como ya se dijo anteriormente, se analizan sistemática y detenidamente cada una de las 7 áreas que componen la factoría y que a modo de recordatorio son:

Servicios auxiliares. area 3

Edificio principal. oficinas generales. area 4

Edificio de talleres y almacenes. area 5

Edificio de electronica. area 6

Tratamientos superficiales planchisteria y pintura. area 7

Nave vieja. area 8

Laboratorio EMC y nave de cañones. area 9

Por cada área se contemplan los siguientes aspectos:

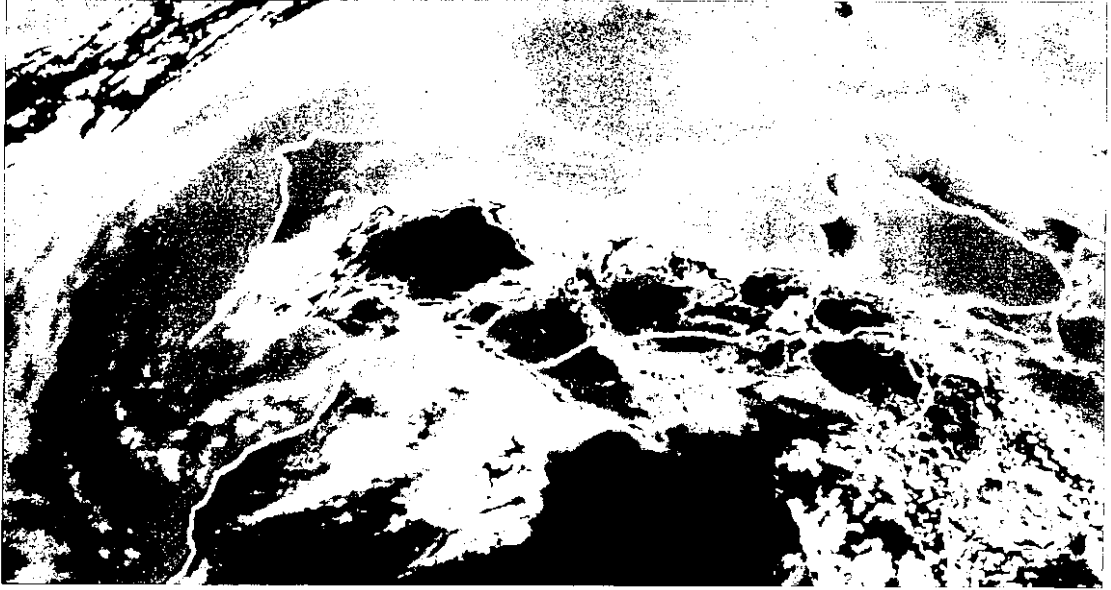
- Edificios y estructuras principales
- Equipos e instalaciones principales
- Combustibles y otros productos peligrosos
- Posibles fuentes de riesgo
- Condiciones criticas de operación
- Clasificacion del riesgo
- Equipos y sistemas de proteccion
- Documentos de verificacion cumplimentados

A modo de ejemplo se adjunta plano general del área 3.

Los resultados de estos análisis trascienden, obviamente, el ámbito de este artículo, entre otros por el carácter confidencial de las actividades, no obstante sí se puede indicar que INDRA en su conjunto e INDRA EWS en particular, no es una empresa peligrosa ni contaminante, que pretende ser siempre respetuosa con el estricto cumplimiento de la normativa en materia de Calidad, Medio Ambiente y Seguridad Industrial.

Sistemáticamente se realiza un seguimiento y se auditan las actividades al objeto de implantar, como ha quedado dicho, las acciones correctoras que se deriven de las desviaciones detectadas.

Sin duda esta es una tarea que redundará en beneficio de toda la sociedad, con la que INDRA está plenamente comprometida.



Sistema de Teledetección vía satélite para el control de los recursos naturales.



Sistema Trayking. Rotización del servicio de *catering*.



Pantalla del visual del Simulador del AV-8B (Harrier) para la Armada Española.

**Aplicación de la legislación sobre
accidentes graves de origen químico en
un proyecto industrial**

Tomás Briñas Martínez
Jefe de Departamento de Gestión de Calidad y Seguridad
Complejo Industrial de Tarragona
Repsol YPF

INDICE

1. Introducción	1
2. Requisitos Legales	7
3. Aplicación a un proyecto	9
4. Conclusiones	19
5. Cuadros	20

1. Introducción

La Industria química. Su papel en el mundo socioeconómico actual. Los peligros asociados a su existencia.

El siglo veinte ha sido testigo de algunas revoluciones, pero sobre todo de grandes evoluciones, en muchos ámbitos de la actividad humana. Ha sido el siglo del colofón del cambio iniciado cientos de años antes, desde una sociedad artesanal a la industrial y de ésta a la tecnológica.

Este cambio ha sido posible, junto a otras causas, al conocimiento de las propiedades de la materia y al aprendizaje de cómo manipularla y transformarla para conseguir otras materias con otras propiedades. Es lo que nos hemos acostumbrado llamar “Ciencia Química”

El paso de “ciencia” a “tecnología aplicada” ha ido acompañado de un crecimiento de las cantidades de las sustancias empleadas para ser transformadas y de la generación de innumerables nuevas sustancias, a un ritmo en muchas ocasiones superior al del conocimiento de las propiedades de los nuevos materiales conseguidos.

De esta evolución no solamente se han obtenido aplicaciones y resuelto problemas no imaginados hace cien años o menos; también han aparecido peligros antes no imaginados.

Sobre estos peligros, también ha sido necesario aprender para que no neutralicen los beneficios que los nuevos materiales conseguidos han aportado a la sociedad actual.

Algo similar, pero con diferencias por otra parte claras, ha ocurrido con la energía nuclear controlada. Industria Química e Industria Nuclear son, hoy día, las fuentes de **riesgos tecnológicos**, así llamados en contraposición a los **riesgos naturales** ante los cuales la humanidad, desde sus orígenes, ha tenido que enfrentarse.

Los métodos que se han desarrollado para evaluar y controlar los riesgos tecnológicos, han contribuido también de forma importante al conocimiento y control de los riesgos naturales.

La economía de escala y la necesidad de reducir los costes fijos y de la energía en la producción de materiales en la industria química, ha conducido a procesos donde se utilizan cantidades muy importantes de sustancias peligrosas y en condiciones que en numerosas ocasiones aumentan su potencial de peligro (Ver cuadro-1).

El conocimiento profundo de la tecnología asociada a los procesos químicos, y las técnicas de identificación de peligros y evaluación de riesgos, hacen posible que en la sociedad actual podamos obtener las ventajas de los avances técnicos sin pagar a cambio el precio, a veces impagable, de las consecuencias de los accidentes.

La necesidad de una legislación para prevenir accidentes graves de origen químico, y mitigar sus consecuencias.

A lo largo de su historia, y en muchos lugares del mundo, la industria química ha registrado accidentes que de acuerdo a los criterios legales actuales, podemos catalogar como graves; es decir, aquéllos que sus consecuencias negativas para las personas, los bienes o el medio ambiente, han ido más allá de los límites del recinto de la propia fábrica donde se han producido.

El de Seveso, ocurrido en 1976 en una planta química de fabricación de pesticidas y herbicidas cercana a la localidad italiana llamada así, es el que ha dado nombre a las Directivas Europeas que pretenden promover y regular la prevención de accidentes graves de origen químico y mitigar sus consecuencias si llegan a producirse.

Pero el accidente de Seveso, no ha sido el único. Nombres como Feyzin , en Francia, San Juanico en Méjico o Bhopal en la India, han recordado, de forma dramática por la pérdida de vidas y bienes, que es necesario controlar la forma de llevar a cabo las actividades de diseño, construcción y explotación de plantas químicas en las que se manejan sustancias peligrosas por encima de un determinado umbral de cantidad, o en unas condiciones de proceso que pueden conducir a consecuencias negativas no admisibles fuera de las propias plantas.

En 1982 la entonces Comunidad Económica Europea adoptó la Directiva del Consejo 82/501/CEE (Directiva Seveso). En 1984 ocurrió el accidente de Bhopal donde una fuga de metil-isocianato causó más de 2500 muertos entre personas que vivían en las inmediaciones de la fábrica, y en 1986 con motivo de un incendio en un almacén de productos químicos en la ciudad suiza de Basilea, el agua empleada para combatirlo se contaminó con mercurio y pesticidas organofosforados, provocando la muerte de medio millón de peces en el Rin.

A la vista de estos y otros accidentes similares, la Directiva Seveso fue modificada parcialmente en dos ocasiones durante 1987 y 1988 para ampliar el alcance y extenderlo a actividades antes no contempladas, como eran las de almacenamiento de productos.

Por último en 1996 se aprobó la Directiva del Consejo 96/82/EC llamada SevesoII. Uno de los principales cambios, no el único significativo e importante, fue la introducción de la exigencia a los industriales de establecer una política de prevención de accidentes graves y un sistema de gestión de seguridad adecuado para desplegar esa política de manera efectiva y eficaz. Este nuevo requisito obedece a las lecciones aprendidas de accidentes ocurridos, en los que ha podido constatarse como causa “raiz” de los mismos la carencia de una política y un sistema de gestión adecuados por parte de los industriales.

El propósito de la SevesoII es doble: Por un lado la prevención de accidentes graves donde estén involucradas sustancias peligrosas; por otro, dado que los accidentes siguen ocurriendo, el propósito es limitar las consecuencias de los mismos teniendo como objeto de protección la comunidad (no sólo las personas, sino también los aspectos ambientales).

Metodologías generales para aplicar la legislación sobre accidentes graves de origen químico en instalaciones existentes y en nuevos proyectos.

Las metodologías básicas deben ser coherentes con los objetivos básicos que persigue la legislación sobre accidentes graves, los mismos independientemente del ámbito europeo, nacional o autonómico en el que los consideremos.

Estos objetivos, como ya se ha expuesto en apartados anteriores son:

- **Prevenir la ocurrencia de accidentes.**
- **Limitar las consecuencias de los accidentes, si llegan a producirse.**

Sin perder de vista en ningún momento lo que se trata de proteger que es la vida y la salud de las personas y la integridad de los bienes y el medio ambiente que pudieran estar afectados.

Por tanto, el método aplicado tiene dos grandes bloques:

- **La identificación de los peligros, el conocimiento de los riesgos asociados a las actividades y la puesta en evidencia de los medios y sistemas necesarios para mantenerlos bajo control.**
- **La planificación de situaciones de emergencia, tanto en el interior de las instalaciones (autoprotección) como en el exterior de ellas (planes de protección civil).**

Existen aspectos del método que, sin pertenecer claramente a uno u otro bloque , son elementos de unión imprescindibles entre ellos: La información a la población, por un lado fomenta el rigor con el que deben acometerse las actividades preventivas y la forma de documentarlas y comunicarlas y por otro es una herramienta determinante del éxito en la resolución de una situación de emergencia.

La planificación del uso del territorio próximo y potencialmente afectado por un accidente en una industria, también condiciona los procesos de determinación, cuantificación y valoración de los riesgos, fomentando su ajuste a situaciones no solo teóricas, sino reales. Por otro lado, la planificación del territorio pretende aportar soluciones permanentes que faciliten la resolución de las situaciones de emergencia.

La situación de partida de la actividad donde debe aplicarse la legislación determina algunos aspectos de dicha aplicación: Debemos distinguir básicamente entre **instalaciones existentes** y **nuevos proyectos de instalaciones**, existiendo también situaciones intermedias, las más frecuentes las de **ampliaciones o modificaciones** de instalaciones existentes.

La aplicación de los criterios legales sobre prevención de accidentes graves en **instalaciones existentes** está condicionada por límites difíciles de salvar en algunos casos, sobre todo en los de instalaciones diseñadas y construidas con anterioridad a 1980; no obstante, en la mayoría de estos casos, los diseños se han mostrado suficientes y las necesidades de ajuste no demasiado importantes.

En España, el Real Decreto 886/88 que adaptaba la Seveso I a la reglamentación Nacional fue desarrollado fundamentalmente durante la década de los noventa. En los primeros años de esta década, sobre todo, y debido a la crisis de negocio en la que estuvo sumida la industria química no hubo demasiados proyectos de nuevas instalaciones. Debido a esta situación, la aplicación práctica de la reglamentación lo fue sobre **instalaciones existentes**.

Sobre una **instalación existente** el objeto fundamental de la aplicación de los criterios legales en su componente preventiva ha sido someter a análisis estas instalaciones para determinar las hipótesis que podrían evolucionar a una situación accidental cuyas consecuencias sobrepasen los límites de la propiedad en mayor o menor grado. El método seguido para ello puede resumirse en el cuadro –2.

Con este método, solamente si se hace un análisis cuantitativo de riesgos, existirán elementos de juicio para considerar si una instalación es suficientemente segura con respecto a criterios de nivel de riesgo individual o social (ver apartado 4), pudiéndose exigir en caso de no serlo, modificaciones que permitan aumentar la seguridad.

En la práctica, estos análisis cuantitativos de riesgos, han sido exigidos en muy pocas ocasiones por parte de las autoridades competentes. A pesar de ello, en numerosas compañías químicas se han efectuado tales estudios por iniciativa propia, conduciendo en los casos necesarios a cambios y mejoras de seguridad de sus instalaciones. Las primeras interesadas en evitar la ocurrencia de accidentes graves son las propias compañías.

A pesar de todo, no es imprescindible disponer de los resultados de la evaluación cuantitativa de los riesgos para poder detectar oportunidades de mejora de la seguridad de una instalación. Del propio proceso de identificación de hipótesis accidentales surge información y orientación sobre qué cambios pueden llevarse a cabo en una instalación para reducir la probabilidad de ocurrencia de esas hipótesis o para tomar medidas que neutralicen sus efectos. La única desventaja sobre el análisis cuantitativo es que no se podrá evaluar en qué grado se ha reducido el riesgo, y por tanto esta reducción podría no ser suficiente.

La dificultad más evidente en la aplicación de esta metodología en **instalaciones existentes** con respecto a su aplicación en **nuevos proyectos** es la posibilidad real de llevar a cabo cambios y mejoras. Esta posibilidad se reduce drásticamente en la práctica debido a los costes que supone e incluso a la imposibilidad física de hacerlos en muchos casos.

Para los **proyectos de nuevas instalaciones**, el método aplicado es en líneas generales el mismo y que se expone en forma resumida en el cuadro-2. Sin embargo, la forma de llevar a cabo la identificación de peligros debe acometerse en etapas adaptadas al estado de desarrollo del proyecto usando diferentes técnicas disponibles en la literatura según se esquematiza en el cuadro-3. Se puede encontrar una descripción de estas técnicas y de cómo aplicarlas en las guías editadas en por la Dirección General de Protección Civil descritas en las referencias dadas en el cuadro-6.

Es de esta forma cómo podrán ser identificadas de forma temprana las salvaguardas tecnológicas necesarias para evitar los peligros y reducir los riesgos. La eficacia de tales salvaguardas se hace máxima, y su coste se minimiza aplicándolas al diseño y construcción de la nueva instalación en el momento que más convenga.

En una simplificación extrema, en el desarrollo de un **proyecto de una nueva instalación** existen, entre otras intermedias, las siguientes etapas:

1-Establecimiento de las bases del proyecto:

- Qué producto o productos quieren obtenerse, y en qué cantidades.
- Qué materias primas son necesarias, y en qué cantidades.
- Qué materias auxiliares y consumos de energía son necesarios.
- Cuales son las fuentes de suministro de materias primas y auxiliares y energías.
- En qué condiciones están disponibles las materias y las energías.
- Cuales son los residuos previstos en la nueva actividad.
- Qué ubicación y qué distribución son las más adecuadas para la instalación y sus sistemas auxiliares.
- Cuales son las reglamentaciones legales generales aplicables a la actividad en materia de seguridad y medio ambiente.
- Etc...

2-Ingeniería conceptual del proceso:

- Establecimiento de flujos de materias primas, auxiliares, productos intermedios y finales.
- Establecimiento de las capacidades de almacenamiento de las diferentes sustancias.

- Cálculo de balances de materia y energía en las distintas etapas del proceso, y establecimiento de las condiciones de presión y temperatura en cada etapa.
- Identificación de los equipos de proceso necesarios para su desarrollo (bombas, compresores, turbinas, reactores, columnas de destilación, hornos, intercambiadores de calor...etc)
- Identificación de los sistemas básicos de control automático del proceso (presiones, temperaturas, flujos composiciones de las diferentes corrientes...etc). Establecimiento de los esquemas de control
- Etc...

3-Ingeniería de detalle de la instalación:

- Definición de las especificaciones de los equipos de proceso (capacidades, características constructivas, especificaciones de materiales...etc)
- Cálculo de los elementos de tuberías, tamaños de tuberías, detalles de los elementos de control.
- Establecimiento de procedimientos detallados de construcción de la instalación
- Acopio de materiales y servicios.
- Etc...

4-Construcción de la nueva instalación

- Explanación de terrenos y obra civil
- Montaje de estructuras de soporte
- Montaje de tuberías y equipos de proceso
- Conexiones eléctricas de equipos e instrumentos de control
- Etc...

5-Recepción de la instalación y puesta en marcha

- Comprobación de adecuación al proyecto
- Pruebas “en blanco” de motores y equipos móviles
- Pruebas de estanqueidad de tuberías y equipos de proceso
- Adición de materias primas
- Etc...

En cada una de ellas, es necesario actuar por la parte del equipo de proyecto encargado de los estudios de seguridad y de la aplicación de las conclusiones obtenidas , para que el resultado final del proyecto sea acorde con los requisitos de seguridad detectados como necesarios para asegurar la prevención de accidentes graves y para minimizar sus consecuencias si llegaran a ocurrir.

Referencias históricas. Accidentes graves ocurridos.

En el apartado A 2 de este capítulo se hacen algunas escuetas referencias a algunos de los accidentes graves ocurridos a lo largo de la historia y en los que han estado involucradas sustancias químicas. Estas son solamente referencias de un conjunto más numeroso que aquí no puede ser tratado con detalle debido a limitaciones de espacio y para no perder de vista el objeto primero de este capítulo.

Sí es conveniente referirse a la existencia de bases de datos donde se recoge información de los hechos accidentales ocurridos a lo largo de las últimas décadas, y que sirven de

referencia para algunas de las etapas del proceso de identificación de peligros y evaluación de riesgos de una determinada instalación.

De estas bases de datos, algunas son de uso libre, siendo internet la vía más habitual para acceder a ellas.

Como ejemplo, pueden usarse los accesos siguientes:

- <http://www.epa.gov/swercepp/tools.html> Mantenido por la agencia para la protección del medio ambiente de Estados Unidos, y que proporciona acceso no solamente a bases de datos de accidentes sino a otros numerosos enlaces relacionados con la prevención de accidentes graves y la gestión de emergencias.
- <http://mahbsrv.jrc.it/cdcir/> Correspondiente al servicio de internet del centro tecnológico de ISPRA en Italia, financiado y promovido por la Unión Europea para el desarrollo de aplicaciones encaminadas al cumplimiento de la Directiva Seveso. En esta aplicación puede accederse a una cantidad muy importante de hechos ocurridos pudiéndose clasificar por productos, efectos, consecuencias...etc.

Existen bases de datos comerciales, de las cuales cabe citar expresamente algunas debido a la extensión de su utilización en el área de evaluación y cuantificación de riesgos industriales de origen químico. La denominada MHIDAS (MAJOR HISTORICAL INCIDENT DATA SERVICE) dependiente de la *Regulatory Authorities Area* del Reino Unido, cuyo acceso puede localizarse en:

<http://www.hse.gov.uk/infoserv/mhidas.htm>

La denominada FACTS, de origen en Holanda, es una de las de más amplia utilización: http://www.mep.tno.nl/wie_we_zijn_eng/orgaanisatie/afdelingen/industriële_veiligheid/software/FACTS_IV_eng.html

Algunas bases de datos (por ejemplo la denominada RIJNMOND) aportan, no solamente una relación de accidentes o fallos producidos en los sistemas ,sino también una estimación de rangos de frecuencia de ocurrencia de los hechos, base fundamental para la cuantificación de las hipótesis de ocurrencia de accidentes y de los análisis cuantitativos de riesgos.

2. Requisitos legales

La Directiva SEVESO de 1982 y la Directiva SEVESO-II de 1996. Aplicación en España.

La directiva Seveso de 1982 ha sido aplicada en España mediante el Real decreto 886/88, completado y modificado después por el real Decreto 952/1990, y desarrollados y detallados por la denominada " Directriz básica para la elaboración y homologación de los planes especiales del sector químico" aprobada mediante resolución de 30 de enero de 1991.

Dado que las competencias de protección civil son de nivel autonómico, en algunas comunidades autónomas se han producido desarrollos reglamentarios adicionales sobre los citados en el párrafo anterior.

La directiva Seveso-II adoptada por el consejo de la Unión Europea en diciembre de 1996, se ha desarrollado para su aplicación en España mediante el real decreto 1254/1999 de 20 de julio, habiendo sido uno de los primeros países de la Unión en llevar a cabo esta adaptación. No obstante está pendiente su desarrollo mediante la modificación y adaptación a los nuevos requisitos de la " Directriz básica para la elaboración y homologación de los planes especiales del sector químico" que por mandato del propio Real Decreto 1254/99 debe ser revisada.

En el cuadro-4 se esquematizan las principales diferencias entre una y otra Directiva y sus desarrollos.

Los nuevos requisitos y su aplicación en la práctica

La nueva Directiva introduce cambios significativos, con respecto a la anterior, de tal forma que plantea un nuevo marco de referencia tanto para la industria, como para las autoridades competentes:

- Política de prevención de accidentes graves.
- Sistema de Gestión de la Seguridad.
- Efecto Dominó
- Ordenación Territorial
- Sistema de inspección.
- Etc.....

La adaptación mediante el RD 1254/99 va incluso más allá en varios aspectos significativos que hacen que probablemente nos encontremos ante un nuevo marco más restrictivo por ahora, que en otros países de la Unión Europea.

Por ejemplo, se incluye en el apartado "*definiciones*" el Real Decreto, la del "*efecto dominó*", a diferencia de la Directiva, que no lo hace. Esta definición sugiere la existencia de una metodología dispuesta para ser aplicada al estar ya en vigor el requisito. Sin embargo, esta metodología no existe de una forma clara; hay sólo intentos de desarrollo de la misma.

Estas ampliaciones de texto, (definición de efecto, etc..) contrastan con algunas reducciones o simplificaciones, como la que se ha hecho al adaptar el punto c) ii) del

anexo-III de la Directiva, en la que se elimina el concepto de “*evaluación de la probabilidad de ocurrencia*” de accidentes graves en el procedimiento de evaluación de sus riesgos.

El control de la urbanización es uno de los aspectos del nuevo marco que va a exigir mayores dosis de rigor en los planteamientos de partida de las evaluaciones de riesgos y cálculos de consecuencias y en la propia aplicación de la ordenación territorial.

Esto exigirá una mayor dosis de rigor para seleccionar, como punto de partida de los estudios de seguridad, unos sucesos básicos creíbles que conduzcan a escenarios realistas, huyendo de los escenarios del horror.

La Directiva en sí misma, y su adaptación a nuestro país plantean una serie de interrogantes que hacen que la visión desde el sector industrial sea de inquietud ante los mismos.

España ha sido el tercer país en adaptar la Directiva 96/88/CE del Consejo.

Esto quiere decir que doce países han ido por detrás de nosotros y, con toda probabilidad, no por ineficacia de la administración, si no más bien por la dificultad de adaptar a la realidad de cada país unos requisitos con tanto calado y con una necesidad tan evidente de entendimiento entre las partes responsables de su cumplimiento.

Los nuevos requisitos de la directiva sobre los efectos dominó y la planificación del territorio exigen buscar criterios más actuales, lógicos y responsables, técnicamente rigurosos y eficaces, pero acordes con los estándares actuales, no con los que pudo haber en su momento, cuando se puso en marcha la Seveso-I hace mas de una década en el caso de España.

Las guías técnicas deberán ser sometidas a un proceso de revisión y adecuación a la realidad actual de los sistemas de diseño, construcción, operación y medios de control, mantenimiento, políticas de seguridad y sistemas de gestión que en cada empresa se estén aplicando. La determinación de hipótesis accidentales y la evaluación de sus consecuencias deben estar adaptadas a éstos criterios y no a los de décadas pasadas.

El papel de las empresas de ingeniería especializadas es importante en el desarrollo de esta adecuación; también lo es el punto de vista de la parte de la administración que debe planificar las actuaciones en situaciones de crisis.

La aportación de la universidad y su capacidad investigadora, si se da, será determinante de la calidad de los resultados. El punto de vista de la industria, es necesario. El rigor, en su mejor acepción del termino, del control que debe ejercer la administración en todo éste proceso es la garantía de un buen resultado final. Pero todos estos factores actuando por separado, nunca podrán conseguir aproximarse a una solución optima para todos. Esto sólo se conseguirá si se este desarrollo se lleva a cabo con la participación de todos las partes involucradas.

3. Aplicación a un proyecto

Características principales del proyecto

En adelante, las referencias que se hacen a la aplicación de los requisitos de la legislación sobre accidentes graves lo serán a un proyecto industrial real que se ha desarrollado durante los dos últimos años.

Las características más importantes del proyecto se presentan de forma esquemática en los cuadros 7 a 10 y podemos resumirlas en lo siguiente:

Se trata de un complejo integrado, concebido para producir una gama completa de productos químicos de base. Dentro del complejo existe una planta de cogeneración de ciclo combinado de 91,4 MW de potencia, con capacidad para alimentar a todos los procesos con vapor y energía eléctrica más un excedente de ésta superior al sesenta por ciento que es vertido a la red nacional. Como servicio asociado más importante hay que citar una planta de tratamiento de aguas residuales que junto a los sistemas de seguridad instalados suponen un diez por ciento de la inversión total que asciende a más de 80.000 millones de pesetas.

El proyecto se ha diseñado para una producción total de 678.000 toneladas anuales de los diferentes productos, cuya distribución es la que figura en el cuadro-9.

Durante su construcción se han empleado un total aproximado de 8 millones de horas/hombre, que sería equivalente al trabajo continuo de 180 personas durante 25 años. Durante su funcionamiento de forma continua supone el mantenimiento de 180 puestos de trabajo directos y 800 indirectos.

Se trata del proyecto industrial más importante en términos de inversión realizada, que se ha desarrollado en los últimos años en España, y del que también cabe destacar que la mayor parte de los equipos e instalaciones han sido fabricados por empresas españolas. Los procesos de ingeniería conceptual y de detalle han durado 30 meses y las obras de construcción habrán durado entre 24 y 30 meses una vez finalizadas en su totalidad.

El estudio de riesgos como base de partida. Metodología general.

El elemento base para el cumplimiento de la legislación sobre accidentes graves es el estudio de riesgos. En la terminología de la anterior versión de la Directiva Seveso y sus desarrollos nacionales y autonómicos, lo que era la denominada "declaración obligatoria de accidentes mayores", ha sido sustituido por lo que la actual legislación denomina "informe de seguridad", complementado éste con la definición de la "política de prevención de accidentes graves" y el "sistema de gestión de seguridad" que el industrial está obligado a adoptar y mantener de forma eficaz. Tanto la declaración obligatoria, como el informe de seguridad, basan su desarrollo y coherencia en el estudio de riesgos.

El Proyecto descrito en el apartado anterior, ha sido diseñado y desarrollado en su mayor parte estando en vigor la anterior legislación por lo que el método seguido ha sido el correspondiente a la "declaración obligatoria de accidentes mayores".

En el cuadro-2 se resume la metodología general seguida para llegar desde la identificación de peligros de la instalación hasta la planificación de emergencias y del uso

del territorio (responsabilidades estas últimas de los organismos competentes). El cuadro-11 resume el núcleo del proceso del estudio, desde la mera identificación del riesgo a la determinación de su magnitud y su comparación con criterios de aceptación, a través de los cálculos de consecuencias y de la frecuencia de los accidentes.

El proceso seguido en el proyecto ha sido una aproximación en tres etapas, descrita de forma esquemática en el cuadro-12. Las etapas I y II constituyen lo que podemos denominar **aproximación determinista**, es decir, la determinación de qué tipo de accidentes son posibles y qué consecuencias tendrían si se produjesen, sin entrar en cual sería la probabilidad de su ocurrencia y del daño producido en su caso; esto último es objeto de la etapa III: **aproximación probabilista** a través de un análisis cuantitativo.

A efectos formales, la documentación presentada a los organismos competentes de la administración como producto resultante del estudio de riesgos del proyecto desde el punto de vista de accidentes graves, se complementó según el procedimiento previsto, con una serie de informaciones previas, referidas a las características de las instalaciones y del entorno donde están ubicadas y con una descripción de detalle del plan de emergencia interior resultante de los riesgos de accidentes graves identificados. Esta información de partida, denominada básica, junto al plan de autoprotección o plan de emergencia interior (P.E.I.), son la referencia para que las autoridades responsables de la planificación de emergencias en el exterior puedan efectuar adecuadamente su labor.

La información básica de partida incluyó detalles de los siguientes grandes apartados:

- Descripción de la zona de influencia de la actividad, con detalles del emplazamiento de las instalaciones, latitud y longitud, municipios vecinos más importantes, elementos geográficos notables del entorno, infraestructuras tales como puertos aeropuertos, ...etc. A esta información se anexó un mapa suficientemente detallado del entorno de las instalaciones y un plano topográfico con una escala suficientemente detallada (1/10.000 o superior)
- Datos de población residente e itinerante, con referencia a las variaciones horarias, localización de elementos de valor histórico, cultural o natural que pudieran verse afectados. Datos sobre naturaleza del terreno, acuíferos, características de cauces de agua, usos de aguas y suelos, meteorología, sismicidad ...etc. Detalles sobre redes de saneamiento, sistemas de depuración e "instalaciones singulares" tales como instalaciones de alta tensión, gasolineras ...etc.
- Descripción detallada del polígono industrial donde se ubica la instalación con referencias a instalaciones próximas de otras empresas; detalles de los haces de tuberías de interconexión entre ellas con datos concretos de productos trasegados, caudales, presiones, temperaturas, diámetros,... para cada tubería. También se describió con detalle el pacto de ayuda mutua existente entre la empresas y otras empresas de polígono, para caso de emergencia.
- Identificación y datos relevantes, para el objeto del estudio de riesgos, de la instalación objeto del proyecto: Materias primas y auxiliares utilizados y productos obtenidos, resumen descriptivo de los procesos de fabricación debidamente separados por secciones, especificaciones de los depósitos de almacenamiento de las sustancias clasificadas a efectos de la legislación sobre accidentes graves, detalles de bandejas de tuberías y conducciones propias de la instalación o de interconexión con indicación de las condiciones de presión temperatura y caudal en los puntos de entrada y salida de la instalaciónetc.

- Colección de fichas de seguridad de todas las sustancias y productos peligrosos que se manejan en la instalación. Estas fichas contienen datos para cada sustancia sobre su identificación y propiedades físicas, químicas y de toxicidad. Estos datos son los que se utilizan en los procesos de cálculos de consecuencias de accidentes. También se aportan referencias sobre riesgos para el hombre y para el medio ambiente y una descripción de los procedimientos de actuación en caso de vertido, fuga accidental o incendio, donde se hace referencia a los medios de protección personal y neutralización que sería necesario utilizar en estos casos.

En cuanto al Plan de Emergencia Interior, éste identifica los accidentes que justifican su actuación de acuerdo a los resultados del estudio de riesgos, establece los procedimientos de actuación para cada supuesto y define de forma clara la organización de emergencia: Jefatura y Equipos de Intervención. También establece con detalle las interfaces con el plan de emergencia exterior, detallando los procedimientos de notificación a las autoridades y de comunicación durante la emergencia. En la documentación que recoge el plan de emergencia interior se relaciona el inventario de medios para la lucha contra la emergencia (redes de agua contra incendios, vehículos contra incendios, equipos de protección individual...). Por último, el plan describe de qué forma se asegura su operatividad y cómo ésta permanece con el tiempo (programa de difusión del plan y entrenamiento del personal involucrado, revisiones periódicas, programa de simulacros y ejercicios...etc)

Este conjunto de documentos cuyo núcleo es el estudio de riesgos, fue elaborado de forma coherente y coordinada con el desarrollo global del proyecto, obteniéndose la versión oficial para entregar a la administración con tiempo suficiente para poder cumplir el requisito impuesto por el Real Decreto 886/88 que establece su entrega con una anterioridad mínima de 6 meses antes de la puesta en marcha de las nuevas instalaciones.

Aproximación determinista: Detección de posibles accidentes y evaluación de sus consecuencias. Métodos aplicados.

La primera tarea a llevar a cabo para efectuar el estudio de seguridad de una instalación o de un proyecto de instalación es la **identificación del riesgo**. Es decir, determinar qué tipo de accidentes son posibles en la instalación. Para ello, una vez más se acomete un estudio por etapas desde más elementales a más sofisticadas, para finalmente seleccionar una serie de hipótesis representativas de los accidentes tipo a considerar en las partes siguientes del estudio.

En el caso objeto de este capítulo se llevó a cabo un **estudio de riesgos preliminar** durante el tercer trimestre de 1996, ésto es, en una época en la que el proyecto se encontraba en su etapa de diseño conceptual. El objeto de este estudio de riesgos preliminar fue recopilar toda la información básica necesaria para definir los requerimientos de seguridad higiene industrial y medio ambiente aplicables a la actividad.

Se partía de los estudios de riesgos efectuados con anterioridad sobre una instalación similar pero de tamaño 2,5 veces menor existente en la misma empresa, en una ubicación geográfica diferente. Los estudios sobre la instalación existente alcanzaban desde un análisis histórico de accidentes, un análisis sistemático del índice de incendios y explosiones mediante la técnica denominada "índice de dow", estudios "hazop", estimación de consecuencias, cálculo de frecuencias mediante el estudio de árboles de fallos y eventos, hasta los cálculos de vulnerabilidad y cuantitativo del riesgo. Con esta base, el

objeto del trabajo de evaluación preliminar fue validar las conclusiones obtenidas en la instalación existente, para las características y el tamaño del nuevo proyecto.

Partes importantes de esta etapa del estudio fueron, por un lado la actualización de datos de las sustancias peligrosas involucradas, y por otro la **consulta de datos históricos de accidentes** de forma específica para cada sustancia y en cada condición, de proceso o de almacenamiento. También se reflejaron en la documentación, y formaron parte de las bases de partida algunas referencias de accidentes especialmente significativos por su gravedad o por las circunstancias en las que se produjeron, que aportaron criterios al diseño conceptual que en ese momento se estaba llevando a cabo. Como resultado de esta etapa, entre otros, se obtuvieron una serie de criterios básicos de diseño que afectaron entre otros a:

- Diseño de juntas para bridas entre tuberías y equipos
- Diseño de sistemas de toma de muestras
- Sistemas para drenaje de equipos de proceso, incluyendo drenajes de agua de depósitos de gases licuados
- Características de soportes de recipientes y venteos, para prevenir situaciones de llenado total.
- Protecciones pasivas contra incendios de recipientes y estructuras metálicas
- Válvulas de aislamiento de emergencia con bloqueo automático por fuego
- Diseño de recipientes para baja temperatura
- Protecciones de recipientes ante vacío
- Etc...

Una de las herramientas más potentes para la identificación de riesgos durante el diseño de una instalación es la técnica de análisis denominada HAZOP (Hazard and operability study). Esta técnica además aporta información muy valiosa sobre la operatividad de la instalación no solamente desde el punto de vista de seguridad, si no del de producción, versatilidad, capacidad de respuesta ante desviaciones ...etc. Se trata de una técnica cualitativa por la que mediante un análisis sistemático de la instalación o su proyecto, permite identificar sus puntos débiles, y por lo tanto las hipótesis de accidente más significativas. Además, lo que es más importante, aplicada en el momento adecuado del diseño, permite detectar puntos de mejora que aumentan la seguridad y por lo tanto conducen a una menor probabilidad de ocurrencia de hipótesis que podrían evolucionar a un accidente grave.

El método HAZOP, que tuvo su origen en la compañía química británica I.C.I. (Imperial Chemical Industries) en 1963, se basa en las técnicas del análisis crítico y consiste básicamente en seleccionar una serie de "nudos" de la instalación, donde se analizan las posibles desviaciones de las variables del proceso, tales como temperatura, presión, nivel de líquido, caudal, composición...etc. Las desviaciones se analizaron de forma sistemática para cada una de las variables, en cada nudo, utilizando una lista de palabras guía. Las palabras guía utilizadas fueron: NO, MÁS, MENOS, OTRO e INVERSO, que definen cada tipo de desviación.

Así por ejemplo, para un determinado nudo se pueden dar las siguientes desviaciones a analizar:

MÁS TEMPERATURA
MENOS TEMPERATURA
MÁS PRESIÓN
MENOS PRESIÓN
OTRA COMPOSICIÓN
FLUJO INVERSO
MÁS NIVEL

MENOS NIVEL

Para cada desviación se documentaron los siguientes aspectos:

- a) causas posibles que provocan la desviación
- b) consecuencias que pueden producirse, en relación con las posibles causas
- c) respuesta del sistema ante la eventual desviación. Elementos del sistema que permiten detectar lo ocurrido o contrarrestar los efectos. Elementos de control, alarmas...etc
- d) acciones recomendadas para evitar la ocurrencia de la desviación o disminuir las consecuencias
- e) comentarios para aclarar o complementar todo lo anterior

Es evidente que muchas de las desviaciones detectadas como posibles no conducen a un problema de seguridad, pero sí de operación y como tales fueron incluidas en el análisis. También es evidente que muchas de las recomendaciones resultantes pudieron aplicarse sobre el proyecto de una forma relativamente sencilla al haber surgido como consecuencia del análisis en el momento adecuado del desarrollo de dicho proyecto.

Una etapa crítica en el estudio HAZOP es la selección de nudos donde aplicar el análisis. Para ello previamente, la instalación fue dividida en subsistemas lo suficientemente homogéneos en función y características. Una vez hecha esta división se eligieron los puntos (nudos) de la instalación donde se producen o pueden producirse variaciones significativas de las variables de proceso a considerar en el estudio

Otro aspecto crítico del proceso de análisis es la idoneidad del equipo que acomete el estudio. El equipo debe ser multidisciplinar y experimentado, no solamente en la aplicación de la técnica de análisis sino también en los diferentes aspectos de la instalación o proyecto que se está analizando. En el caso que nos ocupa, el equipo estuvo formado permanentemente por:

Un coordinador experimentado en el uso de la técnica HAZOP

Un ingeniero de procesos

Un responsable de operación

Un técnico de seguridad

Un ingeniero de mantenimiento

Además, en los momentos precisos, se incorporaron al equipo técnicos de otras disciplinas cuando fue necesario durante el proceso de análisis.

En el proyecto descrito en este capítulo el análisis HAZOP se llevó a cabo en un total de 53 sesiones de trabajo celebradas entre diciembre de 1997 y febrero de 1999. El total del proyecto fue dividido en 13 secciones o unidades, cada una de las cuales a su vez fue subdividida en subsistemas hasta un total de 53. El número total de nudos analizados fue de casi 400, y el número de recomendaciones resultantes de 900, la mayor parte de las cuales se han ejecutado durante la construcción de las instalaciones con anterioridad a su puesta en servicio. La documentación de los resultados del análisis ha ocupado un total de 1250 páginas. El número de horas/hombre dedicadas al estudio fueron casi 3400.

Sobre la base de los estudios preliminares citados, la información obtenida del estudio de datos históricos de accidentes ocurridos y los resultados del análisis HAZOP, se seleccionaron un total de 48 hipótesis de accidentes a considerar en las partes siguientes del análisis de riesgos. En este punto, fue crítico para que la selección de hipótesis resultara equilibrada, elegir aquellas que podían considerarse más representativas y más coherentes con los medios de detección y protección previstos en el proyecto; no es recomendable elegir las que a la vista de los sistemas de seguridad y generales de proyecto aparezcan como de ocurrencia remota, en detrimento de otras cuya ocurrencia sea más probable.

Una vez establecidas las hipótesis de accidentes a considerar, el estudio de riesgos se centró en el análisis de consecuencias de cada una de ellas.

Para efectuar el análisis de consecuencias fue preciso establecer unas bases sobre las cuales acotar una serie de posibilidades de evolución de los sucesos iniciadores. Tales bases fueron, por un lado los datos meteorológicos a emplear en los cálculos de evolución de los sucesos, y por otro los denominados "criterios generales empleados" que fijaron:

- ❖ tiempos de fuga en función de los sistemas de detección y actuación a distancia que preveía el proyecto
- ❖ tipología de las roturas de tuberías que se suponen,
- ❖ modelos de cálculo empleados para predecir la evolución de nubes tóxicas o inflamables o mecanismos de evaporación de charcos formados por derrame de las sustancias,
- ❖ valores umbral de radiación térmica, sobrepresiones y concentraciones de productos tóxicos resultantes de los accidentes, de acuerdo a los cuales se establecen las zonas de intervención y de alerta en una emergencia

No es objeto de este capítulo profundizar en los diferentes modelos de cálculo disponibles para efectuar los análisis de consecuencias de accidentes graves. Existen referencias suficientes en las guías técnicas citadas en el cuadro-6. También, en las guías técnicas editadas por la Dirección General de Protección Civil referidas en el cuadro-6, se dan pautas para fijar criterios generales de base para proceder al análisis de consecuencias en el estudio de seguridad.

En cuanto a los valores umbral de los efectos de radiación térmica, sobrepresión y toxicidad que determinan las zonas de intervención y alerta (ver cuadros-13 y 14) en una emergencia, estos criterios están fijados en la "Directriz Básica para la Homologación de los Planes Especiales del Sector Químico" citada en el apartado B-1 "requisitos legales", de este capítulo.

Para los valores de temperatura ambiente, humedad relativa, velocidad del viento y categoría de estabilidad atmosférica empleadas para los cálculos, fue necesario justificar su adopción de forma coherente con las condiciones meteorológicas habituales y frecuentes en la zona donde se ubica la instalación objeto del proyecto. Para ello fue necesario recurrir a datos de un observatorio meteorológico reconocido y fijar las condiciones de forma justificada. En cuanto a la estabilidad atmosférica y la dirección del viento, se efectuaron los cálculos tanto para la condición más probable como para la más desfavorable en los casos de fugas tóxicas y nubes de gas inflamable.

En cualquier caso, el estudio de riesgos debe documentar de forma expresa y clara cuáles han sido los criterios básicos empleados en el cálculo de consecuencias. Una vez fijado esto, se procede a describir con detalle los datos concretos de cada hipótesis y a calcular los alcances de los efectos hasta sus valores umbral.

Una vez calculadas todas las distancias en metros, del alcance donde los efectos sobrepasan los valores umbrales establecidos, se procedió a seleccionar en cada hipótesis aquel efecto que alcanzaba mayor distancia. Se representaron las áreas potencialmente afectadas mediante círculos con centro en las coordenadas del equipo o lugar de la instalación donde se establece la hipótesis accidental y radio los alcances máximos obtenidos para las zonas de intervención y de alerta. Esta representaciones se realizaron sobre planos suficientemente detallados del área donde se ubica la instalación. A partir de aquí, se clasificaron los potenciales accidentes en categorías (1, 2 o 3), en función de sus alcances y de acuerdo a los siguientes criterios fijados por la Directriz Básica citada anteriormente. Estos criterios son:

ACIIDENTES DE CATEGORÍA 1:

Aquellos accidentes en los que de acuerdo con el estudio de seguridad se prevea que tengan como única consecuencia daños materiales en la instalación accidentada, no previéndose daños de ningún tipo en el exterior del establecimiento industrial.

ACCIDENTES DE CATEGORÍA 2:

Aquellos accidentes en los que de acuerdo con el estudio de seguridad se prevea que tengan como consecuencia posibles víctimas y daños materiales en la instalación industrial. Las repercusiones en el exterior del establecimiento industrial se limitan a daños leves o efectos adversos sobre el medio ambiente en zonas limitadas.

ACCIDENTES DE CATEGORÍA 3:

Aquellos accidentes en los que de acuerdo con el estudio de seguridad se prevea que tengan como consecuencia posibles víctimas, daños materiales graves o alteraciones del medio ambiente en zonas extensas en el exterior del establecimiento industrial.

Esta información con las hipótesis de accidentes clasificadas en categoría 1, 2 o 3, es el resultado final que la legislación prevé para el estudio de riesgos de las instalaciones objeto del proyecto y debe ser presentada oficialmente a los organismos competentes (Industria y Protección Civil) con tiempo suficientemente anterior a la puesta en marcha de la instalación, y como mínimo 6 meses antes. Con ella, estos organismos competentes, por un lado pueden evaluar si las condiciones de seguridad previstas en el proyecto están en proporción con los potenciales riesgos, y por otro permite establecer o revisar el plan de actuación de Protección Civil en el exterior de la instalación (Plan de Emergencia Exterior). En algunos casos, los organismos competentes dictaminan que la información presentada sea sometida a una evaluación exhaustiva por parte de una entidad especializada que no haya participado de ninguna forma en los trabajos necesarios para llevar a cabo el proyecto ni el estudio de seguridad. Como resultado de esta evaluación pueden surgir modificaciones de las conclusiones obtenidas por el estudio, en cuyo caso este es revisado y elevado a definitivo.

También en algunos casos, los organismos competentes exigen el llamado Análisis Cuantitativo de Riesgos (ACR). En estos casos, cuando se considera necesario por la entidad del proyecto o las características del área donde se va a ubicar la nueva instalación, el estudio de riesgos se orienta a un **enfoque probabilista**, donde no solamente se consideran los hechos teóricamente posibles, si no que se calcula la probabilidad de que se produzca un determinado nivel de daños. En el proyecto descrito en este capítulo se acometió la realización del ACR, con independencia de que posteriormente fuera exigido o no por los organismos competentes. El objeto del apartado siguiente es describir cómo fue llevado a cabo este análisis cuantitativo de riesgos.

Aproximación probabilista: Cálculo de la frecuencia de accidentes y determinación del riesgo. Comparación del valor de riesgo obtenido con criterios de aceptación. Métodos aplicados

Calcular el riesgo en términos probabilísticos presenta la ventaja de la cuantificación. Por lo tanto, el valor obtenido puede compararse con criterios de aceptación, establecidos de forma reglamentaria o considerados como válidos en un contexto de buenas prácticas de actividades industriales y su interacción con la sociedad.

Aceptar o no aceptar un riesgo no tiene sentido si no se cuantifica dicho riesgo en términos probabilísticos. Para la mayoría de las personas no tiene sentido no aceptar el riesgo de, por ejemplo viajar en avión, aunque tampoco tendría sentido aceptarlo. Empieza a tener sentido cuando se considera que esta forma de viajar tiene una determinada probabilidad

de causar la muerte por accidente, y que ésta es menor que la probabilidad de morir en accidente de carretera...etc.

En los cuadros-15 a 18 se dan algunas definiciones de "riesgo individual" y "riesgo social" de acuerdo a lo descrito en la Guía Técnica de la Dirección general de Protección Civil denominada " Métodos cuantitativos para el análisis de riesgos ", y algunos valores de aceptación, recogidos en la guía sobre planificación del uso del territorio editada por la unión europea que se cita, junto a otras referencias, en el cuadro-6.

En dichas referencias se proponen como riesgo individual intolerable 10^{-4} víctimas por año para cualquier tipo de actividad, incluso si la persona expuesta considera que, de su exposición, se deriva un beneficio que le compensa, como podría ser una actividad lúdica o desarrollar un trabajo. En estas mismas referencias se proponen valores de 10^{-6} víctimas por año o, dependiendo de las circunstancias incluso de 10^{-5} víctimas por año como aceptables por triviales en cualquier circunstancia. El valor adoptado debe serlo en todo caso por el legislador, dada la subjetividad del asunto. En el caso de la aplicación de la legislación sobre accidentes graves de origen químico en España, el valor límite adoptado es de 10^{-6} víctimas por año, como riesgo individual, como consecuencia de un determinado accidente.

La referencia al riesgo individual no es suficiente a veces, ya que la sociedad tiene de forma natural aversión a la posibilidad de ocurrencia de un suceso que aunque sea de muy baja probabilidad, pueda provocar un número muy elevado de víctimas. En este sentido, debería aceptarse un valor mucho menor de ocurrencia en términos de frecuencia anual de víctimas por año, como consecuencia de accidentes con un mayor número de víctimas. No obstante, en este momento en España no existe ningún valor "oficial" adoptado para el riesgo social.

Si el resultado del estudio de riesgos es superior al valor de referencia, es necesario adoptar medidas complementarias para aumentar la seguridad de la instalación, bien por la vía de reducir la probabilidad de ocurrencia de los accidentes , bien por la de reducir sus consecuencias o bien por ambas.

Es evidente la ventaja que aporta adoptar, como estrategia del estudio de seguridad aplicado a un proyecto de una nueva instalación, esta ***aproximación probabilista*** al problema, y no condicionarla a que en su día las autoridades competentes pudieran solicitarla. Las medidas de seguridad adicionales que en su caso pudieran resultar necesario incorporar al diseño, lo serían en su momento óptimo desde los puntos de vista de eficacia y coste. Así se consideró en el proyecto objeto de este capítulo, lo que permitió presentar a la autoridad competente un estudio de riesgos con un valor de riesgo inferior al límite establecido, sin necesidad de efectuar costosas modificaciones en la instalación una vez construida y en funcionamiento.

El proceso seguido para hacer el análisis cuantitativo de riesgos se basó, evidentemente, en los resultados obtenidos en la parte del estudio citada en el apartado anterior de identificación del riesgo y el cálculo de consecuencias. El paso siguiente fue determinar la frecuencia de los accidentes para finalmente cuantificar el valor del riesgo y presentar estos datos en forma de "curvas de isoriesgo" aplicadas al área donde se ubican las instalaciones. El resultado final debía cumplir el requisito de que ningún punto exterior al recinto industrial tuviera un riesgo individual asociado mayor de 10^{-6} víctimas por año.

Para determinar la frecuencia de los accidentes se establecieron primero las distintas probabilidades de evolución de las hipótesis accidentales, mediante la aplicación de

árboles de sucesos, en base a los datos de frecuencia de ocurrencia de cada posible evolución obtenidos en el análisis histórico utilizado en la parte de identificación del riesgo. Así, por ejemplo, la probabilidad de que un derrame de un determinado líquido inflamable forme un charco que se incendie o evolucione formando una nube que posteriormente explota o provoque una llamarada o se disperse sin más consecuencias, depende de cada sustancia y de las condiciones en las que se encuentra. Mediante los árboles de sucesos, se determinaron para cada hipótesis estas probabilidades de evolución.

Una vez determinadas estas probabilidades se clasificaron los sucesos accidentales básicos en cuatro grandes categorías:

- Rotura de líneas
- Rotura de equipos por sobrepresión
- Sobrellenado de tanques
- Rotura de mangueras de descarga

Al ser sucesos básicos se procedió a evaluar directamente su frecuencia consultando las bases de datos históricas adecuadas, algunas de las cuales se citan en el apartado A-4. De esta forma se establece para cada hipótesis su frecuencia probable de accidente final expresada en OCASIONES/AÑO, a partir del producto de las frecuencias de los sucesos iniciadores obtenidas por la probabilidad del suceso final resultante de los árboles de sucesos, en tantos por ciento.

Así por ejemplo, para una hipótesis de rotura parcial en la tubería de 100 milímetros de diámetro de impulsión de una bomba de trasiego que conduce un determinado líquido inflamable y tóxico, se encuentran los siguientes datos:

- En la fuente bibliográfica consultada (RIJNMOND), se encuentra el valor de tasa de este tipo de roturas para tuberías entre 50 y 150 milímetros de 3×10^{-11} (ocurrencias/metro de tubería x horas de funcionamiento año).
- La tubería en cuestión tiene una longitud de 35 metros.
- Se considera un total de 8.760 horas de funcionamiento al año.

Con estos datos, la frecuencia del suceso iniciador en ocasiones año, se calcula:

$$F = 3 \times 10^{-11} \times 35 \times 8.760 = 9,2 \times 10^{-6} \text{ ocasiones/año.}$$

- Por otro lado, de la aplicación de árboles de sucesos a las posibles evoluciones del supuesto, resultan los siguientes datos:
 - Probabilidad de que se incendie el charco formado..... 50%
 - Probabilidad de que la fuga origine una explosión de la nube formada..... 5%
 - Probabilidad de que la fuga origine una llamarada..... 5%
 - Probabilidad de que la nube formada evolucione sin incendiarse y forme una nube tóxica..... 40%

Las frecuencias de accidentes finales resultantes, con estos datos son:

$$\begin{aligned}
 F \text{ incendio} &= 3 \times 10^{-11} \times 35 \times 8.760 = 9,2 \times 10^{-6} \times 0.50 = 4,6 \times 10^{-6} \text{ ocasiones/año} \\
 F \text{ explosión} &= 3 \times 10^{-11} \times 35 \times 8.760 = 9,2 \times 10^{-6} \times 0.05 = 0,46 \times 10^{-6} \quad " \\
 F \text{ llamarada} &= 3 \times 10^{-11} \times 35 \times 8.760 = 9,2 \times 10^{-6} \times 0.05 = 0,46 \times 10^{-6} \quad " \\
 F \text{ fuga tóxica} &= 3 \times 10^{-11} \times 35 \times 8.760 = 9,2 \times 10^{-6} \times 0,40 = 0,37 \times 10^{-6} \quad "
 \end{aligned}$$

De esta forma se calcularon las frecuencias de las 48 hipótesis resultantes en la etapa de identificación del riesgo descrita en el apartado C-3, lo que supuso evaluar las frecuencias anuales de ocurrencia de 137 posibles accidentes.

Una vez estimadas las frecuencias posibles de los accidentes postulados en el estudio, el paso siguiente fue determinar cuantitativamente el riesgo y la elaboración de los mapas de "curvas de isoriesgo", que son la representación gráfica del riesgo individual, y que unen los puntos del plano de la instalación y su entorno que presentan el mismo valor de riesgo individual. Para ello a cada punto se asocia el valor de la frecuencia de daño que sufriría una persona situada en él.

Para el cálculo, se empleó un programa informático expresamente destinado a ello, considerándose una malla cuadrada para la instalación y su entorno de 4.000 metros x 4.000 metros que abarca la totalidad del área afectada con posibles efectos letales. Más allá de estas distancias la probabilidad de muerte es nula.

Los sucesos finales considerados fueron tratados teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas de dirección y velocidad con sus correspondientes probabilidades asociadas y dos condiciones de estabilidad atmosférica: la más probable (70,8% de probabilidad) y la más desfavorable (29,2%).

El riesgo individual en cada punto "P" de la malla se determinó, mediante el programa informático citado, sumando los riesgos individuales ocasionados por cada una de las hipótesis de accidente, que resulta de multiplicar la probabilidad de ocurrencia de dicha hipótesis por la probabilidad de muerte en el punto "P" como consecuencia de la ocurrencia de la hipótesis. En el caso de hipótesis de fugas tóxicas y nubes de gas inflamable se consideraron a su vez las probabilidades de cada condición atmosférica y de que el viento sople en la dirección correspondiente a cada uno de ocho sectores en los que se dividió el plano para limitar el número de cálculos necesarios.

En este punto del análisis, se eligieron las hipótesis que más incidían en el resultado final debido a sus alcances de daño, y por otro lado las que más lo hacían debido a las frecuencias. Este fue el punto de partida para considerar si las medidas previstas en el diseño inicial podían ser modificadas para reducir dichos alcances, dichas frecuencias o ambos. El resultado de esta reconsideración del diseño inicial, se describió con detalle en la documentación presentada a las autoridades competentes seis meses antes de la fecha prevista en un principio para la puesta en marcha de las nuevas instalaciones.

4. Conclusiones

Objetivos de los estudios de seguridad. Coherencia entre el desarrollo del estudio de seguridad y el desarrollo global del proyecto.

Los estudios de seguridad del proyecto tuvieron como objetivos permanentes no tan solo cumplir los requisitos de la legislación sobre accidentes graves, sino también contribuir al diseño de unas instalaciones optimizadas desde los puntos de vista de operatividad y control de los riesgos

Acometer el estudio de seguridad en las primeras etapas del proyecto y avanzar en él al mismo tiempo que el proyecto avanzaba, fue la garantía para poder introducir los criterios y sistemas de seguridad adecuados para que el resultado se ajustara a las condiciones que la legislación vigente impone a este tipo de instalaciones y a las necesidades de disponer de una instalación moderna operativa y rentable para la Empresa.

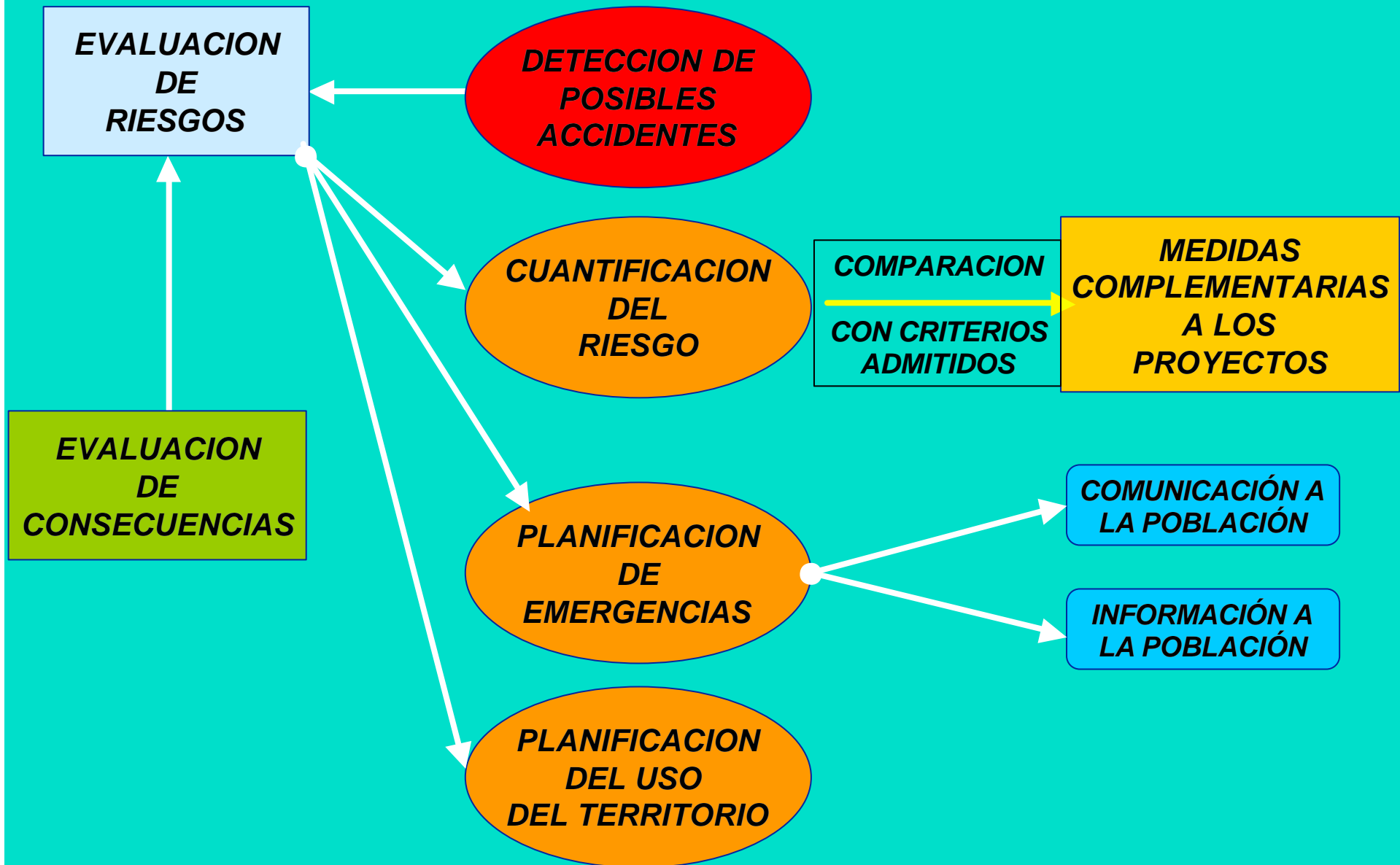
Efectuar los estudios en etapas no adecuadas hubiera supuesto muchas dificultades, cuando no imposibilidades, para introducir las mejoras que resultaron necesarias o convenientes y poder disponer de ellas en el momento de poner en marcha las instalaciones.

CUADROS

CUADRO 1. Fenomenología de riesgo en plantas químicas

SUSTANCIA	CARACTERÍSTICA	SUCESO	ACCIDENTE
LIQUIDO	INFLAMABLE	DERRAME	INCENDIO
	TÓXICA	DERRAME	CONTAMINACIÓN AGUAS O TERRENOS
GAS	INFLAMABLE	FUGA	INCENDIO EXPLOSIÓN
	TÓXICA	FUGA	NUBE TÓXICA
GAS LICUADO	INFLAMABLE	DERRAME CON EVAPORACIÓN	INCENDIO EXPLOSIÓN
	TÓXICA	DERRAME CON EVAPORACIÓN	NUBE TÓXICA

CUADRO 2. Estructura de la legislación sobre accidentes graves



CUADRO 3. Métodos de análisis de riesgos

DISEÑO

- HAZOP
- AMFEC
- CHEC-LIST
- ANÁLISIS PRELIMINAR
- ANÁLISIS HISTÓRICO

CONSTRUCCIÓN

- WHAT IF...?
- AMFEC
- HAZOP

OPERACIÓN

- I.DOW
- I.MOND
- OBSERVACIONES
- HAZOP

CUADRO 4. Marco legal de la prevención de Accidentes Graves

DIRECTIVAS EUROPEAS	LEGISLACION NACIONAL	DESARROLLOS AUTONOMICOS
82/501/CEE SEVESO	RD886/88 RD952/90 DIRECTRIZ BASICA GUIAS TECNICAS (G.T.)	Decreto 391/88 (Cataluña) Orden 13-4-89 (Cataluña) . . Etc.
96/82/CE SEVESO II GUIAS TECNICAS (G.T.)	RD1254/99 (20-Julio)	-

CUADRO 5. Requisitos legales sobre Accidentes Graves

82/50/CEE (886/88)

96/82/CE (1254/99)

OBJETO :

- ➔ **EVALUAR LOS RIESGOS DE ACCIDENTES GRAVES EN LA INDUSTRIA QUIMICA.**
- ➔ **PARA :**
 - **PREVENIR SU OCURRENCIA**
 - **LIMITAR SUS CONSECUENCIAS**

- ➔ **ESTUDIO DE SEGURIDAD**
- ➔ **EVALUACION DE CONSECUENCIAS**
 - CUALITATIVA
 - CUANTITATIVA
- ➔ **PLANIFICACION DE EMERGENCIAS**

- ➔ **INFORME DE SEGURIDAD**
 - POLITICA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES GRAVES (PPAG)
 - SISTEMA DE GESTION DE SEGURIDAD (S.G.S.)
- ➔ **EVALUACION DE CONSECUENCIAS**
 - CUALITATIVA
 - CUANTITATIVA
- ➔ **EFFECTOS DOMINO**
- ➔ **PLANIFICACIÓN DEL USO DEL TERRITORIO**
- ➔ **SISTEMA DE INSPECCIONES**

CUADRO 6. Referencias legales y documentales en Accidentes Graves

LEGALES

- ➔ **DIRECTIVA DEL CONSEJO DE EUROPA 86/92/CE**
- ➔ **REAL DECRETO DE APLICACIÓN EN ESPAÑA RD1254/99**
- ➔ **DIRECTRIZ BASICA DEL RIESGO QUIMICO (B.O.E. 6-2-91)**

DOCUMENTALES

- ➔ **GUIAS TECNICAS DE LA D.G. DE PROTECCION CIVIL**
 - **METODOLOGIA PARA EL ANALISIS DE RIESGOS (VISION GENERAL)**
 - **METODOS CUALITATIVOS PARA EL ANALISIS DE RIESGOS**
 - **METODOS CUANTITATIVOS PARA EL ANALISIS DE RIESGOS**
- ➔ **MAJOR ACCIDENTS HAZARDS BUREAU (MAHB)**
<http://mahbsrv.jrc.it>
- ➔ **CHEMICAL EMERGENCY PREPAREDNESS AND PREVENTION OFFICE**
<http://earth1.epa.gov/ceppo>
- ➔ **OFFSITE CONSEQUENCES ANALYSIS GUIDANCE**
<http://earth1.epa.gov/ceppo/ap.ocgu.htm>

CUADRO 7. Datos principales del Proyecto estudiado en este capítulo

- **PRODUCCIÓN DE DIFERENTES PRODUCTOS: 678.000 t/a**
- **INVERSIÓN: 80.900 Mpts**
- **GENERACIÓN DE EMPLEO: » CERCANO A 1000 PERSONAS**
- **IMPACTO DEL 20% EN LA FACTURACIÓN FUTURA DE LA EMPRESA**
- **PROYECTO FUNDAMENTAL PARA EL DESARROLLO DEL NEGOCIO DE**
LA EMPRESA

CUADRO 8. Generación del Proyecto estudiado en este capítulo

● **EN FASE DE OPERACIÓN**

● **MANO DE OBRA DIRECTA:**

● **PLANTILLA PROPIA**

122

(OPERACIÓN, LABORATORIO, SUPERVISIÓN, ...)

● **MANTENIMIENTO Y OTROS CONTRATOS:**

» **60**

TOTAL

» **182**

● **MANO DE OBRA INDIRECTA**

» **800**

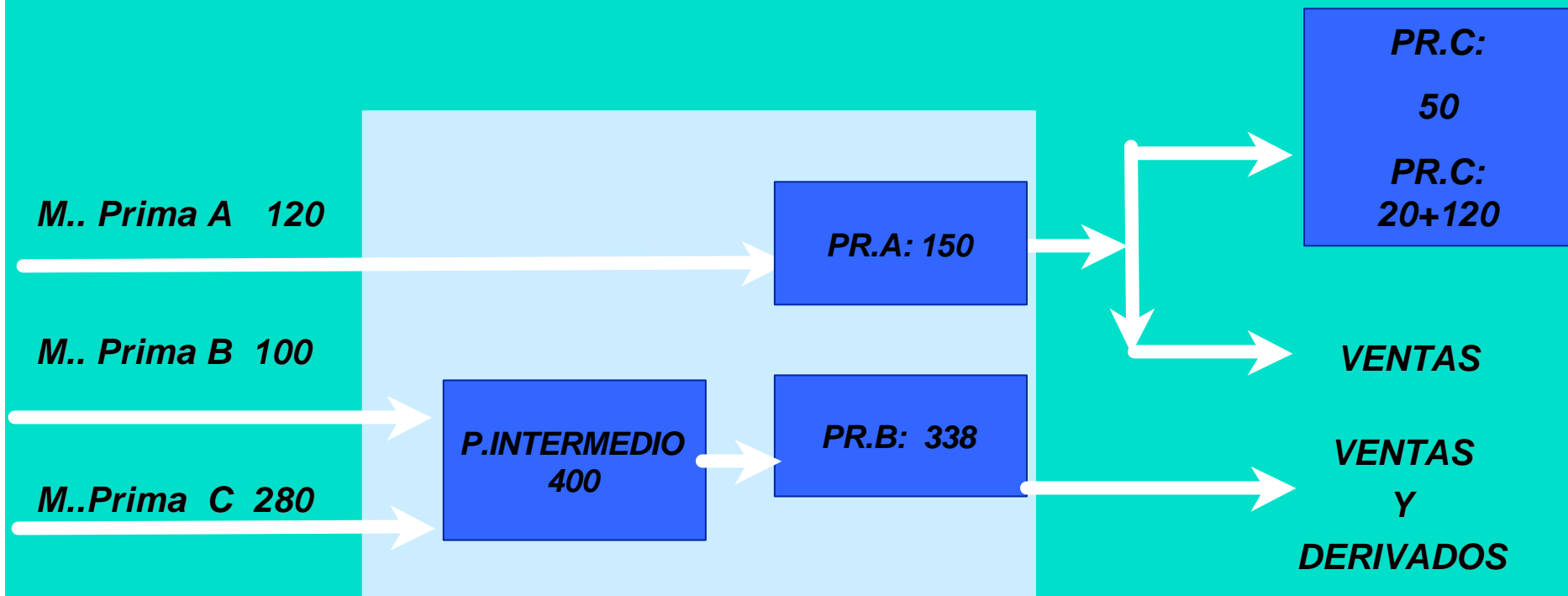
TOTAL

» **982**

● **EN FASE DE CONSTRUCCIÓN:**

- **PREVISTAS 4 MILLONES HORAS/HOMBRE. EQUIVALENTES A UNA MEDIA DE 1400 HOMBRES/MES DURANTE 16 MESES**

CUADRO 9. Producciones genéricas del Proyecto



(CIFRAS EN kt/año)

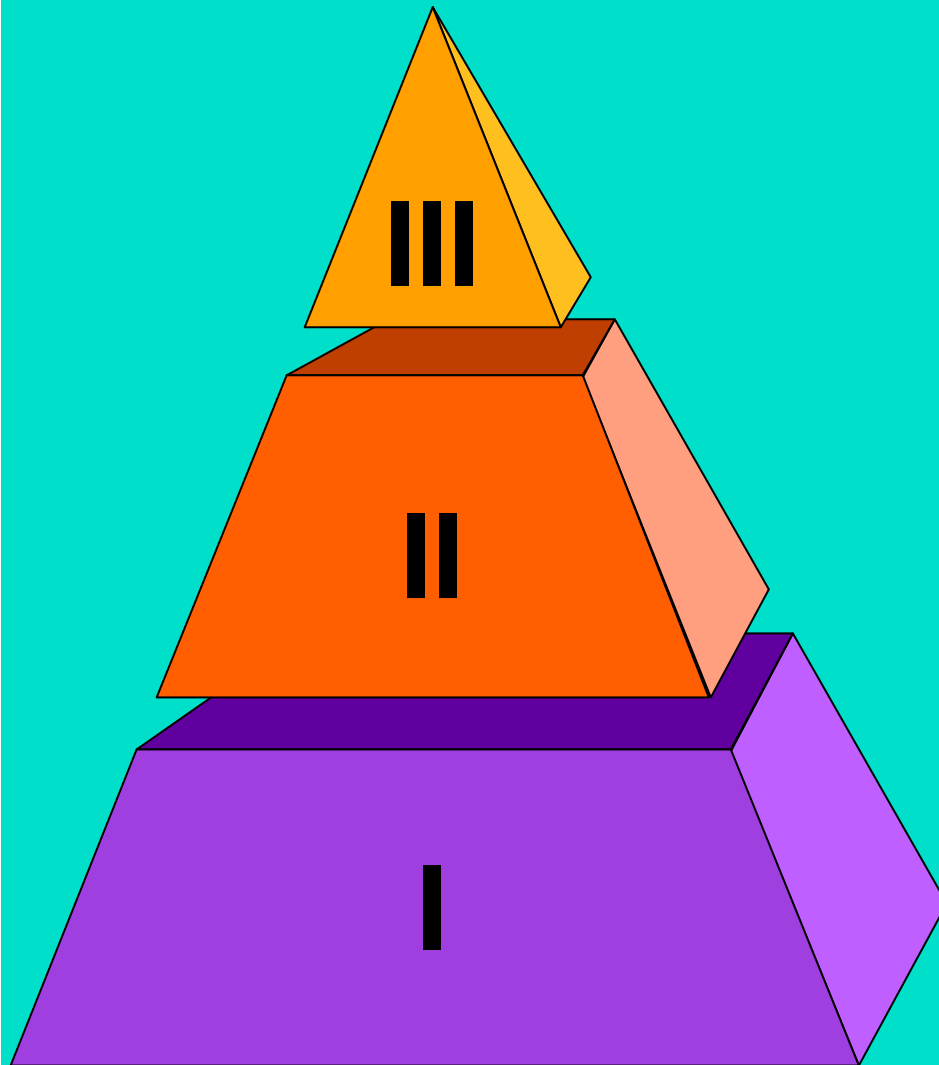
CUADRO 10. Magnitudes energéticas del Proyecto

- **PRODUCCIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA** **91,4 Mw**
- **CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA:** **34,5 Mw**
- **PRODUCCIÓN VAPOR ALTA PRESIÓN 70 kg/cm²:** **284 t/h**
- **RENDIMIENTO ELÉCTRICO EQUIVALENTE:** **72%**

CUADRO 11. Esquema del Análisis de Riesgos



CUADRO 12. Evaluación de riesgos en diversas etapas



- **ANALISIS CUANTITATIVO**
(Evaluación del riesgo)
- **ANALISIS DE CONSECUENCIAS**
- **IDENTIFICACION DE RIESGOS**
- **ESTUDIOS HAZOP**
(Detección de posibles accidentes)
- **ANALISIS PRELIMINAR**
- **LISTAS DE COMPROBACION**

ZONA DE INTERVENCIÓN :

AQUELLA EN LA QUE LAS CONSECUENCIAS DE LOS ACCIDENTES PRODUCE UN NIVEL DE DAÑOS QUE JUSTIFICAN LA APLICACIÓN INMEDIATA DE MEDIDAS DE PROTECCIÓN.

ZONA DE ALERTA :

AQUELLA EN LA QUE LAS CONSECUENCIAS DE LOS ACCIDENTES PROVOCAN EFECTOS PERCEPTIBLES PERO NO JUSTIFICAN PROTECCIÓN EXCEPTO PARA LOS GRUPOS CRÍTICOS.

CUADRO 14. Límites de vulnerabilidad admitidos para diversas magnitudes en las zonas de intervención y de alerta

	Z.I.	Z.A.
SOBREPRESION	VALOR LOCAL INTEGRADO DEL IMPULSO DE 150 mbar.S. SOBREPRESIÓN LOCAL ESTÁTICA DE 125 mbar.	VALOR LOCAL INTEGRADO DEL IMPULSO DE 100 mbar.S. SOBREPRESIÓN LOCAL ESTÁTICA DE 50 mbar.
FLUJO DE RADIACIÓN TÉRMICA	5 Kw/m ² Tiempo máximo 3 minutos	3 Kw/m ²
CONCENTRACIONES TÓXICAS EN AIRE	IPVS	

CUADRO 15. Límites de riesgo aceptables a escala individual

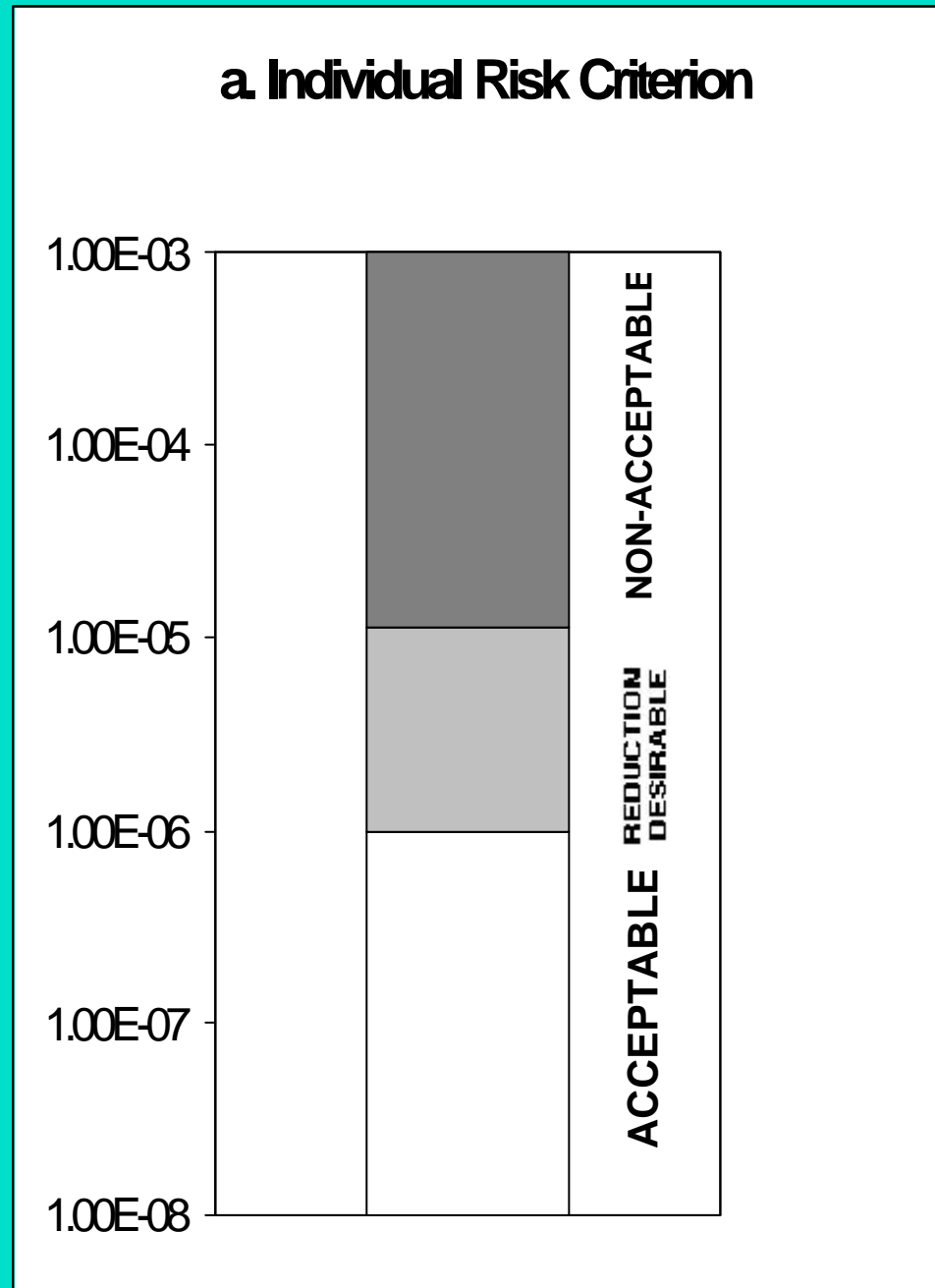
“FRECUENCIA A LA CUAL UN INDIVIDUO PUEDE ESPERAR UN DETERMINADO NIVEL DE DAÑO COMO CONSECUENCIA DE LA OCURRENCIA DE UN DETERMINADO SUCESO ACCIDENTAL”

“EJ. : RIESGO INDIVIDUAL DE MORIR EN UN ACCIDENTE DE CARRETERA. APROXIMADAMENTE 10^{-4} / AÑO.

LA DIRECTRIZ BASICA DEL “RIESGO QUIMICO” DETERMINA QUE:

EL RIESGO INDIVIDUAL DEBIDO A UN ACTIVIDAD QUIMICA DEBE SER INFERIOR A 10^{-6} VICTIMAS POR AÑO. EN CASO CONTRARIO DEBEN ADOPTARSE MEDIDAS CORRECTORAS ADICIONALES.

CUADRO 16. Criterio Internacional orientativo para el riesgo individual

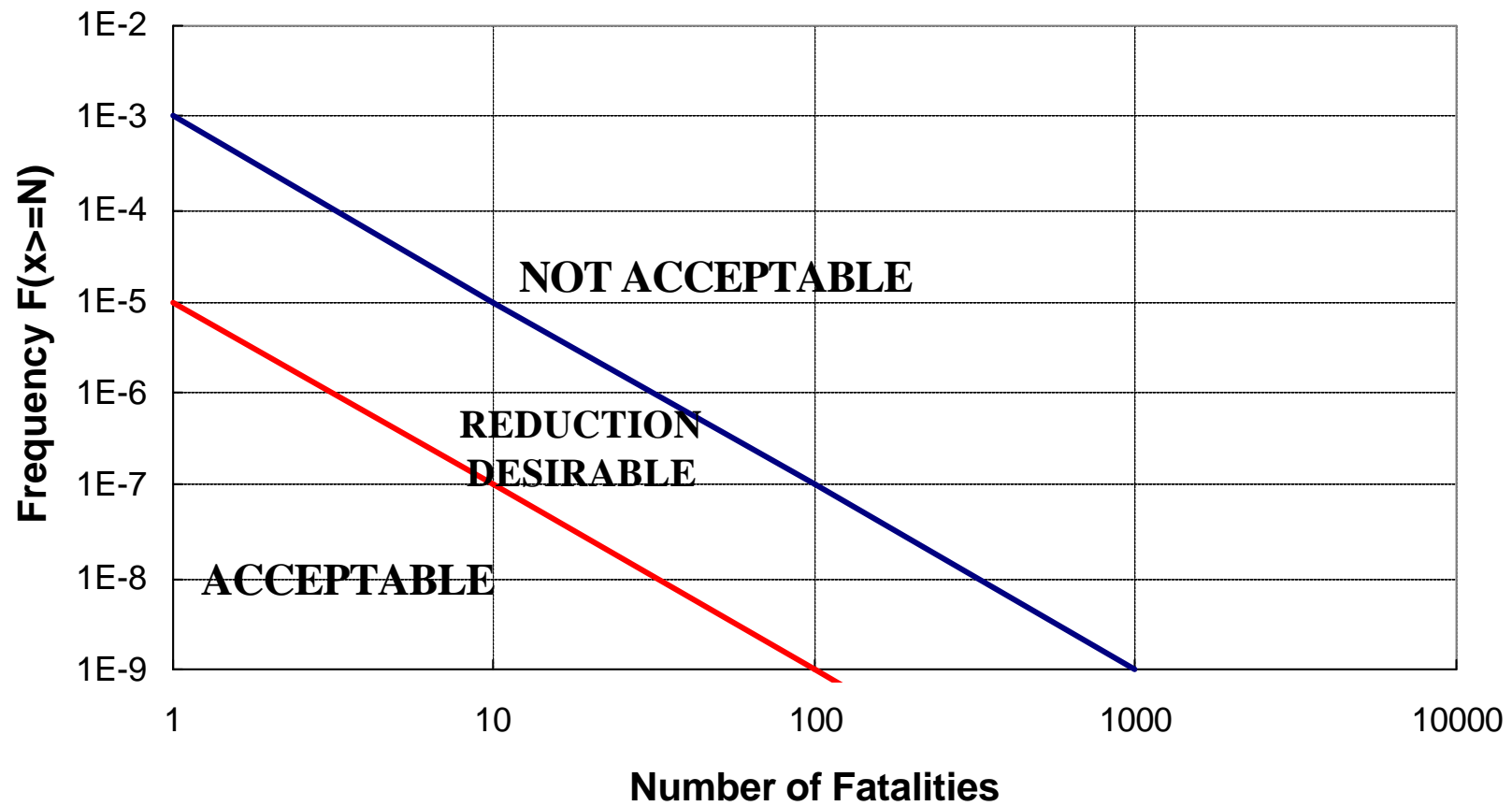


**CUADRO 17. Definición del riesgo social, no siempre obligada
cuantificación en la evaluación de riesgos**

**ES LA RELACION ENTRE LA FRECUENCIA Y EL
NUMERO DE PERSONAS QUE SUFREN UN
CIERTO NIVEL DE DAÑO EN UNA POBLACION
DADA, COMO CONSECUENCIA DE UN
DETERMINADO SUCESO ACCIDENTAL.**

CUADRO 18. Criterio Internacional orientativo sobre la aceptabilidad del riesgo social

b. Societal Risk Criterion



La Seguridad en la distribución y manipulación del G.L.P.

Francisco Jiménez
Director de Seguridad, Calidad y Medio Ambiente
Repsol-YPF

INDICE

1. Introducción	1
2. El Petróleo	1
3. Origen de los Gases licuados del petróleo (GLP)	3
4. Riesgos del producto	9
5. Responsabilidad clave	10
6. Líneas de negocio de G.L.P. en España	11
7. Las seguridades en el G.L.P.	12
8. Instalaciones de seguridad en los centros de almacenamiento y productivos	13
9. Seguridad en el proceso de envasado	14
10. Reglamentaciones de seguridad en el transporte	16
11. Seguridades en la distribución de granel	17
12. Aparatos dispositivos de seguridad	19
13. Referencias	20

1. Introducción

Todos los negocios industriales se deben operar dentro de unos marcos de seguridad cada vez más exigentes, en especial cuando las características del producto crean en su manipulación, almacenamiento, transporte y uso, mayores situaciones de riesgo.

En este sentido, la legislación es cada vez más exigente pero también las propias compañías, que son conscientes de la repercusión social o de imagen que tienen los accidentes, se imponen objetivos de seguridad más restrictivos que la legislación; por ello las políticas de seguridad deben generar procesos continuos de seguimiento y mejora.

El G.L.P. es un combustible excelente, ecológico y versátil, que cuenta con millones de consumidores satisfechos en todo el mundo, preferido para muchas aplicaciones.

Como todas las formas de energía, el G.L.P. es un combustible potencialmente peligroso si se manipula incorrectamente. El riesgo cero es una aspiración más que una certeza absoluta. Por ello, el cuidado en la manipulación y en el uso del G.L.P puede ayudar a reducir el número de accidentes y sus consecuencias, permitiendo situarse dentro de los parámetros de riesgo social e individual aceptados en una sociedad moderna e industrializada.

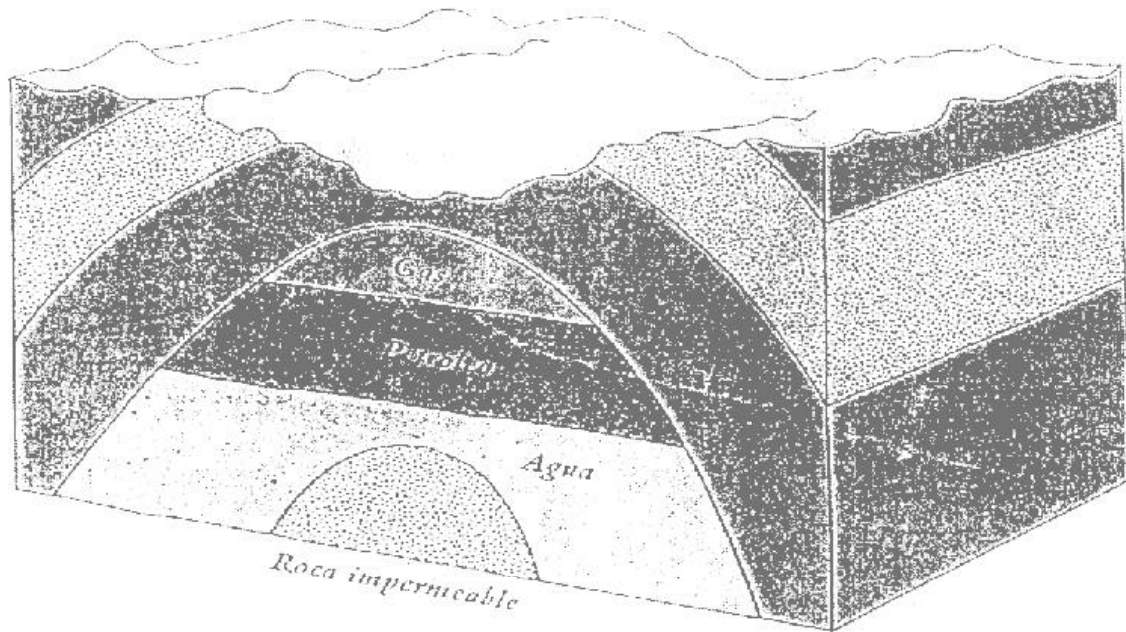
2. El petróleo

El petróleo era conocido hace miles de años, pero sólo a mediados del siglo XIX empezaron a descubrirse sus múltiples aplicaciones, iniciándose la gran industria del "oro negro".

Para su extracción, se instalan en tierra firme torres metálicas de perforación de hasta 70 m. de altura, y en el mar plataformas o islas artificiales que sirven de soporte a la barra perforadora. Potentes motores accionan la barra que poco a poco va hundiéndose a medida que la trepanadora va desgastando la roca. La barra casi hundida, se empalma con otras sucesivas hasta llegar a la profundidad donde se halla el petróleo, habiendo alcanzado alguna vez los 6.000 metros de profundidad. El pozo que va haciendo la perforadora se reviste de tubos de acero roscados entre sí.

El líquido espeso, negruzco, brota en unos casos impulsado por la presión de los gases naturales y en otras procediendo a su bombeo.

Los principales yacimientos petrolíferos, se encuentran en el Golfo Pérsico, Arabia, Kuwait, Barheim, Irán, Irak, Sahara, Libia y Nigeria. En Rumania y Rusia así como en el Mar del Norte inglés, están las reservas explotadas en Europa. En América existen grandes yacimientos en Estados Unidos, Méjico, Venezuela y Canadá. Se piensa que el 60% de las reservas petrolíferas de nuestro planeta se hallan debajo del fondo de los mares y océanos. En todo el mundo, allí donde hubo mares en épocas pasadas, cabe la posibilidad de encontrar formaciones rocosas con petróleo.



El petróleo crudo se conduce a través de tubería-oleoductos de cientos de kilómetros y en barcos llamados petroleros hasta los depósitos de almacenamiento de las refinerías.

Dos son los procedimientos que se utilizan en el tratamiento de este líquido: la *DESTILACIÓN FRACCIONADA* y el *CRACKING*.

- Por *DESTILACIÓN FRACCIONADA* van obteniéndose gases que al enfriarse se condensan en parte y dan origen a productos distintos.
- El *CRACKING* o desintegración es una descomposición química de las pesadas moléculas del petróleo, que dan lugar a moléculas menores de otros productos.

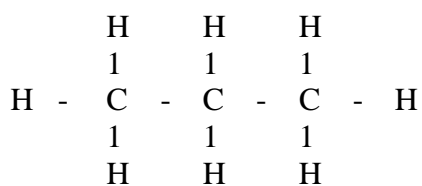
Del petróleo bruto se obtienen gasolinas, kerosenos y como subproductos, butano, propano, gasoil, aceites pesados, barnices, productos farmacéuticos, fibras sintéticas, caucho artificial, detergentes, insecticidas y cientos de productos más.

3. Origen de los gases licuados del petróleo (GLP)

La denominación de Gases Licuados del Petróleo, se aplica a un pequeño número de hidrocarburos derivados del petróleo, que a temperatura ambiente y a la presión atmosférica se encuentran en estado gaseoso y tienen la propiedad de pasar al estado líquido al someterlos a una presión relativamente baja.

Sus principales representantes son el BUTANO Y PROPANO. Estos gases forman parte de los hidrocarburos saturados. Sus componentes son por tanto carbono e hidrógeno y su fórmula general es $C_n H_{2n+2}$.

La fórmula específica del propano es C_3H_8



- “Cracking catalítico”: Se alimenta de gas-oil o nafta produciendo etileno y propileno para petroquímica. El rendimiento en G.L.P. está entre un 5 – 12%.
- “Steam Cracking”: Se alimenta con gas-oil o nafta produciendo etileno y propileno. El rendimiento en G.L.P. está entre un 23 – 30%.
- “Polimerización y alquilación”: Se alimentan de butenos para producir gasolinas. El rendimiento en G.L.P. está entre un 10 – 15%.
- “Cracking térmico”: Se alimenta de gas-oil y fuel-oil para producir gasolina. El rendimiento en G.L.P. está entre un 10 - 20%.
- “Coking y visbreaking”: Se alimenta de gas-oil pesado y residuo para producir coque. El rendimiento en G.L.P. está entre un 5 – 10%.

Características físico-químicas de los GLP

La comercialización tanto del butano como del propano no se realiza en estados puros, sino que normalmente son una mezcla de ambos.

Por ello, la Administración definió los rangos de los distintos hidrocarburos, y las mezclas comerciales quedaron definidas por Boletín Oficial del Estado (Orden del Ministerio de Industria del 14 de Septiembre de 1982) en donde se fijan los rangos en densidad a 50°C y presión a 70°C que clasifican las mezclas en “butano comercial” o “propano comercial”.

A modo de ejemplo, una mezcla de hidrocarburos en % molar, tal como:

<i>etano</i>	<i>0,27</i>
<i>propano</i>	<i>2,46</i>
<i>i-butano</i>	<i>37,11</i>
<i>n-butano</i>	<i>53,91</i>
<i>i-pentano</i>	<i>0,63</i>
<i>n-pentano</i>	<i>0,08</i>
<i>propileno</i>	<i>0,05</i>
<i>i-buteno</i>	<i>1,62</i>
<i>1-buteno</i>	<i>1,35</i>
<i>cisbuteno-2</i>	<i>1,03</i>
<i>transbuteno-2</i>	<i>1,44</i>
<i>butadieno-1,3</i>	<i>0,05</i>

da una densidad a 50° C: 0,532 kg/l

y una presión a 70° C : 8,677 bar,

esta mezcla se clasifica según la normativa española, B.O.E., como “butano comercial”.

Entre otras características de los G.L.P., podríamos destacar:

- *Toxicidad.*

Los G.L.P. no son tóxicos. El butano-propano desplaza el oxígeno, por lo tanto, la muerte se presenta, si antes no ha habido deflagración, no por envenenamiento, sino por asfixia porque la sangre por falta de aire no se oxigena en los pulmones.

- *Odorización*

Los G.L.P. en su estado natural, son inodoros e incoloros, por ello, como en una eventual fuga no podría ser detectada, se les agregan unas sales de azufre llamadas mercaptanos que les confieren ese olor característico.

- *Poder calorífico*

Para el caso del butano comercial, el poder calorífico inferior (P.C.I.) es: 10938 Kcal/Kg y el poder calorífico superior (P.C.S.) es: 11867Kcal/Kg.

De igual forma, para el caso del propano comercial, el poder calorífico inferior (P.C.I.) es: 11082 Kcal/Kg y el poder calorífico superior (P.C.S.) es: 12052 Kcal/Kg.

- *Densidad*

Es importante diferenciar las densidades según el estado en que se encuentren el butano/propano.

Densidad en fase líquida (agua = 1) aproximadamente 0,5 kg/l.

Densidad relativa en fase gaseosa (aire=1), para el butano 2,03 y para el propano 1,57.

Esto no quiere decir que el butano y propano en fase líquida pesan la mitad que el agua; y que en estado gaseoso pesan el doble que el aire, y por tanto cuando hay una fuga el gas se acumula en los puntos bajos.

- *Tensión de vapor*

El butano y el propano contenidos en un envase se encuentran a temperatura ambiente, a una cierta presión que hace que se mantenga el equilibrio entre el estado líquido y el gaseoso. Por ejemplo, la tensión de vapor a 50° C oscila entre 7 kg/cm² para el butano y 20 kg/cm² para el propano. A continuación se representa el diagrama de tensión de vapor para diversas mezclas a diversas temperaturas.

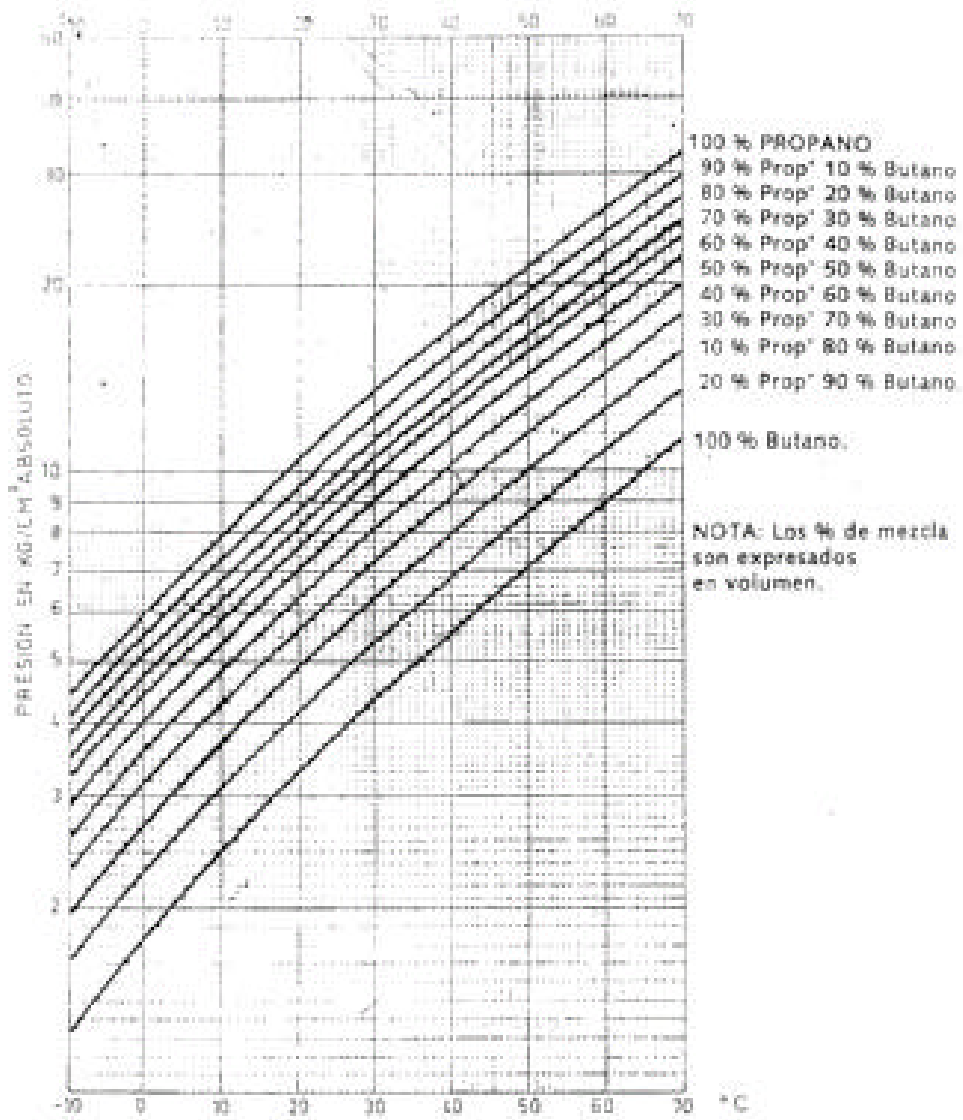


DIAGRAMA DE TENSION DE VAPOR
 BUTANO PROPANO PARA DIVERSAS
 TEMPERATURAS

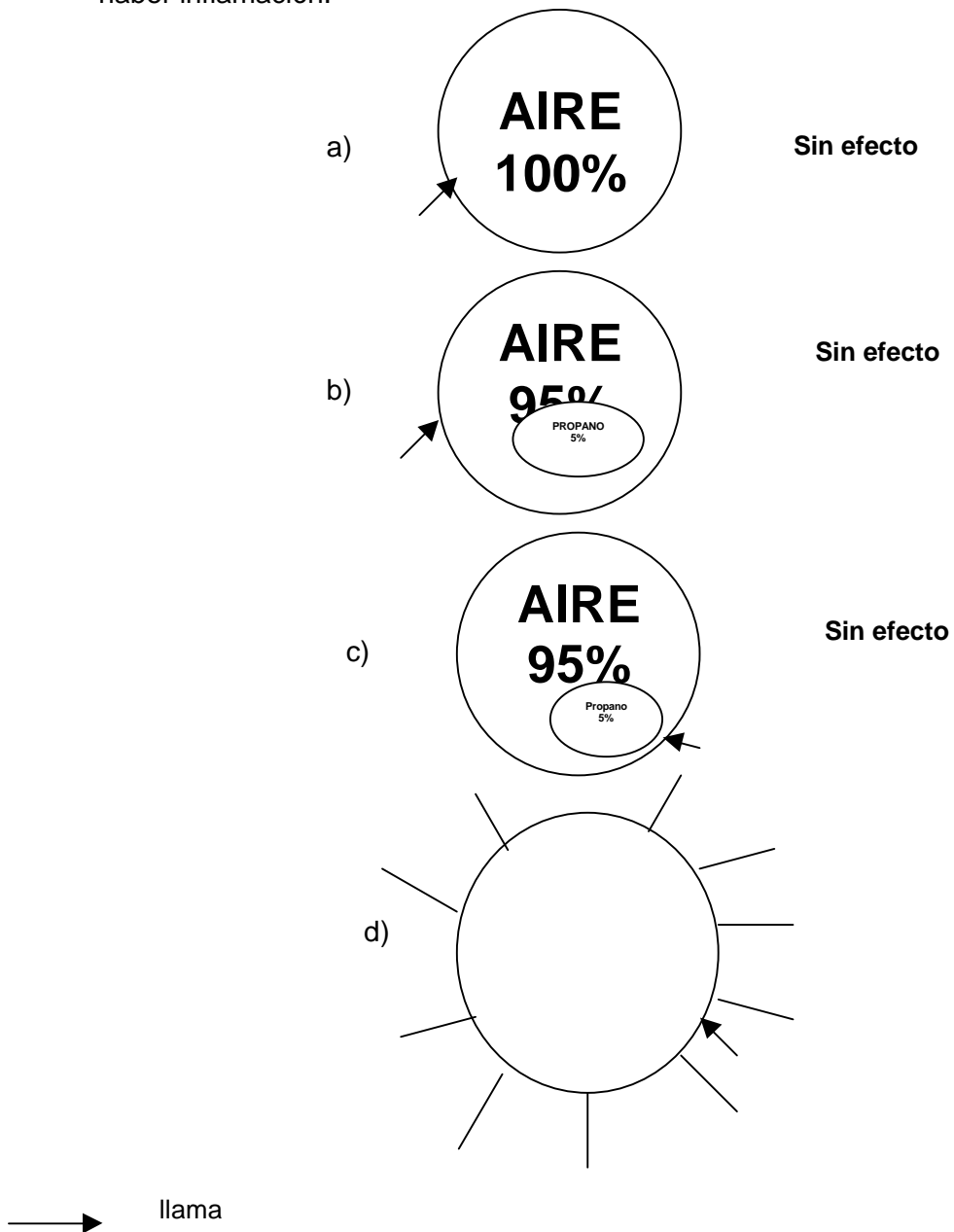
Diagrama de tensión de vapor butano propano para diversas temperaturas

- *Límites de inflamabilidad*

Los gases butano y propano son inflamables porque si se mezclan en una proporción adecuada con el aire y se les aplica un punto de ignición arden. Las concentraciones necesarias de gas en aire, para que una mezcla sea inflamable, oscilan entre las siguientes,

butano: 1,86 ÷ 8,41 %
propano: 2,37 ÷ 9,50%

Por esta misma razón, el gas contenido en un recipiente, por carecer de aire, no puede inflamarse. Veamos a continuación un ejemplo visual de cuando sí puede haber inflamación.



4. Riesgos del producto

Las características físico-químicas de los G.L.P. los convierte en productos que generan riesgos. Al igual que cualquier fuente de energía, su manejo, uso e incluso residuo (mala combustión), también presenta situaciones de riesgo.

Desde el punto de vista físico hay que distinguir los dos estados en los que se presenta: como líquido y como gas.

En ambos estados existe un buen conocimiento del comportamiento del producto y de la tecnología para su control, por lo que los aspectos relacionados con la seguridad están muy desarrollados.

Hagamos a continuación un breve repaso a algunos peligros inherentes:

- El principal peligro potencial del GLP es el fuego. Esto deriva de su característica de alta inflamabilidad y en casos extremos puede combinarse con la característica de presión; que nos conduce el fenómeno BLEVE (Explosión de Vapores en Expansión y Líquidos en Ebullición).
- También puede surgir un peligro potencial en el punto de consumo si los productos de la combustión no se dispersan en la atmósfera y se permite la acumulación de monóxido de carbono (CO). Los métodos de ventilación influirán en la dispersión del CO.

El “esnifado” de GLP, esto es, la inhalación intencionada del vapor de GLP, a parte de la capacidad asfixiante que tiene, puede tener un efecto narcotizante, que podría llegar a producir lesiones.

- El G.L.P. líquido puede causar quemaduras si se pone en contacto con la piel. El propano con un punto de ebullición bajo, puede ser más peligroso en este aspecto que el butano, el cual, en condiciones frías, es más lento en evaporarse y dispersarse.
- Siendo el vapor de G.L.P. más pesado que el aire, puede en caso de escape, acumularse en espacios reducidos y en zonas bajas. Los métodos de ventilación influirán en el movimiento y la dispersión del vapor de G.L.P.
- Un escape de G.L.P. líquido es considerado mucho más peligroso en cuanto a que al convertirse en fase gaseosa (vapor), su volumen se multiplica por un factor superior a 200. Siendo más pesado que el aire, el vapor tenderá a posarse próximo al suelo con el riesgo de que puede encontrar una fuente de ignición mientras se mantiene dentro de sus límites de inflamabilidad.
- El GLP líquido tiene un alto coeficiente de expansión térmica, y por lo tanto, los envases y los depósitos deberán tener un espacio vacío que permita la expansión del líquido cuando incrementa la temperatura.
- Como hemos indicado anteriormente, el GLP es un líquido incoloro e inodoro y no es fácilmente visible en su estado gaseoso. Por ello se adiciona un odorizante distintivo antes de su distribución. En aplicaciones especiales que requieren un GLP inodoro, como son aerosoles propelentes, se deben adoptar otras medidas alternativas de seguridad.

5. Responsabilidad clave

Los principales integrantes en la industria del GLP – empresas comercializadoras (operadores de GLP), transportistas, fabricantes de equipos e instaladores -, las autoridades competentes y los consumidores, tienen todos responsabilidad en el campo de la seguridad.

➤ *Empresa comercializadora.*

Puede ser un comercializador principal o un suministrador contratado por la empresa comercializadora.

Será responsable de la calidad del GLP que suministre según especificaciones y de la cantidad (conformidad con el peso declarado).

Así mismo, como suele ser la propietaria de los depósitos y envases en los que suministra el GLP, tendrá que asegurar que se cumplan las normativas de diseño y fabricación prescritas, las inspecciones periódicas y el mantenimiento recomendado.

La empresa comercializadora deberá estar motivada para trabajar conjuntamente con los otros integrantes de esta industria para transmitir sus conocimientos de cara a una actitud coordinada hacia la buena práctica de la seguridad.

➤ *Transportista.*

Será responsable de tener equipos adecuados con el correcto mantenimiento. Cumpliendo las normas de transporte nacional e internacional.

➤ *Fabricante de equipos y aparatos.*

Los fabricantes de equipos tales como depósitos de almacenamiento, envases, reguladores, medidores, etc., deben garantizar que el equipo que se utiliza es el adecuado para el fin que se pretende, construyendo con la calidad de materiales adecuada y según las normas y especificaciones.

Los fabricantes de aparatos de gas serán responsables de que éstos tengan un diseño adecuado y operen con eficacia y seguridad con el tipo o los tipos de GLP que se comercializan en el mercado. Así mismo deberán facilitar al consumidor instrucciones claras de funcionamiento y seguridad.

Los equipos y aparatos de baja calidad aumentan el riesgo y por lo tanto no deberán tener cabida en esta industria del GLP

➤ *Instalador*

El instalador deberá ser competente y estar acreditado con la certificación adecuada, pues normalmente es el que alecciona al consumidor sobre las características de su instalación y su seguridad.

Las principales responsabilidades del instalador son:

- *Cumplimiento de la normativa y requisitos legales*
- *La instalación sea estanca y segura*
- *Se disponga de aire suficiente para la combustión y para la evacuación de los productos de la combustión.*
- *El consumidor o usuario comprende la operación normal de la instalación, sus necesidades de revisión y mantenimiento, y las medidas a tomar en caso de emergencia.*

➤ *Consumidor*

Se deberá facilitar al consumidor todas las advertencias e instrucciones de seguridad. Una vez facilitados, éste deberá respetarlas, revisando su instalación y haciendo uso correcto de ella.

6. Líneas de negocio en España

La producción mundial de GLP es aproximadamente 190 millones de Tm. que se consumen la mayor parte en los mercados locales.

El consumo en España es del orden de 2,5 millones de Tm.

La red de distribución del G.L.P. comienza con un número pequeño de grandes instalaciones y termina con un número elevado de consumidores, algunos grandes pero la mayoría pequeños. Algunos consumidores reciben el GLP en envases (botellas o bombonas) y otros lo reciben a granel.

La práctica de la seguridad se hace mas difícil cuanto mas avanza el GLP en la red de distribución.

Estas grandes instalaciones donde comienza la red de distribución son lo que denominamos Factorías, de las empresas comercializadoras.

Estas Factorías las podemos clasificar como nodrizas y receptoras. Las primeras son las que reciben el GLP directamente procedente de importación o procedente de una refinería próxima. Las segundas son las que lo reciben procedente de una nodriza.

De cualquier forma, en ambos tipos de Factoría, los principales procesos que se desarrollan son:

*Almacenamiento y mezclas
Envasado y trasvase*

La distribución del GLP puede ser en envases (bombonas) ó a granel, dependiendo de muchas consideraciones, tales como la aplicación, la escala de uso y la preferencia del consumidor. Esto nos lleva a definir tres grandes líneas de negocio:

- *Envasado.* Esta línea hace llegar al consumidor el producto en una bombona. Las hay de diferentes capacidades y diferente producto:

*butano (6 – 12,5 kg)
propano(11 kg)
mezcla de butano-propano (12 kg)
industrial de propano (35 kg)*

- *Propano granel.* Esta línea hace llegar a un depósito del consumidor (que puede ser una industria) ubicado en recinto de su propiedad, el producto a granel, mediante cisternas. Podríamos diferenciar dos tipos:
 - clásico (el depósito es propiedad del consumidor)
 - personalizado (el depósito es propiedad de la empresa comercializadora).

Otra característica de esta línea es que existe un único consumidor para cada depósito.

- *Canalizado.* Esta línea también hace llegar a un depósito el producto a granel, mediante cisternas. Pero la característica de esta línea es que existen varios consumidores para cada depósito o centro de almacenamiento, facturándole al consumidor por lectura del consumo de su contador. Podríamos diferenciar dos tipos:

Vivienda, con un centro de almacenamiento se atiende a los consumidores en un edificio ó pequeña urbanización.

Poblaciones, con un centro de almacenamiento suficientemente grande, se atiende a toda una población, por ejemplo Benidorm, etc.

7. Las seguridades en el GLP

Aunque mas adelante comentaremos particularizadas algunas aplicaciones de seguridad en el G.L.P, iniciamos este apartado con una pequeña reseña a las distintas tipologías de seguridad, estas són:

- *Laboral.* Desarrollada en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995 de 8 de Noviembre).
- *Industrial.* Desarrollada en la Ley de Prevención de Accidentes Graves (Seveso – II) (Real Decreto 1254/1999 de 16 de Julio). Otras reglamentaciones dentro de esta tipología son: El Reglamento de Seguridad en las Máquinas, etc.
- *De accesos.* Sistemas y controles que se implantan para impedir el acceso de personas o vehículos no deseados .” Security “. Ley 23/1992 de 30 de Julio, de Seguridad Privada.
- *Transporte.* Independientemente de las legislaciones europeas ADR y RID de las que hablaremos mas adelante, una de las últimas legislaciones publicadas es la referente a los Consejeros de Seguridad para Transporte de Mercancías Peligrosas (Real Decreto 1566/1999 de 8 de Octubre).

Como hemos dicho anteriormente, el GLP es potencialmente peligroso desde su producción hasta que ha sido consumido y los productos de la combustión han sido evacuados con seguridad, por ello, la seguridad proviene del entendimiento del comportamiento del GLP y su control, ya que cualquier escape incontrolado es un hecho peligroso, incluso el escape mas pequeño deberá recibir una atención urgente.

Los peligros comunmente asociados al GLP son el fuego y la explosión. Dado que los escapes de GLP incontrolados pueden acarrear consecuencias serias, el objetivo principal de un Programa de Seguridad del G.L.P. es el prevenir esto. Sin embargo, existen otros peligros inherentes a los centros de almacenamiento y productivos, en el proceso de envasado, el transporte, en la distribución de granel, prestando especial atención a los aparatos de consumo.

8. Instalaciones de seguridad en los centros de almacenamiento y productivos

La primera regla de seguridad es evitar cualquier escape incontrolado de GLP. Todos los sistemas deberán ser diseñados teniendo en cuenta este objetivo principal.

El enfoque tradicional de la seguridad se basaba en la utilización generosa del espacio y en los sistemas de defensa contra incendios (D.C.I.) en los casos de emergencia. Cada vez más este planteamiento esta dando paso al concepto pasivo de la seguridad mediante unos sistema de control de válvulas y equipos capaz de operar automáticamente y por control remoto.

La forma mas efectiva de combatir un fuego de GLP es cortando el suministro de gas. Si esto no se puede hacer, puede ser mas seguro permitir que el fuego se auto-extinga, esto es, dejar arder hasta que el GLP se agote, a no ser que el fuego pueda producir una escalada de la emergencia.

El agua es eficaz para enfriar los depósitos de GLP durante el fuego, y ayuda a mantener la temperatura de los depósitos y su contenido por debajo de niveles críticos. El chorro de agua en forma de cortina, puede ser efectivo para proteger a los bomberos que intenten cerrar las válvulas de suministro del GLP en las zonas afectadas por el calor, y para dispersar el vapor de GLP.

La Ley de Prevención de Accidentes Graves antes mencionada, que deriva de la Directiva Europea 96/82/EEC (Seveso II), hace énfasis en los sistemas de gestión de la seguridad, la valoración del riesgo, la formación y prácticas y las inspecciones periódicas que tienen que ser una parte importante en el programa de seguridad de una planta o factoría.

Concretando algunas de las instalaciones de seguridad existentes, se pueden citar:

- en el almacenamiento,
 - 1) cuando es necesario, sistemas de refrigeración mediante equipos de frio que permiten bajar la temperatura y la presión y
 - 2) válvulas de seguridad que permiten desalojar el gas al alcanzar una presión determinada.

- en emergencias, sistemas de D.C.I.
 - red de detectores de gas

- pulverización de agua a todas las esferas, depósitos, zonas de carga/descarga de cisternas y vagones, naves de envasado....con un caudal de 10 l/m²/min y una autonomía del almacenamiento de agua de 3 horas.
- hidrantes, para conexiones de mangueras
- monitores (brazos) fijos y teledirigidos a distancia
- extintores, de espuma seca ó CO₂

Además, revestimientos ignífugos en patas de esferas y canalizaciones de control importantes, mejoran la seguridad.

En los centros productivos y en la manipulación del G.L.P, es una causa de preocupación la descarga de electricidad estática, y por lo tanto las estructuras de acero, tuberías y hasta los uniformes de los operarios, deben considerar este riesgo, conectándose a tierra o siendo antiestáticos. Por ejemplo, los camiones cisterna deberán estar conectados a tierra antes de comenzar el trasvase de G.L.P.

Un concepto muy importante en el proceso productivo es “LA SEGURIDAD INTEGRADA”, que obedece a la idea de que las tareas relacionadas con la seguridad se engloban en una función más como la propia producción, el mantenimiento, el respeto al medio ambiente, etc.

Implica que:

- No existe personal específico de seguridad.
- Cada trabajador es responsable de los equipos a su cargo, de conocer la normativa y los procedimientos, etc, en materia de seguridad.
- Quien tiene personal a su cargo es responsable de la seguridad de su equipo y de que éste se encuentre formado e informado adecuadamente.
- Cada uno es responsable de cumplir las normas al respecto y de que el personal a sus ordenes las cumpla.

9. Seguridad en el proceso de envasado

Los envases deberán supervisarse antes y después del llenado para asegurar que están preparados para éste, que han sido llenados correctamente y no tendrán problemas durante su utilización.

Los envases o bombonas deberán fabricarse y mantenerse de acuerdo con las normas técnicas acreditadas y haber pasado los correspondientes controles de calidad. Todos los envases son sometidos a un control dimensional, a una inspección de las uniones soldadas y a una prueba hidráulica de presión a 30 kg/cm². Muestralmente se ensayan a rotura teniendo que soportar una presión mínima de 85 kg/cm².

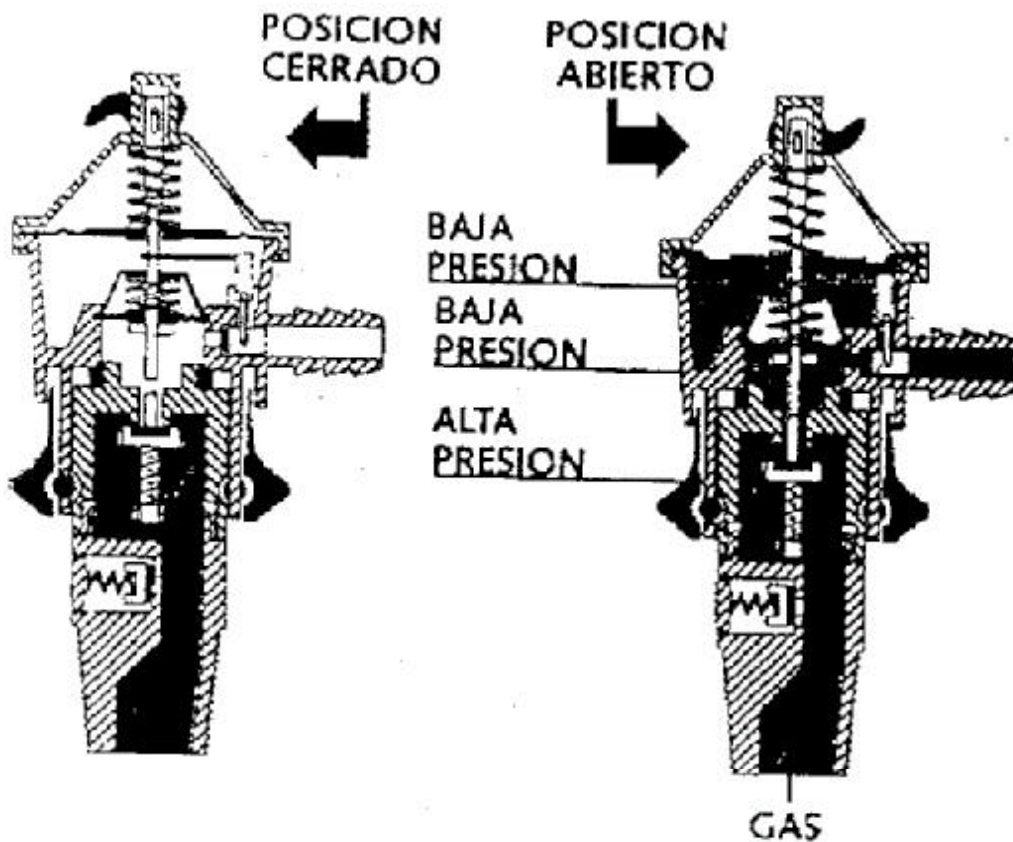
El estado de la válvula del envase y su correcto funcionamiento son cruciales en la seguridad. La válvula del envase tiene un doble propósito en tanto en cuanto se uso para la recarga así como para el suministro de gas al consumidor.

Dos componentes de ella son fundamentales:

El pisón. cuyo dimensionamiento debe ser muy preciso pues es el sistema que impide la salida de gas cuando el envase está almacenado ó esperando ser usado en el domicilio del consumidor.

La junta. es un componente de caucho que permite la estanquidad cuando se acopla el regulador para el consumo de gas.

Un accesorio muy ligado a la válvula e importante en la seguridad es el regulador antes mencionado, y que permite que el gas que sale del envase para consumo mantenga una presión a la salida, en el caso de regulador estandar, de aproximadamente 30 gr/cm². A continuación se representa un regulador acoplado a la válvula en las posiciones de cerrado y abierto.



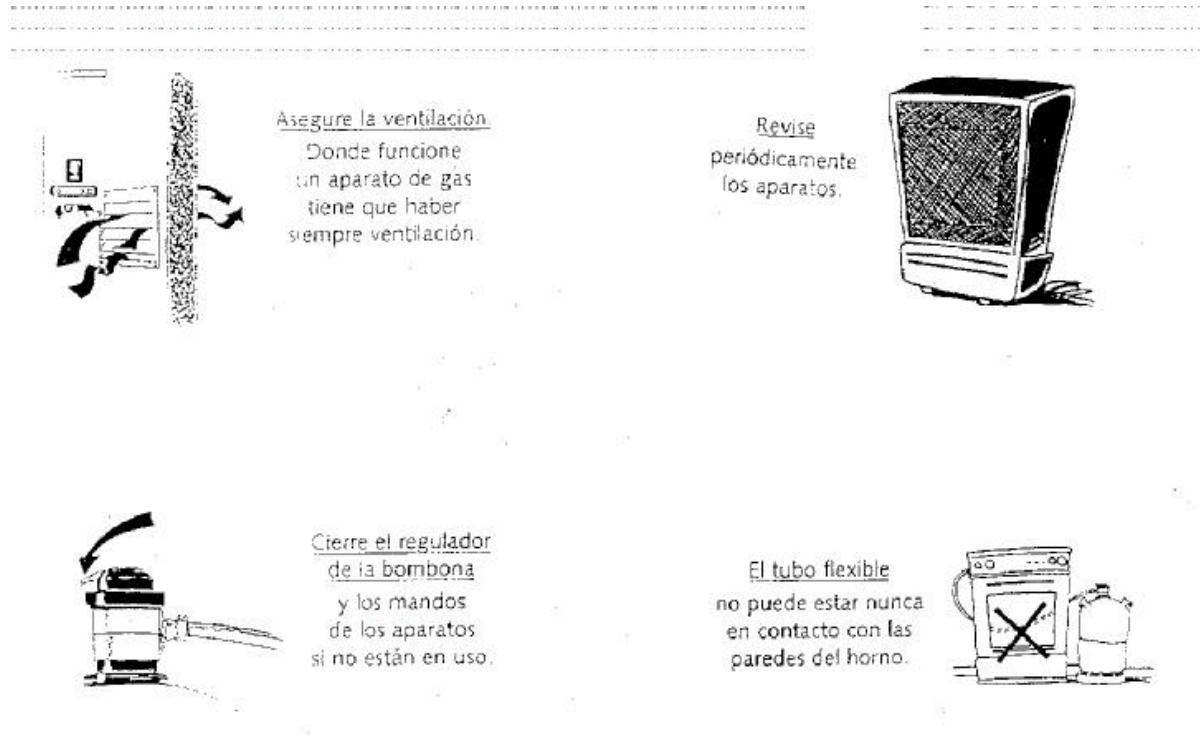
El proceso de llenado de los envases se efectúa por peso, debiendo respetar las tolerancias permitidas por la normativa. El sistema de llenado debe asegurar que no sobrepasa el volumen máximo permitido de llenado del envase, esto es, que no hay riesgo de que el envase se llene de líquido pues es altamente peligroso un envase sobrellenado.

Para alcanzar la seguridad precisa, un circuito de envasado tiene entre otras máquinas: un doble pesado (pesado y repesado), verificación de la estanquidad y control de fugas.

No debemos olvidar las seguridades que deben contemplar las instalaciones en los consumidores, para ello la reglamentación española obliga a:

- una inspección previa al alta, por un técnico cualificado,
- una revisión periódica cada 5 años por un instalador acreditado.

A continuación se indican algunas consideraciones elementales de seguridad a recordar:



10. Reglamentaciones de seguridad en el transporte

Hasta el año 1978 la construcción de cisternas se realizaba aplicando el “Reglamento de Recipientes a Presión”.

En el verano de 1978 tuvo lugar el desgraciado accidente de una cisterna en Los Alfaques. Podemos decir que en el transporte de mercancías peligrosas esa fecha marcó una nueva generación de normativas y requisitos en toda Europa.

Como consecuencia de ello, en el año 1979 se publican las “Normas de Construcción y Ensayo de Cisternas”.

Hasta el año 1998 coexistían dos reglamentaciones.

- Por carretera: En España regía el Reglamento de Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera (TPC) cuyo homólogo en Europa era el ADR.
- Por ferrocarril: Análogamente a la carretera, en España regía el Reglamento de Transporte de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril (TPF) cuyo homólogo en Europa era el RID.

En la actualidad, en 1998, el Real Decreto 2115/1998 de 2 de Octubre, Real Decreto 2225/1998 de 19 de Octubre, ADR B.O.E. 16 de Diciembre de 1998, RID B.O.E. 14 de Diciembre de 1998, que derogan el TPC y TPF, quedando únicamente de aplicación en España el ADR y el RID.

Hagamos una corta reseña a los paneles de identificación de peligro que llevan los productos aquí tratados, mezclas de G.L.P.

23
1965

La primera cifra de la parte superior indica el peligro principal, en este caso gas; la segunda cifra de la parte superior indica el peligro subsidiario, en este caso inflamable; el número que aparece en la parte inferior es un número ONU de identificación que se ha asignado a este producto.

11. Seguridad en la distribución de granel

En la industria del GLP, la distribución a granel se refiere al suministro desde un camión cisterna o un depósito fijo o depósitos.

La distribución a granel puede ser de “carga completa”, cuando el consumidor tiene un almacenamiento suficiente para aceptar el contenido completo del camión cisterna, en estos casos el sistema de trasvase está ubicado en la instalación; o de “carga parcial” cuando la carga del camión cisterna de GLP se distribuye entre varios consumidores, en este caso el equipo de trasvase va adaptado en el camión cisterna, concretamente una bomba que funciona con el motor del camión y su contador de caudal son partes esenciales de este equipo.

Además la cuba de la cisterna lleva al menos las seguridades obligadas por la reglamentación y que suelen ir instaladas en el interior del depósito (cuba) de manera que el mismo depósito sirva de protección minimizando los riesgos de impacto e impida el acceso no autorizado.

El momento de la entrega, por ejemplo conexión, bombeo y desconexión, es normalmente el de mayor riesgo y requiere la entera atención del conductor- operario.

La carga/descarga se puede efectuar con bomba, aspirando fase líquida; o con compresor presionando la fase gas que en consecuencia empuja a la fase líquida.

Al igual que lo comentado en los envases, en los depósitos de las cisternas hay que controlar el grado de llenado para impedir situaciones peligrosas de sobrellenado; por ello es obligatorio el pesaje de los vehículos.

Otras seguridades que se deben contemplar en el vehículo son:

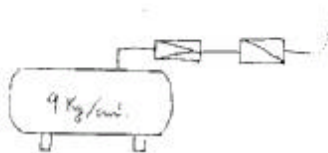
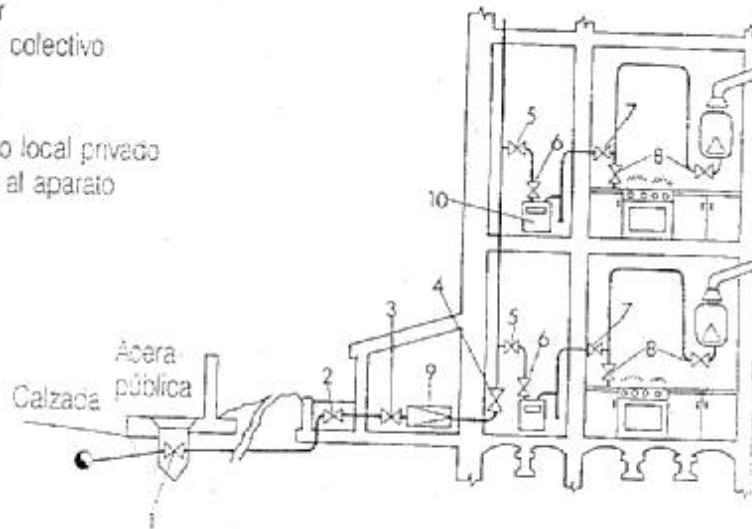
- Verificar el check-list
- Respetar el límite de velocidad – tacógrafo
- Restricción de itinerarios: en itinerarios coincidentes circular por autovías o autopistas.
- Durante operaciones de trasvase:
 - . calzar la cisterna en ambos sentidos
 - . conectar cable de puesta a tierra
 - . comprobar la seguridad de la zona próxima

Así mismo, las instalaciones receptoras del producto deben seguir los criterios de seguridad fijados en la reglamentación, esto es;

- o en las redes se harán pruebas de estanquidad cada dos años cuando están situadas en núcleos urbanos y cada cuatro años cuando están fuera de los núcleos urbanos.
- o En los depósitos de almacenamiento se verifican cada año la protección catódica con anodos de sacrificio, cada tres años la protección catódica por corriente impresa, cada cuatro años la estanquidad, también cada cuatro años se harán las pruebas del depósito, de la instalación y de la instalación receptora del consumidor, y cada doce años se hace la prueba de presión hidráulica.

A continuación se hace un pequeño croquis de una instalación de granel donde también se reflejan unas presiones orientativas en cada zona de la fase gaseosa de consumo.

1. Llave de acometida
2. Llave de edificio
3. Llave de regulador
4. Llave de montante colectivo
5. Llave de abonado
6. Llave de contador
7. Llave de vivienda o local privado
8. Llave de conexión al aparato
9. Regulador
10. Contador



$$850 - 1500 \text{ g/cm}^2 \quad \sim \quad 37 \text{ g/cant.}$$

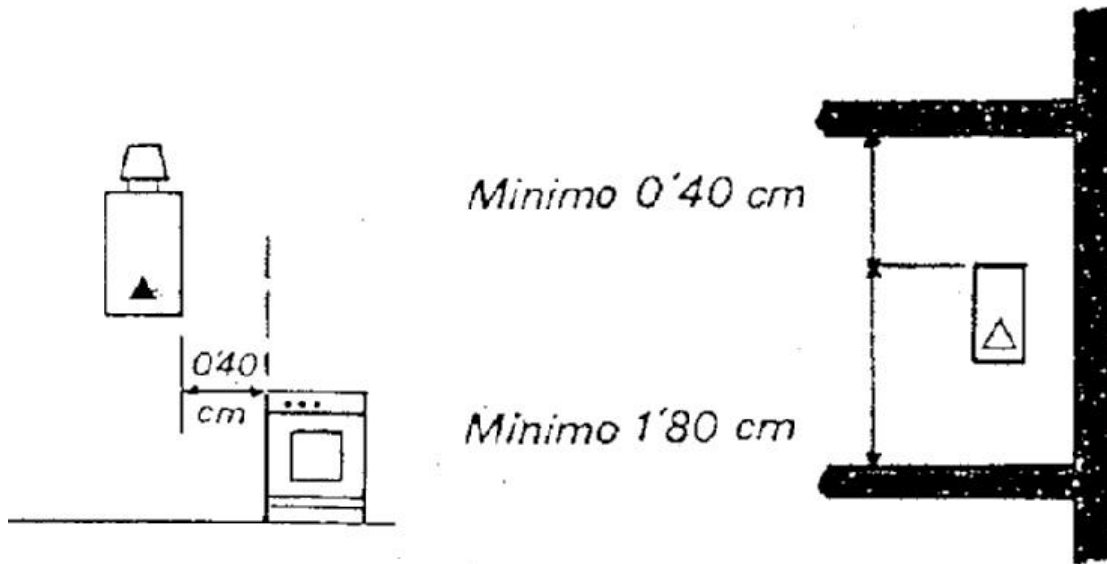
12. Aparatos. Dispositivos de seguridad

Como ya se ha indicado, la práctica de la seguridad se hace más difícil cuanto más avanza el GLP en la red de distribución, y los aparatos son lo más próximo al consumidor. Por ello hay que recordar que los aparatos de baja calidad aumentan el riesgo y por lo tanto no deberán tener cabida en la industria del GLP.

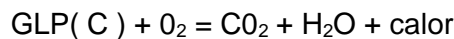
Para la instalación de aparatos existen unas normas básicas que se deben cumplir, por ejemplo:

- ❑ Verificar que el aparato está preparado, para el tipo de gas
- ❑ El tubo de alimentación a la cocina, por la derecha, izquierda o parte trasera, nunca puede estar en contacto con partes calientes.

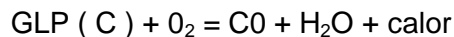
- ❑ El tubo de alimentación a la cocina debe ser accesible y quedar fuera de la acción de las llamas.
- ❑ Los calentadores, tienen que estar a una determinada distancia del techo (> 0,40 m) y del suelo (>1,80 m), y además su proyección distará mas de 0,40 m. de otro aparato de consumo.



- la ventilación debe ser adecuada, para evitar la acumulación de gas, facilitar la correcta combustión



- e impedir la incorrecta combustión



Por lo anterior, destacan dos dispositivos de seguridad que deberían incorporar todos los aparatos:

- dispositivo que garantice el encendido cuando sale el gas, o lo que es lo mismo impide la salida del gas cuando el aparato se apaga (termopar).
- dispositivo analizador de atmósfera que detecte el monóxido de carbono (CO).

13. Referencias

- ❖ Los G.L.P
- ❖ WLPGA
- ❖ Reglamentaciones y Normativas.

Seguridad en instalaciones con riesgo de incendio y explosión

Carlos Fernández Ramón
Dr.Ingeniero de Minas
Director del Laboratorio Oficial Madariada

D. Pablo Reina Peral
Ingeniero de Minas
Profesor de la ETSIM de la UPM

INDICE

1. Introducción	1
2. Equipos y sistemas de protección. Directiva ATEX 100	2
2.1. Clasificación de los equipos y sistemas de protección	4
2.2. Requisitos esenciales de seguridad	6
2.3. Acreditación de la conformidad a los requisitos esenciales de seguridad	7
3. Salud y Seguridad Laboral. Directiva ATEX 137	12
3.1. Clasificación de emplazamientos	12
3.2. Disposiciones mínimas de seguridad	13
3.3. Adecuación de equipos e instalaciones	15
4. Directivas específicas	17
4.1. Directiva Europea 92/104/CEE	17
4.2. Directiva Europea 92/91/CEE	18
5. Bibliografía	19

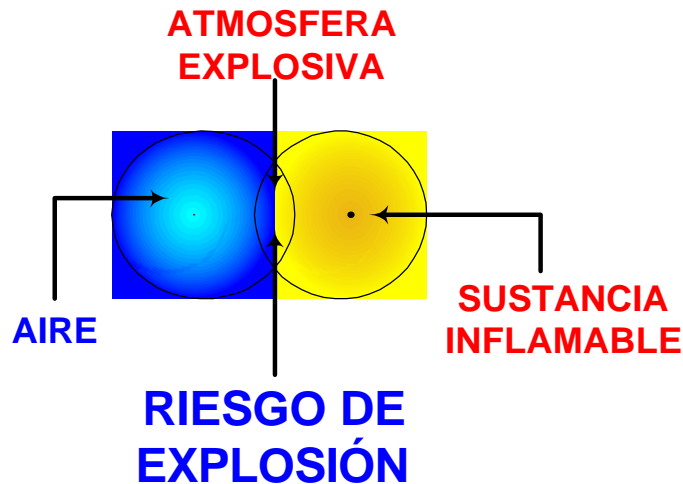
1.- Introducción.

Los emplazamientos con riesgo de incendio y/o explosión, tradicionalmente han quedado englobadas en el término “Atmósferas Explosivas” con el que más comúnmente se les denomina.

Actualmente, todos los aspectos de seguridad, seguridad de los productos y seguridad en el trabajo, quedan establecidas por directivas de la Unión Europea.

La definición de “Atmósfera Explosiva” puede encontrarse en el artículo 2 de la Directiva 1999/92/CE del 16 de diciembre de 1999.

“Se entenderá por ATMÓSFERA EXPLOSIVA la mezcla con AIRE, en CONDICIONES ATMOSFÉRICAS de sustancias inflamables en forma de GAS VAPOR, NIEBLA o POLVO, en la que tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada.”



Es importante destacar que es una mezcla con aire de una gas, vapor, niebla o polvo

susceptibles de ser inflamados, y por tanto no se aplica a explosivos, ni a sustancias pirotécnicas. Otro aspecto a tener en cuenta es que se consideran condiciones atmosféricas, no contemplándose aquellas atmósferas explosivas que se produzcan en condiciones de alta presión o alta temperatura.

Para que se produzca una explosión deben confluír una serie de factores, como son la existencia de una sustancia inflamable (gas, vapor, niebla o polvo), y de un oxidante (aire) en un intervalo de concentración determinado, que da lugar a la atmósfera explosiva. Estas circunstancias dan lugar a la existencia de un riesgo de explosión, que se convierte en un hecho si al mismo tiempo existe una fuente energética capaz de iniciar la reacción.

En un emplazamiento con una atmósfera explosiva hay que tener en cuenta dos aspectos distintos: de una parte está el que los equipos que van a ser instalados en dicha zona deben ser seguros y no susceptible de iniciar una explosión; de otra parte está la forma en la que se trabaja en dicha zona peligrosa.

Por el lado de la seguridad de los productos, y en relación con los equipos y productos para uso en atmósferas explosivas, la Directiva 94/9/CE “Equipos y Sistemas de Protección previstos para su uso en atmósferas potencialmente explosivas”, establece los Requisitos Esenciales de Seguridad que deben cumplir los productos que estén previsto para su instalación en un emplazamiento donde pueda presentarse una atmósfera explosiva, así como los procedimientos para la acreditación de la conformidad, todo ello dentro de los criterios generales conocidos como “del Nuevo Enfoque”, y por tanto afecta a los fabricantes de dichos equipos.

Por el lado de la seguridad laboral, la referencia fundamental ha de hacerse a la Directiva 1999/92/CE “Disposiciones Mínimas de Seguridad para la mejora de la seguridad y salud de los trabajadores expuestos a riesgos derivados de Atmósferas Explosivas”, aunque el marco de las industrias extractivas, quedan excluidas por ya tener su regulación específica que incluye el riesgo de explosión, y que desarrolla lo establecido en la Directiva 89/391/CEE relativa a la “aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo” (Directiva MARCO). Establece el modo de operación dentro de la instalación, así como la adecuación de los equipos a las zonas de trabajo definidas bajo esta Directiva, afectando a la responsabilidad del empresario en el ámbito de la seguridad.

Históricamente, la realización de operaciones en ambientes con riesgo de explosión ha estado reglamentada en diferentes textos reglamentarios sin un criterio unificador, y siempre enfocado al riesgo de iniciación de la explosión a partir de una manifestación energética de un equipo eléctrico. Los reglamentos mas significativos en este campo son:

- Real Decreto 2295/1985, de 9 de Octubre (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión), y concretamente la Instrucción Técnica Complementaria MI BT 026)
- Real Decreto 863/1985, de 2 de Abril (Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera) y en particular el capítulo 7º y las Instrucciones Técnicas Complementarias que lo desarrollan.
- Real Decreto 74/1992, de 31 de Enero (Reglamento Nacional de Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera).
- Real Decreto 2085/1994 de 20 de Octubre (Reglamento de instalaciones petrolíferas)

Haciendo referencia a las regulaciones de la Unión Europea que establecen los criterios legislativos, se pasa seguidamente repaso al marco legislativo.

2. Equipos y sistemas de protección. Directiva ATEX 100

La Directiva Europea 94/9/CE sobre “Equipos y Sistemas de Protección previstos para su uso en atmósferas potencialmente explosivas”, también denominada directiva ATEX 100 en referencia al artículo 100 del tratado de la Unión Europea, contempla los aspectos de diseño y construcción de aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas. Esta directiva se adopta el 23 de Marzo de 1994 y entró en vigor el 1 de marzo de 1996, teniendo como propósito la eliminación barreras comerciales dentro del Área Económica Europea. Esta directiva ha sido traspuesta al ordenamiento jurídico español, mediante el Real Decreto 400/1996, de 1 de Marzo.

Al contrario que sus predecesoras las Directivas 76/117/CEE (atmósferas explosivas), y 82/130/CEE (para minas grisúosas), directivas de “antiguo enfoque”, la directiva “ATEX” del “nuevo enfoque”, incluye en un único documento referencias a equipos y sistemas tanto eléctricos como no eléctricos, así como a la industria minera (grupo I) como a la no minera (grupo II). Asimismo, se referencia no solamente materiales y equipos que pueden causar una explosión, sino también los dispositivos y sistemas de prevención y protección previsto para impedir la iniciación de una explosión, o la limitación de los efectos que ellas producirían.

También difiere ésta, respecto de las anteriores directivas, en la referencia a los “Requisitos Esenciales de Seguridad” recogidos en ella, aplicable a equipos y sistemas, en contraposición con la lista de normas armonizadas que figuraban en los anexos de las directivas del antiguo enfoque, y que solo afectaban a equipos eléctricos y a atmósferas explosivas que pudieran generarse a partir de gases o vapores.

La aplicación se extiende desde simples componentes a máquinas completas y en la terminología aparecen palabras tales como aparatos, sistemas, dispositivos, componentes ..., que de forma intencionada, pretenden describir o identificar claramente una pieza particular de un material o equipo.

Para equipos eléctricos destinados a operar en atmósferas potencialmente explosivas seguirán siendo de aplicación las anteriores directivas (construidos y certificados bajo la normas armonizadas) hasta el 30 de junio de 2003. A partir del 1 de julio de 2003, cualquier aparato o sistema de protección deberá ser conforme con la directiva ATEX 100 para poder ser comercializado dentro de la Unión Europea. Esta conformidad incluye:

- Cumplir con todos los Requisitos Esenciales de Seguridad aplicables
- Disponer, según la categoría de los equipos y para todos los sistemas, de un Certificado de Examen CE de Tipo, emitido por un Organismo Notificado
- Estar sujeto, según la categoría de los equipos y para todos los sistemas, al control de la fabricación por parte de un Organismo Notificado
- Emisión de la Declaración de Conformidad CE
- Marcado CE de los equipos

En el alcance de la Directiva ATEX 100, se establece que es de aplicación a aparatos y sistemas de protección eléctricos y no eléctricos para empleo en industria de superficie, minería subterránea y plataformas marinas fijas. De forma específica el alcance de la directiva, de acuerdo a su texto, se extiende a:

- Aparatos definidos como máquinas, materiales, dispositivos fijos y móviles, los órganos de control y la instrumentación, los sistemas de detección y prevención que, solos o combinados, se destinan a la producción, transporte, almacenamiento, medición, regulación, conversión de energía y transformación de materiales y que, por las fuentes de ignición que los caracterizan, pueden desencadenar una explosión.
- Sistemas de protección definidos como dispositivos, distintos de los componentes definidos anteriormente, cuya función es la de detener inmediatamente las explosiones incipientes y/o limitar la zona afectada por una explosión, y que se comercializan, por separado, como sistemas con funciones autónomas.
- Dispositivos de seguridad, control y regulación previstos para su uso fuera de una atmósfera potencialmente explosiva pero requeridos para funcionamiento seguro de aparatos y sistemas de protección que están ubicados en ambientes explosivos.
- Componentes definidos como las piezas que son esenciales para el funcionamiento seguro de los aparatos y sistemas de protección, pero que no tienen función autónoma.

2.1.- Clasificación de los equipos y sistemas de protección

Los equipos y sistemas de protección para atmósferas explosivas, se clasifican según diferentes criterios. Estas clasificaciones, al ir marcadas sobre los materiales, permiten una indicación más clara al usuario para su empleo seguro.

- Por el estado de la sustancia combustible, en **Clases**

Clase I: La sustancia combustible se presenta en forma de gas, vapor o niebla.

Clase II: La sustancia combustible se presenta en forma de polvo combustible.

- Por el ambiente industrial en que está prevista su instalación, en **Grupos**

Grupo I, el correspondiente a aparatos y sistemas de protección para minería subterránea o zonas superficiales de las minas en las que se puede presentar mezclas explosivas de gases y polvos.

Grupo II para el resto de instalaciones con presencia de atmósfera explosiva. Al contrario que en las anteriores, ahora se establecen categorías de material en relación con las zonas de ubicación de los aparatos y de los sistemas de protección o de su nivel de seguridad.

- Por la sensibilidad de la sustancia a la iniciación de la explosión por arco eléctrico o por llama, en **Subgrupos**

En función del IEMS (Intersticio Experimental Máximo de Seguridad) como medida de la sensibilidad a la llama, y de la EMI (Energía Mínima de Ignición) como una medida de la sensibilidad al arco eléctrico, el Grupo II se subdividen en Subgrupos:

Subgrupo IIA	EMI= 250 μ J	IEMS=0,92 mm
Subgrupo IIB	EMI= 96 μ J	IEMS=0,65 mm
Subgrupo IIC	EMI= 20 μ J	IEMS=0,35 mm

- Por la sensibilidad de la sustancia a la iniciación de la explosión por contacto con una superficie caliente, en **Clases Térmicas**

En la tabla se recoge la clasificación aplicable la Case I, Grupo II.

Clase de Temperatura	Temperatura Superficial Máxima
T1	450 °C
T2	300 °C
T3	200 °C
T4	135 °C
T5	100 °C
T6	85 °C

Considerándose una temperatura ambiente de 40 °C.

A estos efectos, para el caso de minas con grisú (Grupo I), se admite una temperatura superficial máxima de 450 °C si solo se considera el metano del grisú, pero que se reduce a 150 °C si puede formarse una capa de polvo de carbón sobre la superficie del equipo.

- Por la probabilidad de que los equipos aporten una fuente de energía que desencadene la explosión, en **Categorías**

En función del nivel de seguridad se establecen dos categorías para el Grupo I (M1 y M2) y tres categorías para el Grupo II (1, 2 y 3).

Categoría M1 y 1, comprende los aparatos diseñados y, si es necesario, equipados con medios de protección especiales, de manera que puedan funcionar dentro de los parámetros operativos especificados por el fabricante y asegurar un nivel de protección muy alto. Los aparatos de esta categoría deben estar previstos para utilizarse en ambientes en los que se produzcan de forma constante, duradera o frecuente mezclas explosivas de gases, vapores, nieblas o polvos. Los aparatos de categoría M1 son normalmente destinados a operar de forma continua aún con la presencia de atmósferas explosivas. Estos aparatos deben de asegurar el nivel de protección aún en el caso de avería infrecuente, de forma que:

- en caso de fallo de uno de los medios de protección, al menos un segundo medio independiente asegure el nivel de protección requerido

- en caso de que se produzcan dos fallos independientes, esté asegurado el nivel de protección requerido

Categoría M2 y 2, comprende los aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y basados en un alto nivel de protección. Los aparatos de esta categoría están destinados a utilizarse en un ambiente en el que sea probable la presencia de una atmósfera explosiva y asegurarán el nivel de protección requerido, aún en el caso de avería frecuente o de fallos de funcionamiento que habitualmente se tienen en cuenta. Los aparatos de categoría M2 son normalmente aquellos que, en caso de detección de una atmósfera explosiva (por encima del nivel de concentración fijado reglamentariamente), deberá poder cortarse su alimentación energética.

Categoría 3, comprende los aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un nivel de protección normal. Los aparatos de esta categoría están destinados a utilizarse en un ambiente en el que sea poco probable e infrecuente la formación de mezclas explosivas, y cuando ocurre su presencia es de corta duración.

2.2.-Requisitos esenciales de seguridad

Los aparatos, sistemas de protección, dispositivos de seguridad y componentes deben satisfacer los requisitos esenciales de seguridad que les sean de aplicación, y que figuran en el anexo II de la Directiva.

La redacción de estos requisitos está realizada para permitir una adaptación sencilla al avance tecnológico. Básicamente, los requisitos esenciales de seguridad incluyen:

- Los medios generales para prevenir la formación de una atmósfera explosiva por parte de los aparatos, sistemas de protección y dispositivos de seguridad.
- Los medios para prevenir la ignición de una atmósfera explosiva con origen energético eléctrico y no eléctrico.
- Los medios para detener o limitar en extensión una explosión incipiente.

Asimismo, se cubren de forma expresa ciertos aspectos tales como:

- la selección de los materiales
- el diseño y la fabricación
- los focos potenciales de ignición
- los peligros por influencias externas
- los requisitos para los equipos que contribuyen a la seguridad
- los requisitos para los sistemas de protección

Como en el conjunto de las directivas del Nuevo Enfoque, la norma que el diseñador aplica para cumplir los requisitos esenciales de seguridad, tiene un carácter voluntario,

aunque el cumplimiento de normas armonizadas le da una “presunción de conformidad”. Tácitamente se admite una prelación en las normas que se aplican, y que puede esquematizarse como:

- Norma europea armonizada
- Norma CEN o CENELEC
- Proyecto de norma CEN o CENELEC en fase de borrador final
- Norma nacional de un Estado Miembro de la U.E.
- Norma ISO o CEI
- Criterio del Organismo Notificado
- Cualquier otra norma

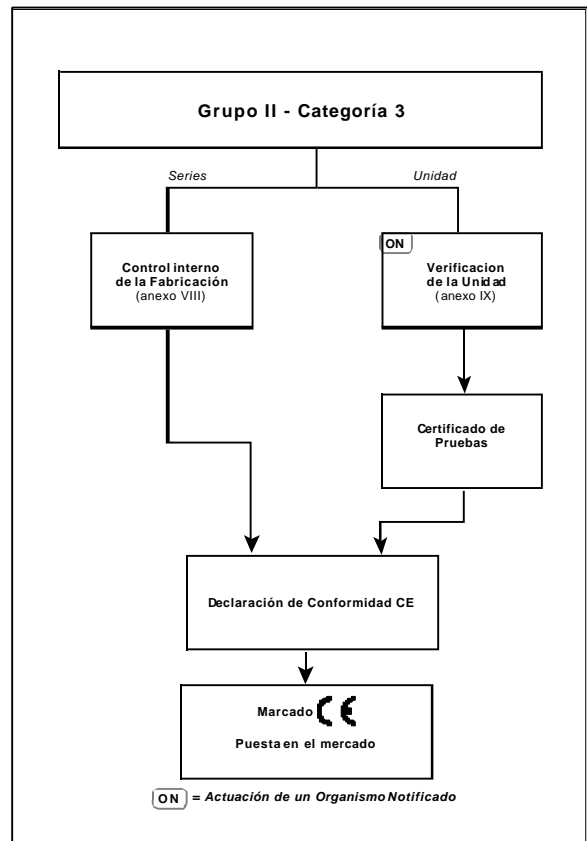
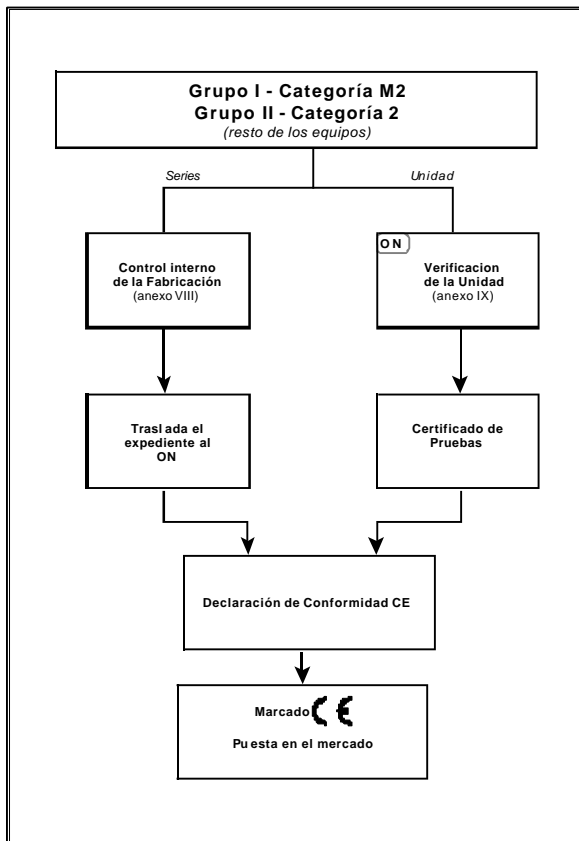
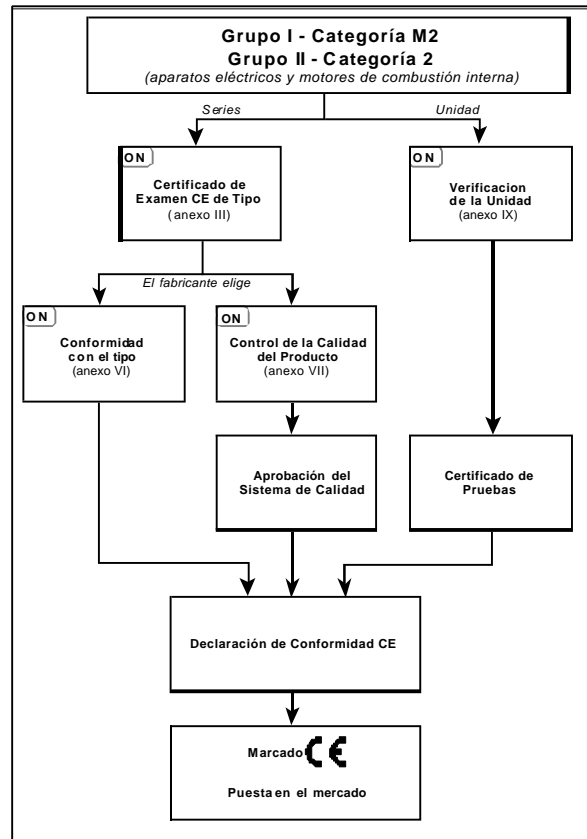
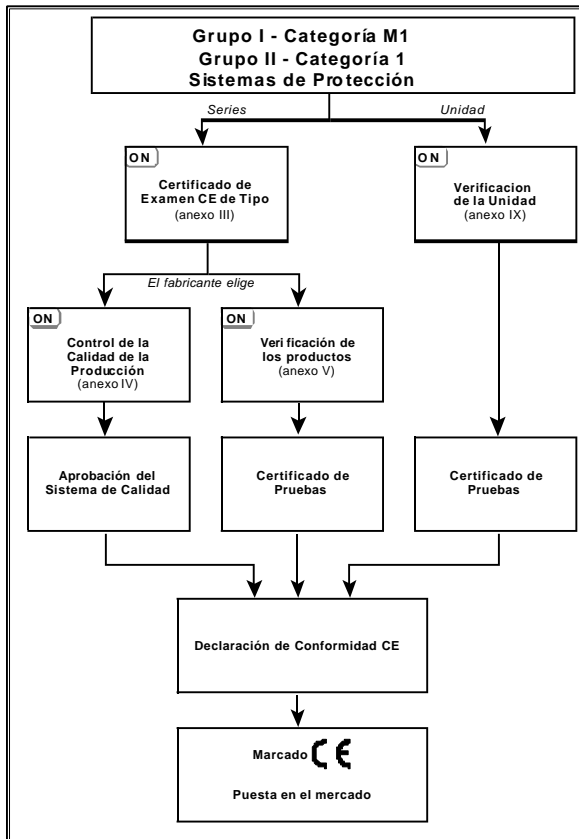
2.3.- Acreditación de la conformidad a los requisitos esenciales de seguridad

Puesta en el mercado

Los aparatos y sistemas de protección previstos para ser comercializados en la Unión Europea deberán disponer del **Marcado CE** y disponer de una **Declaración de Conformidad CE**, emitida por el fabricante o representante legal, mediante la que atestigua, bajo su exclusiva responsabilidad, que el aparato en cuestión es conforme a los requisitos esenciales de seguridad. Dicha declaración se realiza tomando como base a la directiva 94/9/CE y a todas aquellas otras directivas aplicables al aparato en cuestión.

El procedimiento que debe seguir el fabricante, aunque sigue las reglas generales de los módulos definidos por el Nuevo Enfoque, utiliza caminos diferentes en función de la categoría de conformidad del aparato, y del tipo de aparato. En las figuras adjuntas se detallan los distintos procedimientos de obtención del mercado.

PROCEDIMIENTOS DE OBTENCIÓN DEL MARCADO



Seguidamente se definen los “módulos” aplicables para los aparatos y sistemas para atmósferas potencialmente explosivas.

⇒ **Certificado de examen CE de tipo**

Es el procedimiento por el cual un Organismo Notificado comprueba y certifica que un ejemplar representativo -tipo- de la producción considerada cumple con los requisitos de la directiva que le son aplicables.

El solicitante pone a disposición del organismo notificado una o varias muestras junto con la documentación técnica adecuada para la realización de verificaciones y ensayos, que consistirá en:

- una descripción general
- planos, esquemas, etc, de diseño y de fabricación
- descripciones y explicaciones para aclaración de planos y esquemas y funcionamiento
- una lista de normas a que se refiere el artículo 5 de la directiva (armonizadas), aplicadas total o parcialmente y una descripción de las soluciones adoptadas para cumplir con los requisitos esenciales, no recogidos en las mencionadas normas
- resultados de cálculos de diseño y de los exámenes efectuados
- informes sobre pruebas

⇒ **Control de la producción**

De acuerdo a la categoría del producto, el fabricante o representante legal puede optar por uno de los diversos módulos de control de la producción, como a continuación se definen.

➤ **Garantía de la calidad de la producción (anexo IV).**

Describe el procedimiento por el cual el fabricante garantiza y declara que los productos son conformes al tipo descrito en el Certificado de Examen CE de tipo y satisface los requisitos de la directiva que le son aplicables.

El fabricante deberá aplicar un sistema aprobado de la calidad, la inspección final del producto y las pruebas necesarias. El sistema de calidad será evaluado por un Organismo Notificado, que efectuará auditoría periódicas de verificación. La evaluación del sistema de calidad se recoge en un informe de la inspección. El fabricante marcará los productos con el número de identificación del Organismo Notificado a continuación de la marca CE.

➤ **Verificación de los productos (anexo V).**

Describe el procedimiento mediante el cual el fabricante o su representante legal garantiza y declara que los aparatos son conformes con el tipo descrito en el Certificado de Examen CE de Tipo y con los requisitos aplicables de la directiva. Un Organismo Notificado efectuará las verificaciones y ensayos sobre cada uno de los

aparatos, estampando sobre ellos su número de identificación, expidiendo un certificado de las pruebas efectuadas.

➤ *Conformidad con el tipo (anexo VI).*

Es el procedimiento mediante el cual el fabricante o representante declara que los aparatos son conformes con el tipo objeto del Certificado de Examen CE de Tipo. El fabricante o representante emitirá una declaración de conformidad al respecto, quien asegurará los medios de fabricación apropiados para tal fin, marcando cada aparato con el número de identificación del Organismo Notificado que ha supervisado las pruebas a realizar.

➤ *Garantía de la calidad del producto (anexo VII).*

Es el procedimiento mediante el cual el fabricante empleará un sistema de calidad aprobado basado en la inspección final del producto y declara que los aparatos son conformes con el tipo, objeto del Certificado de Examen CE de Tipo.

El sistema de calidad será evaluado por un Organismo Notificado, que efectuará auditoría periódicas de verificación. La evaluación del sistema de calidad se recoge en un informe de la inspección. El fabricante marcará los productos con el número de identificación del Organismo Notificado a continuación de la marca CE.

➤ *Control interno de la fabricación (anexo VIII).*

Es el procedimiento mediante el cual el fabricante o representante garantiza y declara que los aparatos cumplen con los requisitos aplicables de la directiva. El fabricante adoptará todas las medidas necesarias para que el proceso de fabricación garantice la conformidad de los aparatos con los requisitos aplicables.

Marcado

La directiva establece cómo han de marcarse los equipos. Adicionalmente las normas de aplicación podrán señalar el marcado "normativo" previsto para los aparatos.

El marcado según directiva consistirá en el símbolo CE, seguido en algunos casos de número de identificación del Organismo Notificado involucrado en la etapa para el aseguramiento del control de la producción o de las pruebas por unidad. No se dispondrá



de este símbolo en el marcado de componentes.

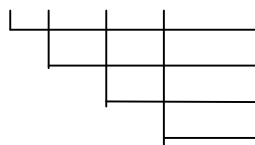
El marcado se complementa con la marca distintiva de material para atmósferas explosivas, seguido de la Categoría y, para los equipos no mineros (aparatos del Grupo

II), la indicación relativa si el aparato está previsto para su uso en atmósferas explosivas gaseosas (G) y/o en atmósferas explosivas con polvo inflamables (D), tal como se muestra en el siguiente ejemplo:



Adicionalmente, dispondrá del marcado normativo que establece el código específico del modo o modos de protección, tal y como ya se utilizaba para los equipos eléctricos. Ejemplo de esto sería:

EEx ia IIC T6



Sistema normativo
Modo de protección
Subgrupo
Case de temperatura

Documentación

Junto con cada unidad con marcado CE ATEX, se debe suministrar:

- ⇒ La Declaración de Conformidad
- ⇒ El manual de instrucciones en versión original y en el idioma del usuario que, al menos, deberá incluir:
 - información relativa al marcado y a la facilitación del mantenimiento.
 - instrucciones de seguridad relativas a la puesta en servicio, uso, montaje y desmontaje, mantenimiento y reparación, instalación y ajuste.
 - cuando proceda, indicación de las zonas peligrosas de alivio de presión, las relativas a la formación del usuario, los detalles acerca de la utilización en el lugar y en las condiciones previstas, los parámetros o magnitudes o valores límite del aparato y las condiciones especiales de utilización.
 - todas aquellas instrucciones, planos y esquemas que resulten útiles desde el punto de vista de la seguridad.

3. Salud y Seguridad Laboral. Directiva ATEX 137

La Directiva Europea 1999/92/CE, de 16 de diciembre, relativa a las “Disposiciones Mínimas para la Mejora de la protección de la Salud y la Seguridad de los Trabajadores expuestos a los riesgos derivados de Atmósferas Explosivas”, también denominada directiva ATEX 137 en referencia al artículo 137 del tratado de la Unión Europea, contempla la adecuación de los equipos a instalar en emplazamientos donde existe una determinada probabilidad de existencia de atmósfera explosiva.

Según el artículo 137 del Tratado de la Unión Europea, el Consejo puede adoptar, mediante directivas, las disposiciones mínimas para promover la mejora del entorno de trabajo con el fin de garantizar una mejor protección de la seguridad y de la salud de los trabajadores.

Esta directiva surge como complemento de la 94/9/CE, para cubrir los peligros de explosión relacionados con el uso y los métodos de instalación de los equipos en ambientes con riesgo, está basada en el artículo 137 del Tratado, según el apartado 1 del artículo 16º de la Directiva 89/391/CEE.

Esta Directiva no será de aplicación a:

- Áreas utilizadas para tratamiento médico
- Aparatos de gas conformes a la Directiva 90/396/CEE
- A la manipulación, utilización, almacenamiento, y transporte de explosivos o sustancias químicamente inestables
- Industrias extractivas bajo las Directivas 92//91/CEE y 92/104/CEE
- Utilización de medios de transporte terrestre, marítimo y aéreo a los que se aplican los convenios internacionales como el ADNR, ADR.

pero no están excluidos los medios de transporte diseñados para su uso en una atmósfera potencialmente explosiva.

En la sección II de la Directiva se definen las obligaciones del empresario con arreglo al apartado 2 del artículo 6 de la Directiva 89/391/CEE. Éste debe disponer los medios, tanto técnicos como organizativos, necesarios para evitar la formación de una atmósfera explosiva, y si no se puede evitar la existencia de esta, impedir su posible ignición. En caso de producirse una explosión el empresario tratará de atenuar en lo posible los efectos de la misma.

Para conseguir sus objetivos, el empresario deberá realizar una evaluación de riesgos (apartado 3 del artículo 6 y apartado 1 del artículo 9 de la Directiva 89/391/CEE), en el que deberá contemplar, al menos:

- La probabilidad de formación y duración de una atmósfera explosiva.
- La probabilidad de presencia de una fuente de ignición, incluyendo descargas electrostáticas.
- Estudiar las instalaciones, las sustancias que se emplean y los procesos, así como sus posibles interacciones.
- Evaluar los efectos que tendría un accidente.

3.1.- Clasificación de emplazamientos

Con objeto de evitar en lo posible el riesgo de explosión, el empresario deberá estudiar su instalación valorando las probabilidades que en ella existen de formación de atmósfera explosiva, a esto se le denomina Clasificación de Zonas (artículo 7) y consiste en determinar en que áreas existe la posibilidad de tener riesgo de explosión (anexo I). Según el anexo I de la presente directiva se considera “área de riesgo” a aquella en la que pueden formarse atmósferas explosivas en cantidades tales que resulte necesaria la adopción de precauciones especiales para proteger la seguridad y salud de los trabajadores afectados. En la Clasificación de Zonas (ver cuadro adjunto) se definen unas áreas, que dependen del tipo de sustancia que origine la atmósfera explosiva, pudiendo ser gaseosa o pulverulenta.

GASES	POLVOS
ZONA 0	ZONA 20
ATMÓSFERA EXPLOSIVA PRESENTE DE MODO PERMANENTE, TIEMPO PROLONGADO, FRECUENTEMENTE	
ZONA 1	ZONA 21
FORMACIÓN OCASIONAL EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACIÓN	
ZONA 2	ZONA 22
FORMACIÓN EN CONDICIONES ANORMALES, SUBSISTE DURANTE UN TIEMPO BREVE	
ZONA SIN RIESGO	
NO CABE ESPERAR LA FORMACIÓN ATMÓSFERA EXPLOSIVA	

3.2.- Disposiciones mínimas de seguridad

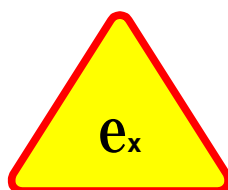
En la directiva se establecen las disposiciones mínimas para mejorar la seguridad de los trabajadores expuestos a una atmósfera explosiva.

El empresario debe asegurarse de la adecuada formación y protección de los trabajadores, y si es necesario deberá definir por escrito las instrucciones de trabajo en un área con riesgo, así como definir un sistema de permisos de trabajo para operaciones que puedan conllevar un riesgo, bien por ellas mismas o por una interacción con otras actividades.

Desde el punto de vista técnico el empresario deberá tomar una serie de medidas mínimas para protección contra explosiones:

- Contener, controlar o evacuar a zona segura, todo escape intencionado o no de gases, vapores, nieblas o polvos inflamables.
- Si existe mezcla de sustancias inflamables tomar las medidas adecuadas para cubrir el mayor riesgo potencial.
- Considerar las posibles fuentes de ignición teniendo presente las descargas electrostáticas como una fuente más y adecuando la ropa y material de trabajo a tales circunstancias.

- Adoptar todas medidas necesarias para minimizar el riesgo de explosión asegurándose que los lugares de trabajo, los equipos y los dispositivos de conexión son los adecuados, además de ser instalados, ensamblados, mantenidos y utilizados de forma correcta. Para ello, la instalación, los equipos y sistemas de protección sólo se pondrán en funcionamiento de acuerdo con el documento de protección contra explosiones, siendo de aplicación a todos los equipos y conexiones que puedan originar un riesgo, estén o no bajo la Directiva 94/9/CE.
- Deberán existir alertas ópticas y/o acústicas, salidas y planes de emergencia.



- Los equipos de los que dependa la seguridad deberán ser independientes de la instalación y su funcionamiento debe ser garantizado aunque exista un corte de energía.
- Otras medidas a tomar son por ejemplo la posibilidad de desconexión manual de equipos, siempre y cuando esto no comprometa la seguridad; o la disposición de elementos de disipación de la energía almacenada en los equipos de forma segura.

Todos estos aspectos, tanto organizativos como técnicos deben quedar reflejados en un documento denominado “**Documento de protección contra explosiones**”. Este deberá ser elaborado por el empresario, que será responsable de que esté convenientemente actualizado. El contenido mínimo del documento consistirá en:

- Determinación y evaluación de riesgos.
- Justificación de la adecuación a la Directiva.
- Clasificación de zonas (anexo I).
- Definición de los requisitos mínimos de seguridad en la instalación (anexo II).
- Asegurar que los equipos de trabajo así como su ubicación se diseñan, utilizan y mantienen teniendo en cuenta criterios de seguridad.
- Adecuación de los equipos a la Directiva 89/655/CEE.

Este documento debe ser realizado antes del comienzo de la operación y deberá ser revisado si se realizan modificaciones en los lugares de trabajo.

3.3.- Adecuación de equipos e instalaciones

- Aquellos equipos utilizados antes del 30 de junio del 2003 deberán cumplir con la parte A del anexo II de la Directiva 1999/92/CE cuando no le sea aplicable otra directiva comunitaria, o parte de ella.
- Las instalaciones puestas en marcha antes del 30 de junio del 2003 tendrán un plazo de tres años para cumplir las disposiciones mínimas de la Directiva. Si después de esta fecha se realizan sobre la instalación modificaciones o ampliaciones, estas deberán cumplir con las disposiciones mínimas de la Directiva.
- Los equipos puestos en marcha después del 30 de junio del 2003 deberán cumplir con las partes A y B del anexo II de la Directiva.
- Las instalaciones puestas en marcha después del 30 de junio del 2003 deberán cumplir con las disposiciones mínimas de la Directiva.

En cuanto a los criterios de elección de equipos y sistemas de protección, salvo referencia expresa en el documento de protección contra explosiones, los equipos a instalar en las diferentes zonas, se hará de acuerdo a las categorías que define la directiva 94/9/CE:

Directiva 1999/92/CE		Directiva 94/9/CE
ZONA 0	ZONA 20	CATEGORÍA 1
ZONA 1	ZONA 21	CATEGORÍA 1 o 2
ZONA 2	ZONA 22	CATEGORÍA 1 o 2 o 3

Para los equipos eléctricos que ya están a disposición de los trabajadores e instalados en emplazamientos de Clase I, y que no disponen del marcado CE, pero si de un certificado de conformidad europeo conforme a la directiva del viejo enfoque 76/117/CEE, una posible interpretación aplicable a la hora de la adecuación a las exigencias de la directiva, sería la que se recoge en el cuadro siguiente:

Directiva 1999/92/CE	Directiva 76/117/CEE
ZONA 0	ia
ZONA 1	d, e, ia, ib, m, o, p, q
ZONA 2	n

Para los equipos eléctricos que ya están a disposición de los trabajadores e instalados en emplazamientos de Clase II, no hay una referencia reglamentaria o de normativa previa. Una posible interpretación aplicable a la hora de la adecuación a las exigencias de la directiva, seguiría las líneas generales siguientes

- la envolvente del equipo debe garantizar un grado de IP5X o IP6X. Se entiende por "Grado de protección" (IP) de una envolvente de un material eléctrico el nivel de resistencia de dicha envolvente frente al ingreso de agua, cuerpos sólidos (polvo), e impactos mecánicos. Esta clasificación no tiene nada que ver con su protección frente a explosiones, aunque es normal que a los equipos dotados de un determinado "modo de protección" frente a atmósferas explosivas se les exija también un cierto "grado de protección". Un caso particular lo constituyen las envolventes que contienen materiales o equipos de seguridad aumentada "e", cuya eficacia frente a explosiones depende directamente de la calidad de dicha envolvente para impedir que el ambiente externo comprometa la seguridad frente a una explosión.

La norma UNE 20324 define el grado de protección como la "Cualidad convencional asignada a una envolvente de equipo eléctrico en cuanto a la

- a) Entrada de cuerpos extraños
- b) Entrada de agua
- c) Resistencia al impacto

El grado de protección de una envolvente se especifica con las siglas IP seguidas de dos o tres dígitos:

IP x₁ x₂ x₃ (por ejemplo IP 549) siendo:

x₁ la cifra correspondiente a la indicación de la protección frente a la entrada de cuerpos sólidos (manos, dedos, herramientas, polvo)

x₂ la cifra que indica la protección contra la entrada de agua

x₃ la cifra que indica la resistencia de la envolvente frente a los impactos (protección mecánica).

- la temperatura máxima superficial debe ser menor que 2/3 de la temperatura de inflamación en nube o 75 K menos que la temperatura de inflamación en capa. En caso de usar equipos con modo de protección para Clase I, los equipos a emplear serían de la clase de temperatura T6, T5 y en algún caso T4.

4. - Directivas específicas

La Directiva 94/9/CEE contempla tanto los equipos destinados al uso industrial como el relativo a las industrias extractivas, pero sin embargo, la Directiva 1999/92/CE relativa a la seguridad de los trabajadores en atmósfera con riesgo de explosión, quedan excluidas, según su artículo 1, las industrias extractivas por estar ya contemplados estos riesgos en sus directivas específicas, las Directivas 92/104/CEE y 92/91/CEE.

4.1.- Directiva europea 92/104/CEE

Esta Directiva ha sido traspuesta a la legislación española mediante el R.D. 1389/1987.

Obligaciones del empresario.

El tratamiento que en ella se hace de las atmósferas explosivas se especifica en el artículo 4, donde se especifica que el empresario tiene la obligación de:

- tomar las medidas necesarias para prevenir, detectar y combatir el inicio y la propagación de incendios y explosiones
- evitar la formación de atmósferas explosivas

Disposiciones mínimas de seguridad.

En el anexo sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud, en la parte A, que se aplica a las industrias extractivas a cielo abierto o subterráneas, así como a las dependencias de superficie, se citan las actuaciones necesarias para minimizar los riesgos de explosión (punto 4 del anexo: "Protección contra los riesgos de explosión, de incendio y de atmósferas explosivas").

Dentro de las medidas a tomar cabe destacar:

- plan de prevención contra explosiones en el que se aclaren los equipos a utilizar y las medidas a tomar en caso de accidente.
- Formación de los trabajadores en el manejo de los equipos de auxilio.
- Si es necesario deberán instalarse los equipos de medida de concentración de gas necesarios, equipos de alarma, sistemas de desconexión automática de sistemas eléctricos y sistemas de parada automática de motores de combustión interna.
- Elaboración de normas regulando los trabajos y comportamientos, con los que se pueda aportar una posible fuente de ignición (Anexo parte A, Disposiciones mínimas comunes aplicables a las industrias extractivas a cielo abierto o subterráneas, así como a las dependencias de superficie).

En la parte C, sobre disposiciones mínimas especiales aplicables a las industrias extractivas subterráneas, apartado 8, se considera que las minas con grisú, deben cumplir una serie de requisitos, para disminuir el riesgo de explosión. Estos requisitos son:

- Asegurar la ventilación principal con uno o varios ventiladores mecánicos.

- La ventilación secundaria solo se restringirá a labores de preparación y trabajos de recuperación y a locales que comuniquen directamente a la ventilación principal. Con medidas complementarias, que garanticen la seguridad, se puede emplear la ventilación secundaria en labores de explotación.
- Instalación de controles grisumétricos.
- Se podrá exigir la medición de grisú en el retorno de la ventilación de las labores de arranque mecanizado y de explotación por sutiraje, así como en la zona de los frentes de avance mecanizado en fondo de saco.
- Los explosivos y artificios de voladura sólo serán los preparados a tal efecto.
- Prohibición de fumar o tener objetos susceptibles de ser fuentes de ignición.
- Solo se podrán llevar a cabo trabajos de soldadura, siguiendo las medidas adecuadas para evitar el riesgo de explosión.

Igualmente, en el apartado 9, se considera que las minas con polvos inflamables deben cumplir una serie de requisitos, para disminuir el riesgo de explosión, y son:

- Medidas para la reducción, eliminación o fijación de los depósitos de polvos inflamables.
- Implantación de sistemas de barreras de extinción que limitan la propagación de una explosión.

Consideración especial se tomará para el caso de desprendimientos instantáneos de grisú (apartado 10), para el que habrá que desarrollar un plan de explotación adecuado, que garantice la seguridad de los trabajadores.

La determinación de los niveles de riesgo es por tanto una tarea compleja y que difiere para cada mina e incluso para cada cuartel si las condiciones varían dentro de la misma mina. Cuando determinados emplazamientos se superen los límites reglamentarios de grisú, se deberá parar toda actividad, desenergizando todos los equipos a excepción de aquellos que, su no utilización, supondría un aumento del riesgo para los trabajadores, y que deberán de ser de categoría M1.

El límite reglamentario de contenido en metano en el ambiente para la desconexión de los equipos eléctricos es con carácter general del 1,5 %, pero ciertas labores pueden tener un límite inferior por prescripción de la Autoridad Minera o las Disposiciones Internas de Seguridad (DIS) de la empresa.

El actual Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, establece que los únicos equipos eléctricos que pueden seguir en tensión después de superarse dicho límite, son la lámpara de casco y los equipos (circuitos) de medida, control y comunicaciones realizados en seguridad intrínseca.

4.2.- Directiva europea 92/91/CEE

Esta directiva, que trata sobre las disposiciones mínimas destinadas a mejorar la protección en materia de seguridad y salud de los trabajadores en las industrias

extractivas por sondeos, también contempla el riesgo inherente a una atmósfera explosiva y los medios para minimizar este riesgo.

Así en el epígrafe 2 del anexo “Obligaciones del empresario”, se aclara que el empresario deberá tomar las medidas y precauciones apropiadas al tipo de explotación para:

- Prevenir, detectar y combatir el inicio y la propagación de incendios y explosiones.
- Evitar la formación de atmósferas explosivas y/o nocivas.

En la parte A del anexo “Disposiciones mínimas comunes aplicables a los sectores en tierra y en el mar”, el apartado 6 trata sobre la Protección contra las atmósferas nocivas y los riesgos de explosión.

En este apartado se describen las medidas a tomar de forma general, como son:

- Evaluación de la presencia de sustancias nocivas y/o potencialmente explosivas.
- Disponer de sistemas de medición de dichas sustancias.
- Disponer de equipos de vigilancia automática ininterrumpida de concentración de gas, con un sistema de conservación de los registros.
- Dispositivos de alarma automática y sistemas de desconexión automática.
- Sistemas de parada automática de motores de combustión interna.

Más específicamente para atmósferas explosivas se deberán observar también:

- Tomar las medidas necesarias para prevenir la aparición y formación de atmósferas explosivas.
- Tomar las medidas necesarias para impedir la inflamación de la atmósfera explosiva.
- Establecer un plan de prevención contra explosiones, en el que se indiquen los equipos y medidas necesarios.

5. Bibliografía.

- Real Decreto 400/1996 de 2 de Febrero (relativo a ATEX 100)
- ATEX Guidelines (First Edition), Documento del ExNB de Mayo de 2000
- Directiva 1999/92/CE de 16 de Diciembre de 1999 (relativo a ATEX 137).
- Real Decreto 1389/1987 de 5 de Septiembre (relativo a Directiva 92/104/CEE)
- Real Decreto 150/1996 de 1 de Marzo (relativo a la Directiva 92/91/CEE)
- Angel Vega Remesal, “Material para atmósferas explosivas. Directiva 94/9/CE “ATEX””, Ingeniería Química nº 371, Septiembre de 2000

Integración de la Seguridad y Salud en el Proceso Productivo de la Construcción

Mariano de las HERAS y FERNÁNDEZ
Doctor Arquitecto y Arquitecto Técnico
Catedrático (CEU) de Construcciones Arquitectónicas de la UPM

ÍNDICE GENERAL

1. El coordinador de seguridad y salud según la directiva 92/57 CEE sobre “Obras de construcción temporales y móviles” y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen “Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción”	1
2. El coordinador de seguridad y salud del proyecto. Fases de actuación y procedimiento	5
3. El coordinador de seguridad y salud de ejecución de obra: fases de actuación y procedimiento	14
4. La administración del plan de seguridad e higiene	17
5. La coordinación de la seguridad en presencia de varios contratistas	19
6. Diferencias sustantivas entre un estudio y un plan de seguridad e higiene	20
7. Los problemas de las posibles diferencias entre el estudio y el plan de seguridad e higiene y su evaluación económica	23
8. El arquitecto, el arquitecto técnico, el coordinador de seguridad y salud y la evaluación de los riesgos según la ley 31 de 8 de noviembre de “Prevención de riesgos laborales” y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen “Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción”	24
Bibliografía básica	25

1. El Coordinador de Seguridad y Salud según la directiva 92/57 CEE sobre "Obras de construcción temporales y móviles" y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen "Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción".

A) EL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD SEGÚN LA DIRECTIVA 92/57 CEE SOBRE "OBRAS DE CONSTRUCCIÓN TEMPORALES Y MÓVILES".

Esta figura de la seguridad e higiene, se ha creado mediante los artículos: 3, 4, 5 y 6 de la Directiva 92/57 CEE, "DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE A LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN TEMPORALES O MÓVILES".

Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la elaboración del proyecto de construcción: cualquier persona física o jurídica designada por la propiedad y/o el director de la obra para llevar a cabo, durante la fase de proyecto de la obra, las tareas que se mencionan en el artículo 5.

Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la realización de la obra: cualquier persona física o jurídica designada por la propiedad y/o el director de la obra para llevar a cabo, durante la realización de la obra, las tareas que se mencionan en el artículo 6.

A-1) COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: FASES DE ACTUACIÓN.

Definición: Cualquier persona física o jurídica designada por la propiedad y/o el director de la obra para llevar a cabo, durante la fase de proyecto de la obra, las tareas siguientes:

- 1.- Coordinar que se incluyan en el proyecto durante la toma de decisiones, los principios generales de prevención contenidos en la Directiva 89/391 CEE "DIRECTIVA MARCO".
- 2.- Coordinar que se incluyan durante la planificación de la ejecución de la obra, los principios generales de prevención contenidos en la Directiva 89/391 CEE "DIRECTIVA MARCO".
- 3.- Establecerán o harán que se establezca, un plan de seguridad e higiene.
- 4.- Constituirán un expediente en el que se indiquen los elementos útiles de seguridad que deben tenerse en consideración en caso de realización de trabajos posteriores.

Principios generales de prevención contenidos en la Directiva 89/391 CEE., y en la ley 31 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales que la traspone al ordenamiento jurídico español, a los que se ha hecho referencia en las Definiciones:

- 1.- Evitar los riesgos laborales.
- 2.- Evaluar los riesgos que no puedan evitarse.
- 3.- Combatir los riesgos en su origen.
- 4.- Adaptar el trabajo a las personas.
- 5.- Considerar las ventajas preventivas que suponen los avances tecnológicos.
- 6.- Sustituir lo peligroso por aquello que no lo es, (o por algo que lo sea menos).
- 7.- Instalar prioritariamente protecciones colectivas, (la protección individual solo cuando las anteriores no sean posibles).
- 8.- Integrar la prevención en un conjunto coherente de producción y organización.
- 9.- Velar por la comunicación de la prevención entre las empresas intervinientes.

Fases de actuación: Este Coordinador actúa como es evidente, durante la concreción del proyecto de obra

A-2) COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA REALIZACIÓN DE LA OBRA: FASES DE ACTUACIÓN Y PROCEDIMIENTO.

Definición: Cualquier persona física o jurídica designada por la propiedad y/o el director de la obra para llevar a cabo, durante la realización de la obra, las tareas siguientes:

- 1.- Coordinar que se incluyan en la ejecución de la obra durante la toma de decisiones, los principios generales de prevención contenidos en la Directiva 89/391 CEE "DIRECTIVA MARCO".
- 2.- Coordinar que se incluyan durante la planificación de la ejecución de la obra, los principios generales de prevención contenidos en la Directiva 89/391 CEE "DIRECTIVA MARCO".
- 3.- Coordinar la aplicación de la prevención pertinente garantizando que los empresarios y autónomos cumplan los siguientes principios:
 - Mantenimiento de la obra en buen orden y en estado satisfactorio de salubridad.
 - Elección del emplazamiento seguro de los puestos de trabajo, determinando las vías de circulación.

- Condiciones de manipulación segura de los distintos materiales.
- Control y mantenimiento antes de la puesta en servicio más control periódico, de las instalaciones y dispositivos para suprimir las deficiencias de seguridad que puedan tener.
- Definición de lugares, delimitación y control de almacenamiento seguro, de los distintos materiales, en especial si son peligrosos.
- Definición y cumplimiento de las condiciones de retirada de los materiales peligrosos que se hayan utilizado.
- Definición de la forma de acopio y eliminación segura de los escombros y residuos.
- Adaptación permanente a la realidad, del plan de ejecución de la obra.
- Facilitar la cooperación entre los empresarios y los trabajadores autónomos.
- Coordinar las interacciones con cualquier otro tipo de actividad que se realice "in situ" o en la proximidad de la obra.
- 4.- Coordinarán la aplicación del plan de seguridad y salud.
- 5.- Adaptarán (o harán que se adapte) el plan de seguridad y salud y el expediente a la realidad de la marcha de los trabajos y a las modificaciones que se realicen en obra.
- 6.- Organizarán entre los empresarios que intervengan en la obra, la cooperación, coordinación de actividades e información mutua sobre los riesgos y su prevención.
- 7.- Coordinarán el control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- 8.- Adoptarán las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

Fases de actuación: Este Coordinador actúa como es evidente durante la realización de la obra.

Procedimiento: El de una dirección facultativa, con el fin de garantizar en lo posible su independencia dentro del proceso de construcción.

Hasta aquí lo que la Directiva 92/57 CEE. "DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE A LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN TEMPORALES Y MÓVILES", nos expresa al respecto del contenido del trabajo de coordinador de seguridad y salud. Nada de lo expresado tiene porqué trasponerse como lo conocemos hasta este momento, pues los Estados miembros pueden optar por soluciones parecidas o aproximadas. Así lo permite la Directiva que estamos comentando, si se considera la enmienda publicada, al punto segundo, párrafo segundo del artículo 3, que dice:

"Los Estados miembros, tras consultar a los interlocutores sociales, podrán establecer excepciones a las disposiciones del párrafo primero, (el que obliga a designar coordinadores), salvo si se trata de trabajos que supongan riesgos específicos, tal y

como se enumeran en el Anexo II. O de trabajos en los que se exija un aviso previo en el apartado 3 del presente artículo".

(En el Anexo aludido no se incluye la construcción en general, contiene ciertas tareas relacionadas con la actividad de construcción).

(En el apartado 3 las dos condiciones para causar obligatoriedad de aviso previo son: En las obras cuya duración estimada sea superior a treinta días laborables y empleen a más de 20 trabajadores simultáneamente, o cuyo volumen estimado sea superior a 500 hombres / día).

No pretendo que se analice el texto anterior. Baste saber que el legislador puede alterar el texto de la Directiva que nos ocupa y elaborar un texto distinto.

Se puede pretender regresar a la situación anterior al R.D. 84/1.990, en la que en el R.D. 555(1986, la seguridad la resuelve el proyectista en su proyecto (se coordina a sí mismo) o la realiza por sus medios el promotor (coordina la seguridad).

Con la Directiva aludida presente y en atención a su contenido, es indudable que en España ya existían y funcionan en la edificación los Coordinadores de seguridad y salud. Se llaman Arquitectos Técnicos y actuaban en ella por aplicación de los RR. DD. 555/1986 y 84/1.990. No hay que olvidar que es España quien inspira la Directiva 92/57 CEE y quien expone como modelo a seguir el R.D: 555/86. Es evidente que en el resto de los Estados miembros este no puede aplicarse como lo conocemos, en atención a sus propias organizaciones e idiosincrasia, de ahí que se haya compuesto la Directiva que venimos comentando.

La legislación española actual es más exigente que la Directiva, en consecuencia parece ser que lo más lógico es realizar unos ligeros ajustes, pero en materia de legislación no puede augurarse nada en concreto.

2. El coordinador de seguridad y salud en el proyecto: Fases de actuación y procedimiento

Definición deseable:

Profesional competente, distinto del proyectista, que le informa sobre las necesidades preventivas de su proyecto y las resuelve técnicamente tras la toma de las decisiones proyectadas por aquel.

Definición legislada:

RD 1627/1997, artículo 2, Definiciones: "Técnico competente designado por el promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de obra, la aplicación de los principios que se mencionan en el artículo 8".

Designación del coordinador:

RD 1627/1997, artículo 3, Designaciones: 1. "En las obras incluidas en el ámbito de aplicación del presente Real Decreto, cuando en la elaboración del proyecto de obra intervengan varios proyectistas, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de obra".

RD 1627/1997, artículo 3, Designaciones: 3. "La designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra y durante la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona".

RD 1627/1997, artículo 3, Designaciones: 4. "La designación de los coordinadores no eximirá al promotor de sus posibilidades".

OBLIGACIONES DEL COORDINADOR:

RD 1627/1997, artículo 4, Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras.

1. El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:
 - a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas".
 - b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
 - d) Las obras de tuneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.
2. En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud".

RD 1627/1997, artículo 8, Principios generales aplicables al proyecto de obra.

1. De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios generales de prevención en materia de seguridad y de salud previstos en su artículo 15 deberán ser tomados en consideración por el proyectista en fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra y en particular:
- a) Al tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que se desarrollarán simultánea o sucesivamente.
 - b) Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
2. Asimismo, se tendrá en cuenta, cada vez que sea necesario, cualquier estudio de seguridad y salud o estudio básico, así como las previsiones e informaciones útiles a que se refieren el apartado 6 del artículo 5 (... en todo caso, en el estudio de seguridad y salud se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores ...), y el apartado 3 del artículo 6 (... en el estudio básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores ...) , durante las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra.
- 3.- El coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de obra coordinará la aplicación de lo dispuesto en los apartados anteriores.

El Coordinador de seguridad e higiene, será sin lugar a dudas, un especialista en prevención de riesgos laborales. En consecuencia, deberá reunir y poseer unas propiedades técnicas y culturales determinadas.

Recientemente se ha promulgado el "Reglamento de los Servicios de Prevención", que en sus artículos 35, 36 y 37, recoge las funciones de los niveles de cualificación: básico, medio y superior de los especialistas en seguridad e higiene en el trabajo. Analizadas dichas funciones y considerando:

- a.- Que la construcción es una de las más complejas y arriesgadas de las actividades laborales.
- b.- Que la realización con acierto de una detección, análisis y evaluación de riesgos en los proyectos y en las obras es una tarea altamente especializada y compleja.

- c.- Que la composición de un estudio de seguridad de calidad es una tarea científica.
- d.- Otras consideraciones de prestigio oportuno y necesario de esta especialidad.

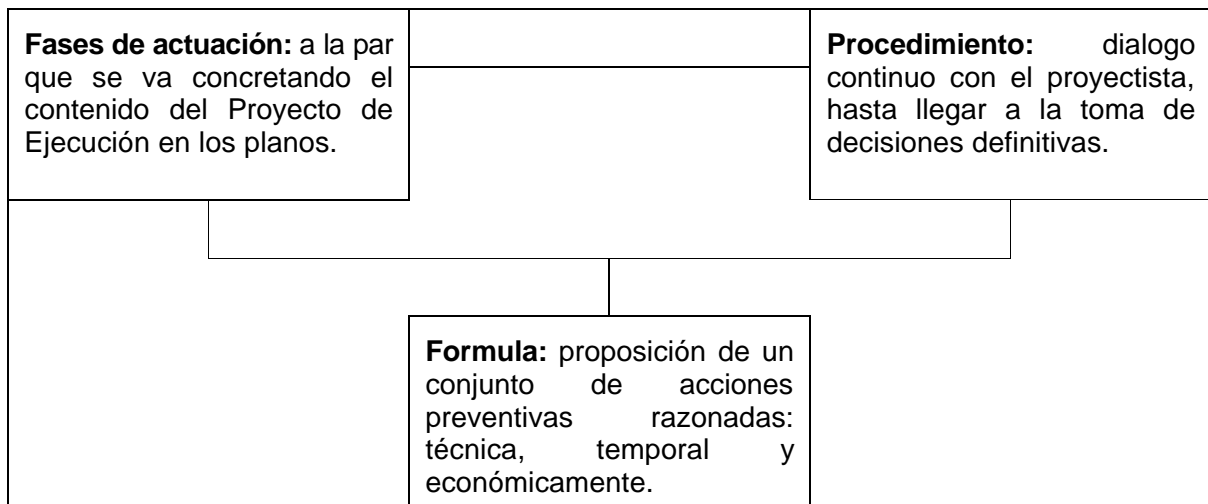
Llevan a la siguiente conclusión: la formación requerible para esta figura de la prevención en la construcción, es la de Nivel Superior o lo que es lo mismo: una formación lectiva y práctica no inferior a las seiscientas horas, de las cuales, ciento cincuenta, corresponden a la especialización en la construcción, tal y como recoge el anexo IV del Reglamento al que me estoy refiriendo.

Nos encontramos ante una nueva figura que ya existe en la realidad en la edificación, (no con la profunda formación requerible) y que se pretende acotar por medio de la transposición de la Directiva 92/57 CEE.

Si damos por válido el trabajo actual en una oficina de proyectos de un arquitecto o un arquitecto técnico, lo único que habrá que sumar a la tarea corriente de profesional de la construcción en el estudio de proyectos, es la labor especializada como algo novedoso, que requiere una metodología determinada para lograr: integrar la prevención de riesgos laborales en el proyecto de ejecución. Para realizarla, necesita saber, haberse formado convenientemente.

Esto es así porque para garantizar un cierto nivel de eficacia, la prevención y solución de los peligros y de los riesgos, debe integrarse únicamente en el llamado proyecto de ejecución, para evitar que el Coordinador de S+H asuma y solucione en su caso, con el fin de hacer viable su trabajo, las indefiniciones que tienen el resto de los proyectos posibles. Esta posibilidad sería incongruente con su posición lógica dentro del sistema normal de trabajo.

A.- FASES DE ACTUACIÓN Y PROCEDIMIENTO.



Sabemos que la fórmula para conseguir que en una obra exista seguridad, es aquella que enseguida, logra integrarla en el sistema de producción como un elemento o maniobra inexcusable. Es la que consigue integrarla en el todo de producción de la obra.

El problema a resolver, es como conseguir que este proceso sea viable en unos ambientes, los de las oficinas de proyectos, en los que a priori se considera que las técnicas de seguridad, deben minimizarse todo lo posible por considerarlas un obstáculo a la producción y un encarecimiento innecesario a retraer del dinero previsto para ser convertido en obra tangible.

¿Cómo integrar la seguridad en el proceso de construcción? Para contestar esta pregunta, hay que partir de una hipótesis sin la cual no es viable la respuesta; este postulado lo defino en la siguiente frase:

"Cuando se concreta el proyecto de la obra: existe voluntad real en quien puede tenerla, (promotor y proyectista), de lograr construir de forma segura".

Lo que realmente importa es que exista esa voluntad, el resto es labor técnica y de colaboración entre todos los que intervengan en el proceso de proyectar, incluyendo fundamentalmente a los colaboradores, (calculistas en general, proyectistas de las estructuras e instalaciones).

B.- CAMINOS A SEGUIR PARA INTEGRAR LA SEGURIDAD E HIGIENE EN EL PROYECTO DE EJECUCIÓN.

Se pueden dar en la actualidad dos situaciones: proyecto de obra sujeto al RD 1627/1.997 con obligación de redactar un Estudio de Seguridad y Salud Laboral y proyecto de obra sujeto al RD 1627/1.997 con obligación de redactar un Estudio Básico de Seguridad y Salud Laboral. En ambos casos, se cuenta con un a herramienta definida para integrar la seguridad e higiene en el proyecto de ejecución. Todo ello mediante el Estudio de Seguridad e Higiene, de calidad.

En este caso, la calidad implica:

- 1.- Coherencia total con la obra definida que se piensa construir.
- 2.- Tratamiento exhaustivo de todos los problemas preventivos concretos, planteados por los métodos y materiales de construcción que está previsto emplear según el proyecto.
- 3.- Viabilidad de lo proyectado como prevención, ausencia de planteamientos utópicos.
- 4.- Capacidad de comunicación real de la prevención proyectada, a todos los intervinientes en el posterior proceso de construcción.
- 5.- Autoridad y flexibilidad técnica en los planteamientos realizados y soluciones.
- 6.- Justificación técnica real de las inversiones económicas necesarias para realizar la prevención durante la ejecución de la obra.

En conclusión, un trabajo técnico concreto, que garantiza satisfacer las expectativas de nuestro cliente porque tiene calidad. Pero en este caso ¿quien es nuestro cliente? Sin duda el trabajador; es quien debe disfrutar o padecer nuestras decisiones preventivas. Es el usuario final de nuestro producto preventivo. Esta es una de las razones fundamentales para que exista la incomprensión previa a este trabajo, los que intervienen directamente en su génesis: promotor, proyectista y empresa constructora no son clientes del **prevencionista** para poder exigirle un trabajo de calidad y sin esta, el Coordinador de S+H en su momento y el proyectista de seguridad en la actualidad, se encuentran en una posición muy comprometida en el proceso de construcción.

C.- PROCEDIMIENTO PARA INTEGRAR LA SEGURIDAD EN EL PROYECTO DE EJECUCIÓN.

Condición necesaria:

Esta integración solo es viable con calidad, si el técnico que la proyecta sabe prevenir y proteger y lo realiza a la par que se concreta el proyecto de ejecución.

Si el estudio de seguridad se compone como es habitual, a proyecto cerrado, arrastrará sus errores e indefiniciones por razones obvias, que algunas veces podrá llegar a resolver el coordinador de S+H con grandes dificultades. Por regla general, es prácticamente imposible solucionarlas por las dificultades intrínsecas del proceso y de su estructura de funcionamiento; esto supone asumir las correspondientes responsabilidades ajenas en el propio trabajo.

Para integrar la seguridad en la tecnología de construcción mediante el estudio de seguridad confeccionado a la par que se concreta el proyecto de ejecución, hay que vencer los siguientes obstáculos:

- 1º Lograr la colaboración del proyectista mediante razonamientos técnicos rigurosos, a la hora de la toma de decisiones de proyecto.
- 2º Vencer el posible choque contra la libertad de diseño del proyectista a través del razonamiento técnico y económico.

CONSECUENCIAS

Carga de trabajo excesivos.	Realización correcta del trabajo de prevención.	Uso de las mejores dotes de convencimiento técnico. Por los técnicos
-----------------------------	---	---

Es evidente, que no todos los técnicos estamos preparados para desempeñar esta o cualquier otra especialidad, que requiera especial dedicación y esfuerzo para implantar nuestros conocimientos.

Además, no es suficiente estar formado en la seguridad e higiene en la construcción y saber proyectar la prevención, es imprescindible que sea aceptado por alguien, el proyectista, que no está acostumbrado a la crítica de sus decisiones y que no se rendirá fácilmente ante las sugerencias de un colaborador, que como es sabido y por regla general (con excepciones), es considerado en cierta medida como un experto en temas complejos de orden sociológico. Además los razonamientos que arguya el Coordinador de S+H, deberán tener peso suficiente, ya que el cliente final de nuestro producto preventivo, que este es el trabajador y aparece cuando nuestro trabajo es necesario.

Por lo tanto, no obstante lo dicho, no resulta tan complicado en la práctica como puede parecer. La mayoría de nuestras intervenciones en la construcción más o menos sencillos para esta disciplina, en los que el diálogo entre el proyectista y el *prevencionista* es habitual en temas de materiales, tecnología, medición, programación y economía; se trata en resumen, de aumentar el nivel de seguridad actual o en su caso, iniciarlo si es que no existe.

OS DE OBRAS EXTRAORDINARIAS GRAN COMPLEJIDAD Y DIFICULTAD TÉCNICA ALTA.

OS DE OBRAS HABITUALES SENCILLEZ EN LOS PLANTEAMIENTOS Y DIFICULTAD TÉCNICA MEDIA.

OS DE OBRAS PEQUEÑAS SENCILLEZ EN LOS PLANTEAMIENTOS Y DIFICULTAD TÉCNICA BÁSICA.

Es evidente que en las obras extraordinarias, de diseño audaz y en aquellas sujetas a un gran economicismo. Las primeras por lo general son las que más riesgo conllevan al proyecto y que no suele considerar fundamental la prevención de riesgos laborales por las causas ya comentadas anteriormente. El ahorro de inversiones económicas y sin seguridad, aunque ello sea ilegal, puede construirse si no se detecta la falta de seguridad.

D.- **PASOS TÉCNICOS PARA LOGRAR UN PRODUCTO DE CALIDAD: EL ESTUDIO DE S+H DE CALIDAD.**

- 1.- Ante los planos de un proyecto y mientras se van concretando, analizar los posibles métodos, tecnologías y materiales aplicables para su construcción. Informar al proyectista sobre los Principios Generales de Prevención contenidos en la Ley 31/1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y sobre los posibles riesgos que comportan los diversos sistemas de ejecución adoptables, para que sean tenidos en cuenta durante la toma de decisiones necesaria para la elaboración del proyecto.

Esta es ya una labor necesaria para poder definir los costos reales del proyecto, en teoría debe hacerse siempre si no se desea confeccionar un proyecto teórico. Lo único que hay que añadir al trabajo que ya se realiza de una forma más o menos automática es: el análisis y la evaluación inicial de los posibles peligros y riesgos del trabajo necesario para llevarlos a la práctica y sus alternativas preventivas para poder comentarlos con el proyectista antes de que este realice la toma de decisiones.

- 2.- Durante el análisis precedente, en el que sin duda habrá tenido que intervenir el proyectista comentando los conceptos que ha plasmado en los planos, exponerle las ventajas e inconvenientes de adoptar las diversas: tecnologías, materiales etc., viables y decidir entre ambos aquellas que mejor rentabilicen la construcción segura.

Esta es la novedad que aporta la coordinación de la seguridad e higiene en el proyecto a la hora de la toma de las decisiones; es decir, cada uno desde su especialidad técnica, analizar conjuntamente la manera de construir de forma segura dentro de los límites de maniobra que permita el presupuesto del anteproyecto (único conocido en ese momento). La libertad de diseño del proyectista queda asegurada desde el punto en el que es él quien decide en su proyecto; la prevención queda condicionada a ese acto de la voluntad del proyectista.

Estas dos acciones bien ejecutadas, permiten lograr lo siguiente:

- **Realizar un análisis y evaluación de los riesgos**, previo al comienzo de los trabajos de construcción y definir la prevención necesaria de una forma coherente y en consecuencia viable durante las etapas de construcción.
- **Definir un plan de ejecución de obra real y viable que incorporará las partidas y maniobras para llevar a cabo la prevención de riesgos**; sin él no es viable la prevención de riesgos laborales al no estar prevista de forma definida y detallada su posterior puesta en obra.
- **Adoptar tecnologías de construcción que por si mismas sean seguras o más seguras que las habituales**. Se rompe así con el conservadurismo de los técnicos origen de muchas situaciones de riesgo; (no olvidar que según el **informe Lorenz** en la Unión Europea a doce, que el 63 % de los accidentes mortales son debidos a decisiones tomadas antes de los trabajos de construcción o lo que es lo mismo: a decisiones de los técnicos).

Ejemplo sucinto: elegir muros pantalla en vez de muros de trasdós, para evitar el riesgo de vuelco de tierras sobre los trabajadores; elegir forjados con encofrado continuo sobre otros tipos de forjado, para evitar o disminuir el riesgo de caída desde un nivel al inmediato inferior.

- **Tomar decisiones de proyecto que por si mismas, supongan un mejor nivel de seguridad a la hora de construir.**

Ejemplo sucinto: Reconsideraciones de diseño por parte del proyectista que mejoren el nivel de seguridad de su construcción. Exigir el peldañado directo de las losas de las escaleras en la fase de hormigonado; definir un encofrado determinado de mayor seguridad durante su montaje para las personas; definir secuencias seguras de construcción o de montaje; definir el plano o planos de ordenación de la obra, etc.

- **Permite definir la seguridad intrínseca a incorporar en elementos arriesgados o prefabricados.**

Ejemplo sucinto: incorporar en el proceso de prefabricación la seguridad necesaria para la construcción de un determinado prefabricado.

- **Permite proyectar elementos de protección colectiva especiales para la construcción de ciertas unidades de obra muy específicas, que requieren tratamientos no estandarizados;** es decir, permite vencer la inercia a dar por irresolubles muchos problemas de seguridad real.
- **Permite concretar técnica y económicamente la prevención de riesgos laborales, sin miedo a la pretensión de aplicación de porcentajes teóricos u oportunistas,** porque su diseño y valor quedan justificados técnicamente.

De seguirse y conseguirse la prevención por el camino expuesto, se logra por añadidura y *a priori*, un mejor control económico del proyecto de ejecución, porque realmente se conoce todo lo necesario para realizar la obra.

Considero que las perspectivas que ofrece este método a los especialistas en prevención de riesgos laborales para conseguir por uso y desarrollo real, el mantenimiento de esta atribución fundamental, son claras y concisas, solo deben seguirse con los matices necesarios que la prudencia y oportunidades personales recomienden en cada caso y realizar la formación a la que se refiere el anexo IV del Reglamento de los Servicios de Prevención.

En la actualidad se están vertiendo muchas ideas sobre lo que debe ser o no un coordinador de seguridad y salud en el proyecto o en la obra y eso está muy bien. Hay que especializarse, eso es bueno. Pero todavía no sabemos si el legislador decidirá su transposición tal y como la conocemos u optará por otras figuras posibles.

Es cierto que la profesión de Aparejador o Arquitecto Técnico no existe como tal en el resto de Europa, al menos con el diseño y profundidad técnica con la que la conocemos en España. De ahí las diversas corrientes que nos invaden y que parecen procurar la creación de una *nueva carrera*, que si se es realista, se observa innecesaria en nuestro país en el campo de la edificación, si el Arquitecto Técnico desarrolla normalmente todas sus atribuciones y especialidad en seguridad e higiene con los complementos de su formación reglada hasta alcanzar el nivel superior.

No se debe olvidar que en su programa de estudios actual, esta disciplina aparece como asignatura troncal pero no tiene una carga lectiva de seiscientas horas para alcanzar el nivel superior al que se refiere el anexo IV del Reglamento de los Servicios de Prevención.

También es cierto, que si se pretende subsistir de los frutos del desarrollo de esta especialidad, o se componen estudios de seguridad e higiene de calidad real y viable, evitando las soluciones teóricas o del paripé, o de lo contrario, se pagarán muy caros los trabajos poco serios. No hay que olvidar, que si bien en la actualidad los profesionales estamos fuera del ámbito de la Ley 31 de 8 de noviembre de 1.995, de Prevención de Riesgos Laborales en nuestro trabajo como profesionales liberales, la calidad de nuestros estudios de seguridad condiciona la calidad y viabilidad de los planes de seguridad, porque son los primeros, los que marcan las inversiones económicas necesarias para hacer viables a los segundos. En consecuencia, en el caso de tenerse que responder ante la sociedad, está claro que se podrá calificar nuestra actuación como *necesaria*. Demostrarlo, es otro problema.

3. El coordinador de seguridad y salud de ejecución de obra: fases de actuación y procedimiento

Definición: Profesional competente, capaz de llevar a la práctica el plan de seguridad e higiene durante el proceso de ejecución de la obra, realizando las adaptaciones que requiera la construcción y la tecnología propia del Contratista adjudicatario de la misma.

Será nombrado por la propiedad o promotor de la obra.

La figura del coordinador de S+H en obra, tiene otros matices diferente de los que corresponden a la de proyecto. Parte de una obra adjudicada con un proyecto de ejecución concreto y de un plan de seguridad. Su tarea es eminentemente práctica: ejecutar el plan de S+H.

Parece asimismo operativo velar por su independencia dentro del proceso de ejecución de la obra. El Coordinador de S+H en obra es un técnico que debe permanecer en la obra el tiempo necesario para coordinarla. Todos los trabajos de la obra tienen que ver con la seguridad e higiene. Si el Coordinador no es nombrado por la propiedad o el promotor de la obra, pertenecerá a la plantilla de la empresa constructora y se producirán dos efectos:

- a.- Si no se le identifica con el Jefe de Obra, se producirá el encarecimiento de los costes del empresario o probablemente así se presentará.
- b.- Falta de independencia técnica. El Jefe de Obra carece de independencia respecto del empresario; es más, le representa en la obra.
- c.- Procedimiento: diálogo continuo con la dirección facultativa y jefe de obra, hasta llegar a cada una de las tomas de decisión de construcción real.

A.- FASES DE ACTUACIÓN Y PROCEDIMIENTO.

Sabemos que la fórmula para conseguir que en una obra exista seguridad, es aquella que seguida, logra integrarla en el sistema de producción como un elemento o maniobra inexcusable. Es la que consigue integrarla en el todo de la producción de la obra. Si existe un estudio de S+H de calidad, el camino es relativamente sencillo de seguir: adáptese a plan de S+H y aplíquese.

El problema a resolver: como conseguir que este proceso sea viable en unos ambientes, los de las obras de construcción, en los que por falta de cultura preventiva y de diversos factores de índole sociológico, a priori se considera que la seguridad, debe minimizarse por considerarla un obstáculo para la producción de obra y un gasto innecesario.

¿Cómo integrar la seguridad en el proceso de construcción? Para contestar esta pregunta, hay que partir de una hipótesis sin la cual no es viable la respuesta; este postulado lo defino en la siguiente frase:

Lo realmente importante es que exista esa voluntad, el resto es labor técnica y de colaboración entre todos los que intervengan en el proceso, incluyendo a los trabajadores, sin cuya colaboración la prevención real no es viable.

B.- INTEGRACIÓN DE LA SEGURIDAD E HIGIENE MEDIANTE EL PLAN DE S+H DE CALIDAD.

La distinción del calificativo **calidad** es obligada a tenor del bajo nivel científico técnico general que suelen tener estos trabajos. Por supuesto que existen algunos buenos planes de seguridad e higiene, pero en cualquier caso, si carecen calidad, no son operativos para lo que nos proponemos.

En principio tal y como están las cosas en España, esta figura tiene por objeto llevar a la práctica el estudio de seguridad e higiene a través de la puesta en obra del plan de seguridad e higiene que se apruebe. En la actualidad esta función la realiza en la edificación el Arquitecto Técnico. Lo dicho, no colisiona con las atribuciones que recoge para esta figura la Directiva 92/57 CEE., pero hay que considerar lo ya comentado con respecto a la necesidad de poseer una formación en prevención de nivel superior.

C.- PARA QUE SE DÉ ESTA INTEGRACIÓN SERÁ NECESARIO.

En el caso de que no exista el estudio de S+H	Solucionar la situación
En el caso de que el estudio de S+H sea incorrecto, o mejorable	Solucionar el problema originado por una documentación mal elaborada Situación comprometida del Coordinador S+H si es el autor
En el caso de que el plan de S+H, deba ser adaptado sobre la marcha por imperativo del ritmo o cambios en tecnología y métodos de construcción	Adaptar el plan de S+H a la realidad de la obra: protagonismo directo del Coordinador de S+H

Dando por viable la situación expuesta de forma muy sucinta, es inexcusable solucionar los problemas de prevención de riesgos laborales utilizando los métodos de composición de los planes de S+H de calidad, para cumplir con los preceptos empresariales contenidos en la Ley 31/1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Es decir, las imprevisiones originadas por ausencia de estudios de S+H se resuelve utilizando los procesos de composición de los planes de S+H; los malos estudios de seguridad e higiene condicionan las posibilidades empresariales de solución técnica y económica de los problemas de prevención de cada obra por consiguiente, deben resolverse mediante planes de seguridad e higiene de calidad que los reformen, desarrollen y complementen... Por último, las situaciones de peligro o de riesgo originadas por cambios de diversa índole en la ejecución de la obra, se resuelven mediante: reformados al plan de S+H.

En los supuestos enunciados (y variantes posibles), en los que no ha existido una coordinación de S+H en el proyecto, la posición del prevencionista actuante está seriamente comprometida. Su trabajo deberá ser revisado y sus previsiones reformadas por el contratista adjudicatario de la obra, para resolver técnicamente los riesgos mal resueltos u olvidados e intentar conseguir la dotación económica necesaria para poder cumplir con lo preceptuado en la Ley 31/1.995. Esto es así, porque está obligado a realizar un análisis inicial y otros análisis permanentes de los riesgos de toda la ejecución de la obra; es decir: (ver el esquema siguiente).

Prevención empresarial de los peligros y riesgos.	Análisis y evaluación inicial de los riesgos de ejecución de obra.	Con estudio de S + H : adaptación a la realidad tecnológica y en su caso reformado = Plan de S + H inicial.
		Sin estudio de S + H : solución del problema preventivo siguiendo la metodología del Plan de S + H.
	Análisis y evaluación 1, 2, 3, ... n, de los riesgos de ejecución de obra.	Con estudio de S + H : adaptación a la realidad tecnológica y en su caso reformado = Plan de S + H en marcha.
		Sin estudio de S + H : solución del problema preventivo siguiendo la metodología del Plan

4. La administración el plan de seguridad e higiene

Partimos de la hipótesis de administrar un auténtico documento técnico preventivo. En este caso la fórmula es: considerar su contenido como una unidad más de construcción y ejecutarla seriamente; es decir, cumplir con lo legislado dándole el único tratamiento técnico posible: ponerlo en práctica de forma eficaz. Realmente es más fácil decirlo que hacerlo, por la gran cantidad de criterios e intereses encontrados que coexisten en una obra. La administración directa deberá realizarla en este momento, la dirección facultativa de seguridad e higiene. En el futuro se espera sea llevada a la práctica por lo que denomino ahora: la dirección facultativa de coordinación de S+H, que de forma resumida, se debería llamar: Coordinación de seguridad e higiene.

Condiciones para lograr una administración aceptable:

- 1.- Comunicar por escrito al contratista adjudicatario de la obra,** (con prueba de que se ha recibido la comunicación):
 - A. Que se considera al plan de seguridad e higiene, documento tecnológico de aplicación continua e inexcusable. Se pretende corregir la tendencia actual de minimizar la oportunidad y trascendencia de este documento técnico.
 - B. Que se tiene la voluntad de aplicar las penalizaciones que prevé el pliego de condiciones por incumplimientos de dispuesto en el plan de seguridad. Se pretende que se teman los incumplimientos.
- 2.- Exigir que el trato y categoría dados a los planos de seguridad e higiene en la obra, sea de la misma importancia que el dado a los del resto del proyecto.** Se pretende conseguir que estén presentes en manos de las personas que deban comprenderlos y ejecutarlos a la hora de replantear y en manos de los trabajadores que deban utilizarlos por alguna causa, a tiempo para que sean tenidos en cuenta, garantizándose así la anticipación de la solución del riesgo a la realización del resto de los trabajos.
- 3.- Exigir a la dirección facultativa de seguridad,** (luego coordinación de S+H): comprobar que la ejecución de las partidas de seguridad e higiene se realiza siguiendo lo previsto en el plan de ejecución de la obra, mostrándose inflexibles en presencia de desfases. Simplemente, se pretende la ejecución a tiempo necesaria para evitar el riesgo previsto y que la prevención sea ajustada a la realidad del día a día de la obra.
- 4.- Exigir a la dirección facultativa de seguridad,** (luego coordinación de S+H): certificar con gran rigor la seguridad realmente ejecutada.

- 5.- **Exigir a la dirección facultativa de seguridad**, (luego coordinación de S+H): comprobar el cumplimiento del acopio a tiempo de los elementos y componentes de seguridad. Se pretende que las soluciones de los riesgos estén disponibles en la obra con la antelación necesaria para que puedan utilizarse a tiempo.

- 6.- **Tener en obra el apoyo de un Encargado de Seguridad e Higiene**, controlado a través de la certificación del presupuesto de seguridad. Se pretende conseguir un auténtico colaborador con la seguridad, por supuesto formado de manera reglada y con la autoridad necesaria para que sea respetado en la obra, siendo fiel a los intereses y objetivos de la coordinación de seguridad e higiene.

- 7.- **Exigir a la dirección facultativa de seguridad**, (luego coordinación de S+H): conocer el análisis y evaluación permanente de los riesgos de la obra que realice el contratista adjudicatario. Se trata de conocer, mediante el cumplimiento de una obligación voluntarista contenida en el pliego de condiciones técnicas y particulares del estudio y plan de seguridad e higiene, sobre una obligación interna de la empresa recogida en la ley 31/1.995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales que por el momento, es totalmente ajena al ámbito técnico de la dirección facultativa de seguridad e higiene. Este análisis y evaluación permanente de riesgos que debe realizar el empresario adjudicatario de la obra, es una información interna de la empresa muy útil para alcanzar los niveles de prevención deseables.

5. La coordinación de la seguridad e higiene en presencia de varios contratistas

Por lo general, esta necesidad de coordinación se da en las grandes obras de construcción que se realizan sin interposición de un contratista principal. Se trata de una de las situaciones que presentan mayor complejidad por tenerse que partir de un único documento preventivo: el estudio de seguridad e higiene global, que debe ser satisfecho por diversas empresas en forma de los diversos planes sectoriales en los que se contenga la prevención de cada una de sus especialidades.

Esta coordinación es una de las que en las condiciones indicadas en párrafos anteriores, puede asumir el **Project Management** o **coordinador de proyecto**.

En los gráficos siguientes se expresan las imágenes de la descomposición de un estudio de seguridad e higiene en planes sectoriales, seguido del que expresa la coordinación general de la puesta en obra de la prevención.

La suma de todos los planes de seguridad realizados por las diversas empresas intervinientes, será el plan de seguridad e higiene aplicable a la obra.

En esta situación es expresamente clara la necesidad de un coordinador de S+H de los trabajos cuya composición puede ser aunando un equipo de varias personas, con la capacidad de satisfacer las necesidades reales de la obra. Este equipo debe estar dirigido por un coordinador general de S+H, (**Project Management** o **coordinador de proyecto formado en la especialidad**), capaz de homogeneizar las actuaciones de cada miembro del equipo.

Resulta evidente que la estructura del estudio de seguridad para una obra de este tipo, puede ser la utilizada en la actualidad para los proyectos de ejecución con la condición de que siendo de calidad, recoja el diseño que se requiere para la confección de los diversos planes de seguridad e higiene sectoriales que deben componer las diversas empresas adjudicatarias de cada parte en la que se ha desglosado una obra compleja.

Por ello, no recomiendo la utilización de modelos que compliquen aún más si cabe la seguridad aplicable en una obra porque serán contestados por las empresas en atención a sus costes directos y a la imposibilidad de utilizar los modelos informatizados que ya manejan. Piensen ustedes en la complicación que ya supone para una empresa constructora, el cumplimiento de las dos condiciones que se vienen utilizando: que su plan de seguridad e higiene sea de calidad y que utilizando el modelo que suele usar lo adecue a un sector concreto de la obra, aquel que se le ha adjudicado, conservando el nivel de calidad que ha recibido.

6. Diferencias sustantivas entre un estudio y un plan de seguridad e higiene y su evaluación económica.

Si se analizan partiendo de la base de partida actual que expresa que los estudios de seguridad e higiene originan los planes de S+H., y no al revés, aparecen diferencias reales que considero de capital importancia para los técnicos, pues en ellas radican las propuestas, cumplimientos y aportaciones del contratista adjudicatario de una obra sujeta a un estudio de seguridad e higiene elaborado de forma viable, de calidad.

Llamo especialmente la atención sobre algunos hechos que considero de capital importancia:

- a.- No ser necesario suministrar medidas preventivas genéricas dentro de los estudios de seguridad e higiene, porque serán cambiadas por las propias de cada contratista adjudicatario, si este es un empresa preocupada por la prevención de riesgos laborales y tiene en sus ordenadores la oportuna miscelánea preventiva.
- b.- Si no se desea favorecer cambios en principio innecesarios: es indispensable suministrar dentro de los estudios de seguridad e higiene, las medidas preventivas concretas de aquellas unidades de obra que requieran un montaje definido propio de la obra que se previene y en consecuencia, de la protección colectiva que se prevé instalar, porque es la única manera de comunicarlas eficazmente al contratista de obra.
- c.- Recordar que si bien es de calidad realizar una evaluación inicial de los riesgos en el estudio de S+H, no existe obligación legal para ello y en cualquier caso esta se realiza sobre papel no sobre la obra. No obstante lo afirmado, constituyen la mejor justificación técnica para explicar al promotor las razones en las que se fundamentan las decisiones preventivas y las consecuentes inversiones económicas necesarias.
- d.- Si bien es de calidad realizar una evaluación inicial de los riesgos en el plan de S+H, en cualquier caso esta se realiza sobre papel no sobre la obra, puesto que legalmente esta no ha podido comenzar. Esta acción rectifica o mejora en su caso, el nivel preventivo alcanzado en el estudio de seguridad e higiene.

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS DIFERENCIAS EXISTENTES ENTRE UN ESTUDIO Y UN PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE.

Existe una muy generalizada interpretación errónea del último párrafo del artículo 4º-1 del RD.: 555/1.986 de 21 de febrero: la valoración económica de un plan de S+H no puede tener variaciones con respecto a lo contenido en el estudio de S+H. Esto no debe interpretarse al pie de la letra, hacerlo así es un tremendo error.

Para no olvidar las razones de falsedad de la interpretación, sugiero seguir el razonamiento encadenado que expreso a continuación a modo de regla nemotécnica:

- a-1.- El estudio y el plan de seguridad e higiene son parte del proyecto de ejecución por definición del RD.: 555/1.986 de 21 de febrero, (artículo 1º).
- a-2.- Los proyectos de ejecución de todas las obras de promoción oficial, están sujetos al contenido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- a-3.- La Ley de Contratos de las Administraciones Públicas es de mayor rango legal que un Real Decreto que quedará invalidado en todo aquello que se le oponga.
- a-4.- La Ley de Contratos de las Administraciones Públicas permite las figuras: reformado y adicional de obra, en unas determinadas condiciones.
- a-5.- Las figuras: reformado y adicional de obra, implican variaciones presupuestarias.
- a-6.- Los estudios y los planes de seguridad e higiene están sujetos a la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, admiten las figuras económicas del reformado y adicional de obra.
- a-7.- En consecuencia se concluye que los estudios y los planes de seguridad e higiene pueden contener variaciones presupuestarias por los motivos en los que la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, admite los adicionales y reformados de obra.

Mutatis mutandi, lo mismo se puede afirmar al respecto de los estudios y los planes de seguridad e higiene producto de las promociones privadas.

- b-1.- Para que los órganos de la Administración reconozcan un presupuesto de licitación, (en nuestro caso el del Plan de S+H), se pueden establecer los criterios que se crea conveniente en Derecho.
- b-2.- En consecuencia de lo anterior, debe presentarse la oferta plan de S+H, por el importe del estudio de S+H., para que sea admitido a trámite por la Administración, (Central o de las Comunidades Autónomas).
- b-3.- Si nos quedáramos en este punto, atentáramos contra el espíritu y letra del objetivo legal regulado por el RD.: 555/1.986 de 21 de febrero, porque se carecería del mecanismo para corregir la dotación presupuestaria en todos los casos en los que por error, dolo u otras figuras conocidas, el estudio de seguridad e higiene estuviere mal resuelto, peor valorado o cualesquiera otra casuística que se desee presentar atentatoria contra el objetivo de construir de forma concreta y segura. El objetivo fundamental de este precepto legislativo es: la concreción, la valoración económica, la ejecución y la administración de la prevención de riesgos laborales en el sector construcción.

Como se resuelve esta situación:

Presentando a la Administración la oferta del plan de S+H por el importe del estudio de seguridad e higiene, en forma de estadillos desglosados en:

- c-1.- Mediciones existentes en el estudio de S+H.
- c-2.- Variaciones en más o en menos de las mediciones existentes en el estudio de S+H.
- c-3.- Mediciones por imprevistos en el estudio de S+H.

Seguidas de:

- d-1.- Presupuesto de las mediciones existentes en el estudio de S+H que se van a ejecutar.
- d-2.- Comunicación de las variaciones en más o en menos de las mediciones existentes en el estudio de S+H., con la intención de resolverlas en la futura liquidación de la obra, o en el momento en el que se prevea en el contrato de adjudicación de la obra.
- d-3.- Comunicación de las mediciones por imprevistos en el estudio de S+H. con la intención de resolverlas en forma de adicional o reformado en el momento oportuno, en la futura liquidación de la obra, o en el momento en el que se prevea en el contrato de adjudicación de la obra.

A continuación se debe entrar en la dinámica habitual que acompaña a la situación expresada: discusiones con la dirección facultativa de S+H, (luego Coordinador de S+H), conclusión de los oportunos acuerdos y tramitación.

También puede ocurrir que no se presente ni tramite este adicional o reformado, porque la prevención no importe (se chapucee en el mejor de los casos) y si importe lograr el abono de adicionales y reformados de mayor enjundia, (un cambio de cimentación, un cambio de estructura), cuya tramitación podría ser empañada por la actitud de las direcciones facultativas que no saben de seguridad e higiene, lo demuestran en sus trabajos y no admiten su desconocimiento en la materia propiciando de forma tácita pero eficaz las situaciones de riesgo laboral en las obras de construcción.

El estudio de seguridad es un documento, que confeccionado con calidad, no tiene que plantear problemas económicos de importancia a la hora de componer el plan de seguridad e higiene. La falta de calidad como la falta de realismo, originarán los problemas, por ello presento el esquema siguiente.

7. Los problemas de las posibles diferencias entre el estudio y el plan de seguridad e higiene y su evaluación económica

Los problemas de índole económica se nos antojan los más arduos de resolver y no es cierto. Pensemos tan solo en tener que llevar a la práctica todo un planteamiento organizativo, distinto del previsto. Esta es una posibilidad que puede presentarse en especial en el esquema final de desarrollo de una obra de gran complejidad en la que intervengan diversos contratistas sin interposición de uno de ellos como principal.

Es evidente, que en presencia de la Ley 31 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos laborales, la imprevisión en obra puede ser duramente sancionada directamente de forma económica o de forma más dolorosa: paralizando la obra o alguna de sus partes.

No puede argüirse para evitar la sanción, la excusa de faltas presupuestarias en el estudio y por arrastre en el plan de seguridad e higiene; en cualquier caso, si existe sanción de paralización, esta comienza a surtir efecto desde el mismo momento en que lo ordene la Autoridad laboral competente. Si estamos en presencia de conjunción de diversas empresas cuya coordinación realizamos, la paralización del tajo de una de ellas puede dar al traste con la programación de la obra, o en el peor de los casos arrastrar a las demás a parar.

Esto originará un perjuicio económico al promotor en la forma de retraso de obra o aumento de los gastos financieros y su deseo de resarcirse de ellos, lo que comprometerá la posición en la obra del coordinador.

Ante lo dicho, es necesario plantearse la seguridad e higiene de forma seria desde todos sus aspectos, si no se desea aumentar los problemas de coordinación de la obra. Es evidente que si se controla la calidad de los documentos que componen el proyecto de ejecución, estudio de seguridad e higiene incluidos, los posibles problemas tendrán una solución más fácil que si no se sigue esta prudente prevención.

8. El arquitecto ,el arquitecto técnico o, el coordinador de seguridad y saluda y la evaluación de los riesgos según la ley 31 de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales.

Si los Arquitectos y los Arquitectos Técnicos se especializan en Coordinadores de S+H, mediante la formación de nivel superior a la que se refiere el vigente Reglamento de los Servicios de Prevención, pueden ser la solución más efectiva más perfecta y menos costosa para el sector como servicio profesional independiente. La perfección se logrará si además son dirección facultativa de construcción. El mercado se les presenta duro, deberán en consecuencia saber vender la rentabilidad de la puesta al servicio de la construcción, de todos sus nuevos conocimientos de verdaderos especialistas.

Como ya comenté con anterioridad, esta nueva figura de la prevención de riesgos laborales está aún pendiente del desarrollo normativo que se imponga mediante la transposición a nuestro ordenamiento jurídico, de la Directiva 92/57 CEE disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse a las obras de construcción temporales o móviles.

Sea esta figura u otra, alguien en la obra, deberá realizar la evaluación inicial de los riesgos y aquella otra evaluación necesaria, por reacondicionamiento de los lugares de trabajo, que pueden hacer de ella una evaluación de riesgos permanente; todo ello en cumplimiento del artículo 16 de la Ley 31 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

En el caso de tener que establecer la coordinación de varias empresas sin interposición de una que actúe como principal, cada una de estas empresas deberá realizar una evaluación inicial de sus riesgos en la obra. Es evidente que si todas las empresas comienzan a trabajar en la obra en su inicio y al mismo tiempo, esta evaluación inicial deberá realizarse sobre papel, la obra no existirá como tal. Caso distinto será si ya existe obra cuando se incorpora cada una de estas empresas, en ese caso, la evaluación será mixta; es decir, la del entorno condicionado por la actividad de cada una de las empresas más la que recoge la actividad que se va a realizar y que necesariamente se realizará sobre papel.

La acción de evaluación de los riesgos es una actividad interna de cada empresa constructora. Si se desea conocer de esta actividad, es necesario tomar unas precauciones de tipo contractual, previas al comienzo de los trabajos, que obliguen a dar cuenta a la propiedad de esta actividad empresarial y tener presente, que conocer, implica responsabilidad para el que conoce. Parece ser que lo más conveniente es que el coordinador conozca las evaluaciones que se efectúen y que la acción de evaluar la realice otra persona de la empresa constructora correspondiente.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA.

COMENTARIOS A LA LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (SALUD LABORAL).

Autor: Leodegario Fernández Marcos.

Editorial: Dykinson.

Madrid 1996.

MANUAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA CONSTRUCCIÓN.

Autor: Pedro Antonio Beguería Latorre.

Editorial: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Girona.

Girona 1998.

PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE LA PREVENCIÓN (EVALUACIÓN DE RIESGOS EN CONSTRUCCIÓN).

Autores: César Mínguez Fernández.

Eusebio Cermeño Monge.

Manuel Castro Sánchez.

Antonio Roldán Calderón.

Rodolfo Albiñana Pérez.

Editorial: Fundación Escuela de la Edificación.

Madrid 1998.

REAL DECRETO 1627/1997, DE 24 DE OCTUBRE, POR EL QUE SE ESTABLECEN DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y DE SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

**Sistemas integrales de seguridad y
gestión técnica en edificios y
complejos industriales. Un ejemplo de
la aplicación de las tecnologías de la
información a la seguridad industrial**

**Jesús Romero Camacho
Jefe de Producto MBS. División Electrónica
Grupo Thyssen Krupp Industrial**

INDICE

1. Introducción	1
2. Descripción técnica de un sistema de seguridad	7
2.1. Supervisor en PC	7
2.2. Gestor de línea GL	9
2.3. Software de programa de usuario	10
2.4. Subsistemas del SISC21	11
2.4.1. Seguridad y fuego	14
2.4.2. Confort, energía y fluidos	21
2.4.3. Alarmas técnicas	27
2.4.4. Control de Accesos	31
2.4.5. Mantenimiento	34
2.4.6. Telemantenimiento	36
3. Conclusiones y perspectivas	39

1.- Introducción

Actualmente, en los edificios modernos y en la industria, existe un elevado número de señales provenientes de distintos sensores y subsistemas (intrusión, clima, etc.) que, hablando de forma general, es preciso **controlar, supervisar e integrar**.

La distinta naturaleza de las señales a medir exige equipos que no solamente sepan **interpretar** las variaciones de los parámetros físicos que los sensores miden, sino que **reaccionen (controlar)** también de forma adecuada al cambio de los mismos accionando los elementos de actuación y posiblemente también **informando (supervisar)** a otros subsistemas de la existencia de estos cambios, para que, si se considera necesario, se desencadene una **respuesta coordinada** de acciones (**integrar**) de todos los subsistemas en función del grado de **importancia** o el **riesgo** del hecho acaecido.

Ahora bien, el tipo de señales presentes en los subsistemas existentes en los edificios varían grandemente **tanto en su forma como en el tratamiento** que el sistema debe dar a cada uno de ellos. Así, señales procedentes de sistema de intrusión o de un sistema de detección de fuego, deben recibir un tratamiento distinto a las señales procedentes del Subsistema de clima o de la información de transacciones en un control de acceso ya sea por el **tiempo** en que el sistema debe responder ante cambios, como por su **importancia y/o prioridad**.

También el sistema debe soportar distintos niveles de funcionamiento de acuerdo al **flujo de datos existentes** o bien de la **operatividad de los equipos** en funcionamiento en un momento determinado asegurando **una respuesta independiente del número de unidades conectadas** y/o una respuesta adecuada en **caso de fallo de uno o varios** elementos de control.

La solución posible ha de basarse pues, en un sistema que **descentralice** las labores de supervisión y control, sea **modular y de fácil expansión** y que cumpla los requisitos indicados anteriormente referentes al tratamiento de señales y funcionamiento en modo degradado.

El sistema deberá ser concebido como un **sistema distribuido de control** basado en una **potente red de comunicaciones** en la que se integren **unidades de proceso inteligentes**, adaptadas al tipo de señales a medir y distribuidas a lo largo de la instalación, situándose por tanto **cercanas a los puntos de origen** de las señales a controlar, permitiendo **la gestión y control** de las mismas.

De esta manera se permitirá la **Gestión Técnica de Edificios** y la **integración de distintos subsistemas** (Intrusión, Incendios, Aire acondicionado, Ascensores, CCTV, Megafonía, Parking, etc.) soportando el tráfico de **información específica** de cada uno de ellos, **transformándola a un formato común** y direccionándola a cualquier punto de la red, ayudándose para ello de una flexible **programación local** residente en cada uno de sus elementos.

Dado el cada día más global intercambio de la información y a la proliferación de empresas fabricantes de equipos de control es muy interesante la posibilidad de que el sistema pueda proporcionar el medio para la **integración de Subsistemas de otros fabricantes** mediante la **adaptación del protocolo** de comunicaciones de los distintos equipos. Con este objetivo se debe perseguir en todo momento un diseño

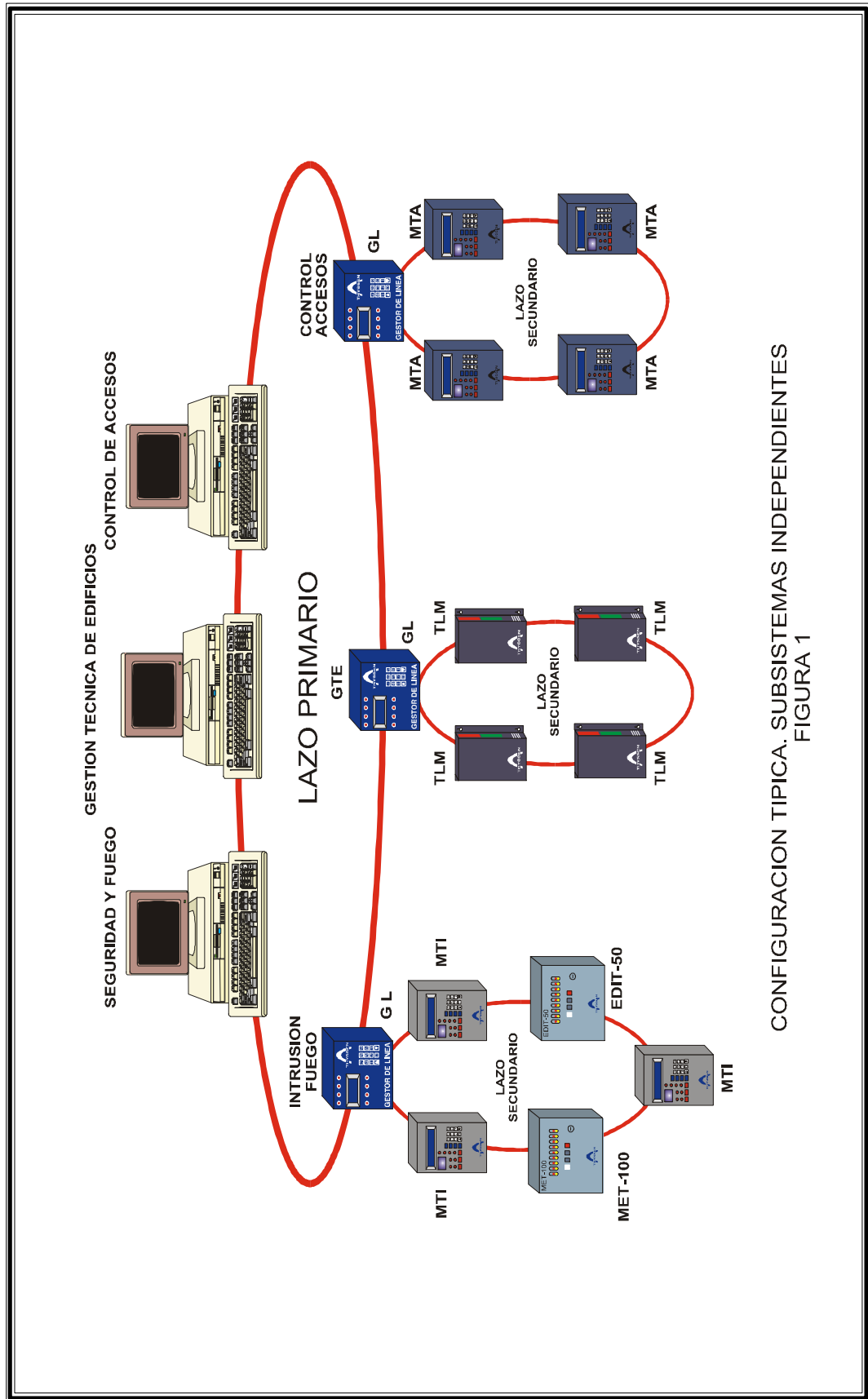
modular, estructurado y flexible que permita, desde el punto de vista lógico, ver el sistema como un conjunto de capas diferenciadas de distinto nivel, y que cada una de ellas provea de los servicios necesarios a las capas inferiores. De este modo, la modificación en un nivel inferior del sistema permite la adaptación a un nuevo Subsistema sin que ello conlleve la alteración de la estructura de las capas superiores.

La **ARQUITECTURA HARDWARE** de un sistema integral debe estar concebida para funcionar en dos niveles jerárquicos que posibilitan la **implementación real** de un sistema que integre cualquier tipo de señal con las características señaladas: nivel de **CONTROL** y nivel de **GESTIÓN**.

- **CONTROL.** En este nivel se implementa realmente la “**inteligencia**” del sistema y todas las acciones que el sistema **debe ejecutar de forma desatendida y/o automática**. Así, el **tiempo de respuesta** para tareas de control será **independiente del número de elementos** conectados **y de la carga** de los mismos, permitiendo al mismo tiempo tener un buen comportamiento en modo degradado, esto es con fallos totales o parciales de ciertos componentes.
- **GESTION.** Este nivel tiene como principal función la de **dar formato a la información** que genera el nivel de control para ser **presentada al operador/usuario** o para ser **archivada en históricos** y ofrecer un método **centralizado de actualización/modificación (programación) del comportamiento del sistema**.

En la Figura 1 se representa un esquema genérico de la constitución de un sistema integral de seguridad y gestión técnica. El sistema consta de un **Lazo Primario** (Nivel de Gestión) de comunicaciones en el cual pueden ir conectados **PCs y equipos Gestores de Línea (GL)**. El número máximo de estaciones en el Lazo Primario es 32.

El Lazo Primario es una red de **paso de testigo** con interface físico RS-485 constituida por gestores de línea (GLs), que **recogen y distribuyen** la información procedente de los distintos subsistemas existentes en la instalación, y por PCs que sirven de interface gráfica con los operadores **presentando todos los eventos** acaecidos en el sistema y **permitiendo su configuración de modo centralizado**. La información a intercambiar ente los elementos del lazo primario puede ser del orden de cientos/miles de bytes y el protocolo elegido permite una **alta eficiencia** en el intercambio de información entre las estaciones.



CONFIGURACION TIPICA. SUBSISTEMAS INDEPENDIENTES
FIGURA 1

De cada GL parte un Lazo Secundario (Nivel de Control) que permite la conexión de un máximo de 32 Módulos Terminales (MT) mediante un protocolo de comunicaciones **maestro - esclavo** con interface física RS-485 que permite conocer el **estado de actividad de las estaciones** secundarias y el **intercambio de información bidireccional** entre GL y MT. La información a intercambiar ente los elementos del lazo secundario es fundamentalmente de sincronización entre las distintas tareas a ejecutar en el sistema distribuido y es del orden de decenas de bytes. El protocolo elegido permite una **respuesta uniforme** desde el punto de vista de control y un sistema **fiable y robusto** en el intercambio de información entre las estaciones.

Los **Módulos Terminales** son equipos con un hardware específicamente diseñado para el control de un Subsistema determinado. Así podemos hacer referencia al MTI (**Módulo Terminal de Intrusión**), MET-100 (**Central de Extinción de Fuego**), TLM (**Equipo de propósito general**, por ejemplo, control de ascensores, aire acondicionado), etc.

Los **Módulos Terminales** se encuentran directamente conectados a los diversos sensores que se encuentran en la instalación. Son los responsables de la lectura de los valores digitales o analógicos que éstos proporcionan. Asimismo realizan la **regulación, optimización y los telemandos** programados como reacción a ciertos eventos o **acciones realizadas por un operador**.

La información leída por los MTs se almacena en las zonas de memoria dedicadas para este fin, se **comunica a través del Lazo Secundario al Gestor de Línea** responsable de la supervisión del MT y a continuación se **distribuye por el Lazo Primario con arreglo a la programación local de dicho GL**.

Un sistema distribuido como el propuesto exige un elevado número de procesos (al menos tantos como componentes físicos existan en la instalación) que es necesario sincronizar y comunicar entre sí, sin olvidarnos que hay que crearlos y mantenerlos de una forma sencilla por los usuarios.

La **ARQUITECTURA SOFTWARE** deberá complementar la estructura hardware y permitir extraer el máximo rendimiento mediante los siguientes puntos clave:

- **Programación local** a cada estación mediante un lenguaje universal tipo PLC, mediante la cual deciden las pautas de actuación e implementan las estrategias de regulación.
- **Marcas de memoria** para sincronización de tareas y envío de información elemental de un modo rápido y eficiente a través de la red de comunicaciones
- **Telegramas origen/destino** de intercambio de información.
- **Pilas múltiples** de almacenamiento de eventos para **procesamiento paralelo**, configurando a medida del usuario final el destino y utilidad de la información generada en el nivel de control (Lazo Secundario).
- **Interface Lógico** común a todos los elementos del sistema, simplificando su programación.

Dos características muy importantes que un sistema integral debería poseer son las de ser **distribuido y flexible**. Ser **distribuido** para que cada equipo que lo componga tenga capacidad de análisis y decisión ante los eventos que ocurren en su entorno, de modo que no exista un centro neurálgico de cuyo correcto funcionamiento dependa el resto del sistema. Ser **flexible** para que todos los equipos que lo constituyan dispongan de una programación local (**Programa de usuario**) que defina su comportamiento. El Programa de Usuario podrá ser editado en cualquiera de los PCs del Sistema y enviado al equipo concreto cuyo comportamiento se desee definir.

Como podemos intuir, estamos exponiendo un sistema **altamente configurable, abierto**, sin **rigidez** y fácilmente **adaptable** a la problemática concreta de cada instalación.

En forma de resumen se describen a continuación los distintos objetivos que se persiguen con estos sistemas al igual que las prestaciones que deberán tener para poder cumplir dichos objetivos.

OBJETIVOS DE UN SISTEMA INTEGRAL DE SEGURIDAD Y GESTIÓN TÉCNICA:

- Integrar señales presentes en edificios o complejos industriales o comerciales.
- Incrementar la productividad de los operadores.
- Optimizar funcionamiento global de la instalación.
- Reducir costes de operación.
- Incrementar fiabilidad.

PRESTACIONES DE UN SISTEMA INTEGRAL DE SEGURIDAD Y GESTIÓN TÉCNICA:

- **Gestión Técnica** de instalaciones. Integración de señales (Intrusión, Incendios, Aire acondicionado, Ascensores, CCTV, Megafonía, Parking, etc.).
- Descentralización de las tareas de control.
- Sistema modular y de fácil expansión.
- Arquitectura Hardware/Software optimizada.
- Supervisión y programación local y/o remota.
- Proceso avanzado de eventos.
- Conexión a sistemas de otros Fabricantes.
- Conexión de múltiples PC con distribución de tareas configurable.
- Interconexión a software de usuario.
- Palabra clave de acceso (cuántos más niveles de prioridad más compleja configuración de usuarios) al supervisor en PC.
- Sistema Operativo Windows 3.11 95 y NT o semejantes.

En los siguientes capítulos se va a describir con detalle un sistema que cumple con los requisitos descritos en las páginas anteriores: EL SISTEMA INTEGRAL DE SEGURIDAD Y CONTROL SISC21 desarrollado por la empresa THYSSEN INGENIERÍA Y SISTEMAS perteneciente al grupo multinacional THYSSEN KRUPP INDUSTRIAL. Con este ejemplo se va a tratar de transmitir una idea precisa, completa y con cierta profundidad de lo que estos sistemas representan, que componentes lo constituyen, de que características técnicas disponen y que capacidades de gestión y configuración se consiguen.

Aunque las características de sistemas integrados de distintos fabricantes puedan obviamente cambiar entre unos y otros, es nuestra opinión que la descripción de uno de ellos, siempre que sea lo bastante genérico y completo, es suficientemente ilustrativa para lo que aquí se pretende según se describe en el párrafo anterior. Téngase lo dicho arriba en cuenta a la hora de evaluar la información que sigue puesto que ésta va a ser específica del sistema SISC21 de Thyssen y tendrá que entenderse como tal.

2. Descripción técnica de un sistema integral de seguridad

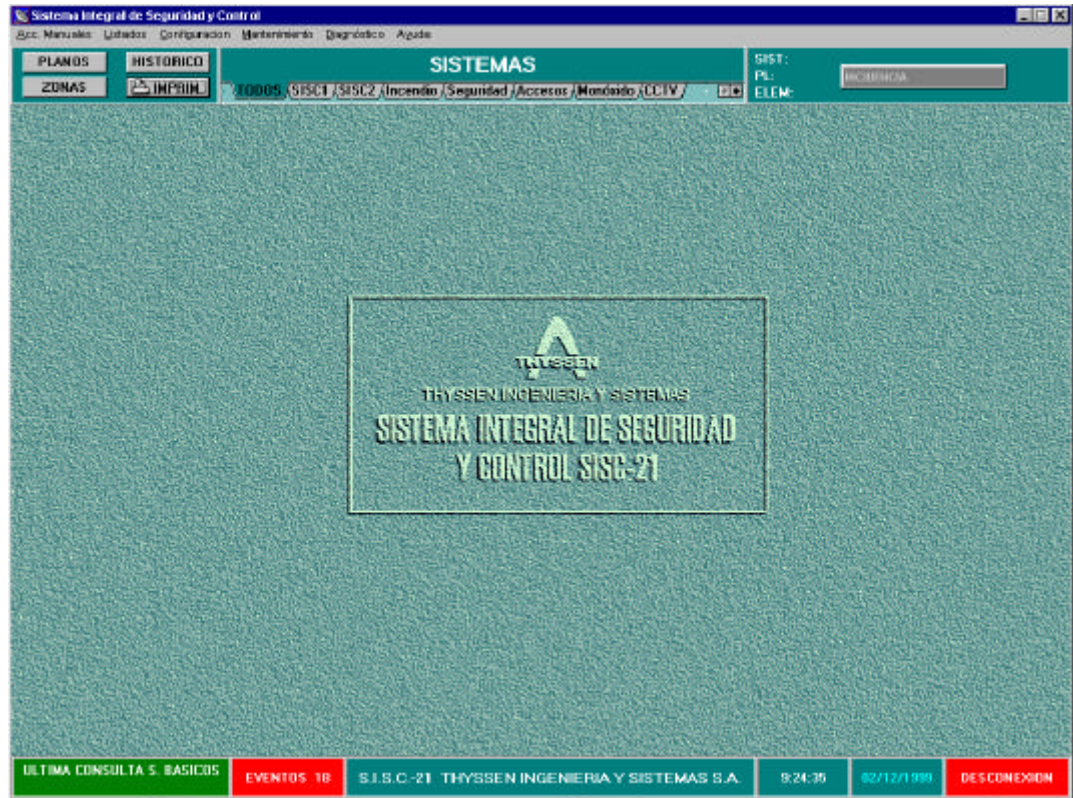
2.1.- Supervisor en PC

La información de **alarmas, eventos y de acciones** producida en los lazos secundarios se **presenta** en el lazo primario mediante los **PC** a los operadores mediante un **programa** desarrollado en entorno Windows y **base de datos relacional**, aprovechando toda la potencia gráfica y simplicidad de uso que estos sistemas operativos y herramientas ofrecen. El familiar interface gráfico de Windows permite moverse de forma inmediata a través de menús, ventanas y aplicaciones.



El acceso de los usuarios mediante **palabra clave** a las funciones del supervisor está establecido mediante una jerarquía de **10 niveles de prioridad**, con **dos idiomas** en función del operador.

Una vez en el programa, la **pantalla de estado** permite obtener una información general de estado del sistema y las **solapas de los subsistemas** predefinidos ofrecen un método fácil de acceso a **gráficos intuitivos** con iconos en colores que indican el **estado de los sensores** y a ventanas **con instrucciones de actuación** en caso de alarma. La estructura de menú es sencilla de aprender y las ayudas on-line guían al usuario sin esfuerzo a través del Sistema.



Un potente **gestor de** listados permite generar listados de las alarmas, fallos y en general todos los eventos acaecidos en el sistema. Las **acciones de los operadores** quedan también registradas para el posterior seguimiento de las actuaciones frente alarmas.

PRESTACIONES PC :

- Supervisión y programación local y/o remota.
- Base de datos relacional.
- Proceso avanzado de eventos.
- Interface Gráfico de Usuario Windows.
- Supervisor con dos idiomas en función del operador.
- Palabra clave de acceso (10 niveles de prioridad) al supervisor en PC.
- Histórico de acciones de operador del sistema.
- Ventana de estado general del sistema.
- Gráficos de alarmas definibles por el usuario.
- Instrucciones de actuación frente alarmas definibles por el usuario.
- Símbolos de detectores, elementos, etc. definibles por el usuario.
- Notificación de alarma en cualquier aplicación Windows.
- Conexión de múltiples PC con distribución de tareas configurable.
- Interconexión a software de usuario.
- Sistema Operativo Windows 3.11, 95 y NT.

2.2. Gestor de línea GL

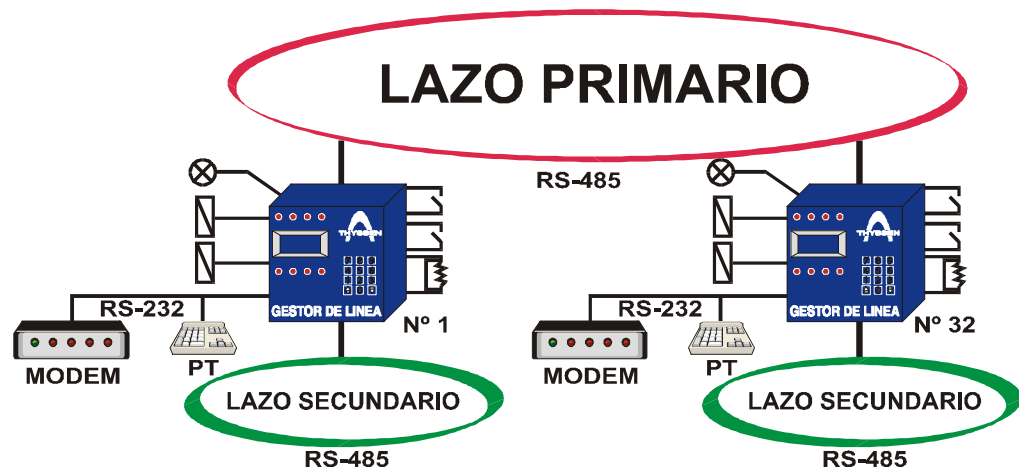
Los **Gestores de Línea GL** sirven como elementos de **supervisión** de los componentes situados en su lazo secundario, de **almacenamiento** de incidencias, alarmas y en general eventos de los mismos y de **comunicación** con el Lazo Primario, actuando en definitiva como un **concentrador** de señales para permitir un **funcionamiento desatendido** con el último eslabón del sistema **SISC-21**: los distintos PCs de los operadores.

Los GL soportan **dos líneas** de comunicación RS-485 a 38.400 bits/s para el lazo primario y secundario, **una línea** adicional RS-232 y **6 entradas digitales, 5 entradas analógicas** y **8 salidas digitales a transistor** para labores auxiliares de control.

El número máximo de componentes (MTI) en cada **lazo secundario asciende a 32** y en el **primario (GL y PC) asciende también a 32 elementos**

PRESTACIONES GL Y ARQUITECTURA:

- Programación local y/o remota.
- Hasta 2100 pasos de programación.
- Proceso avanzado de eventos.
- Reloj en tiempo real.
- 384 Kbytes de RAM.
- Display 4x20 caracteres y teclado
- Seis entradas digitales.
- Cinco Entradas Analógicas (8 bits).
- Ocho salidas de transistor.
- Línea RS-485 Lazo secundario hasta 38.400 Bits/seg.
- Línea RS-485 Lazo primario hasta 38.400 Bits/seg.
- Línea auxiliar RS-232.
- Cargador de baterías incorporado con compensación de temperatura.
- Test automático de batería.
- Detección de fallo de aislamiento a tierra.



OBSERVACIONES: Según muestra el gráfico pueden conectarse hasta 32 GL's.

2.3. Software de programa de usuario

Todos los elementos del sistema (MTI, GL y PC's) tienen la capacidad de ejecutar un programa (denominado **Programa de Usuario**), residente en memoria no volátil, en un **lenguaje estándar** de autómatas programables (PLC) que define el comportamiento individual del equipo.

Este lenguaje, mediante un grupo de instrucciones lógicas (AND, OR, SET, RESET, comparación, etc.), de manejo de temporizadores, de valores analógicos, etc., permite realizar una serie de **acciones** sobre las **salidas del mismo equipo o de otro de la red** en función de cambios de estado en las entradas.

Esta prestación le confiere una gran flexibilidad para adaptarse a **cualquier necesidad adicional de control**, ligada o no a las entradas de **detectores y/o digitales** del MTI, de los GL o bien del Supervisor en PC.

Cada PC en el Lazo primario puede reconocer la existencia de otros componentes activos y en base a su "**programa de usuario**" puede **especializarse** en tareas específicas (Pej. reconocer sólo alarmas de Fuego excepto cuando es el único PC, que recibe las alarmas de Seguridad, Fuego y Técnicas).

Este programa de usuario puede ser **editado, compilado y transferido** desde cualquiera de los PC del lazo primario o desde un PC portátil en caso de montaje en **modo autónomo**.

Esta estructura software, unida a la arquitectura hardware en dos niveles, facilita el **diseño, la implementación, la puesta en marcha y el mantenimiento** del Sistema SISC-21.

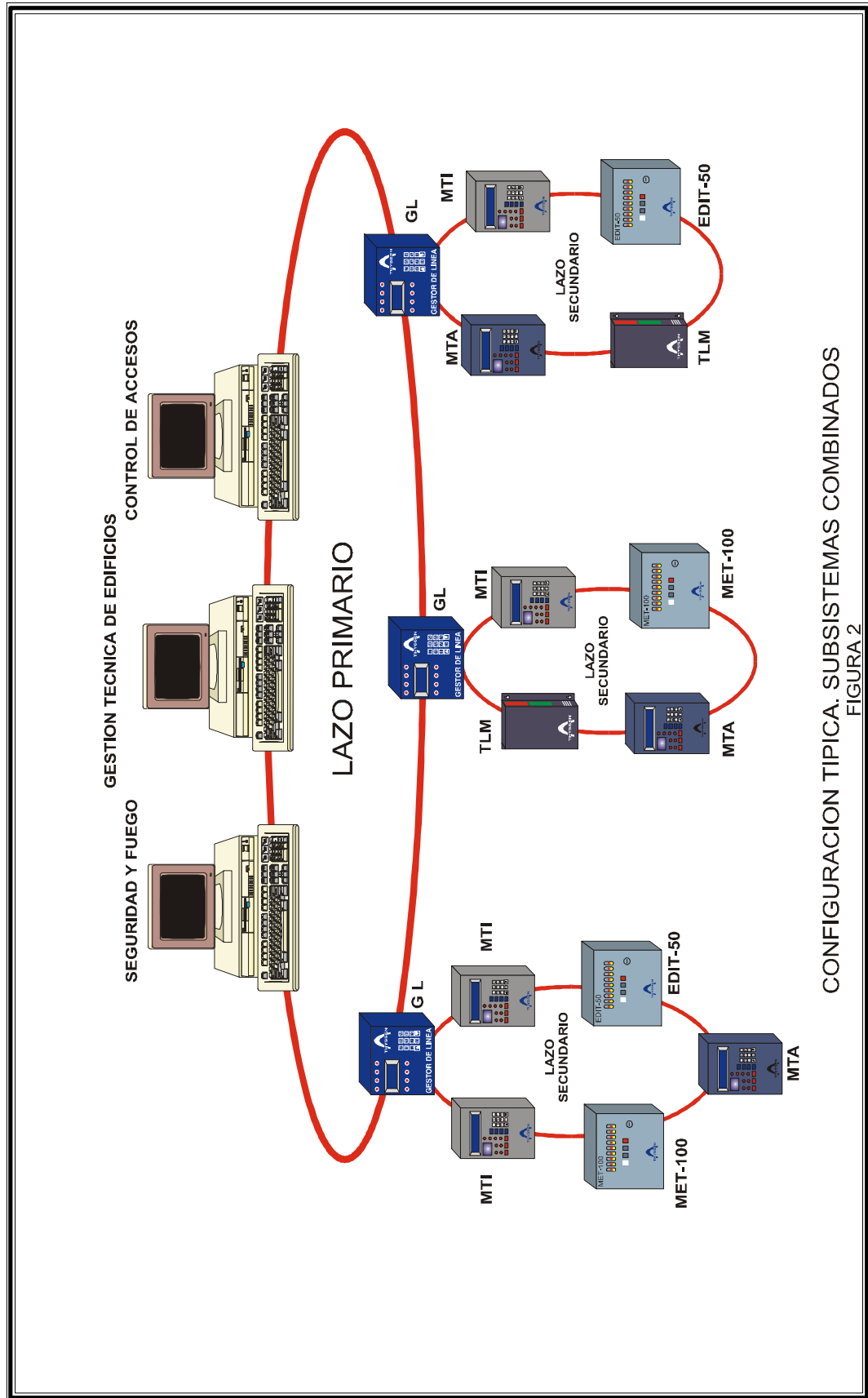
En el gráfico de la figura 1 se presentaba un ejemplo de configuración del SISC-21 en el que cada subsistema dependía de un GL sin que se mezclaran funciones. Esta división no es necesaria y pueden mezclarse equipos y funciones como se indica en el gráfico de la figura 2.

PRESTACIONES PROGRAMA DE USUARIO:

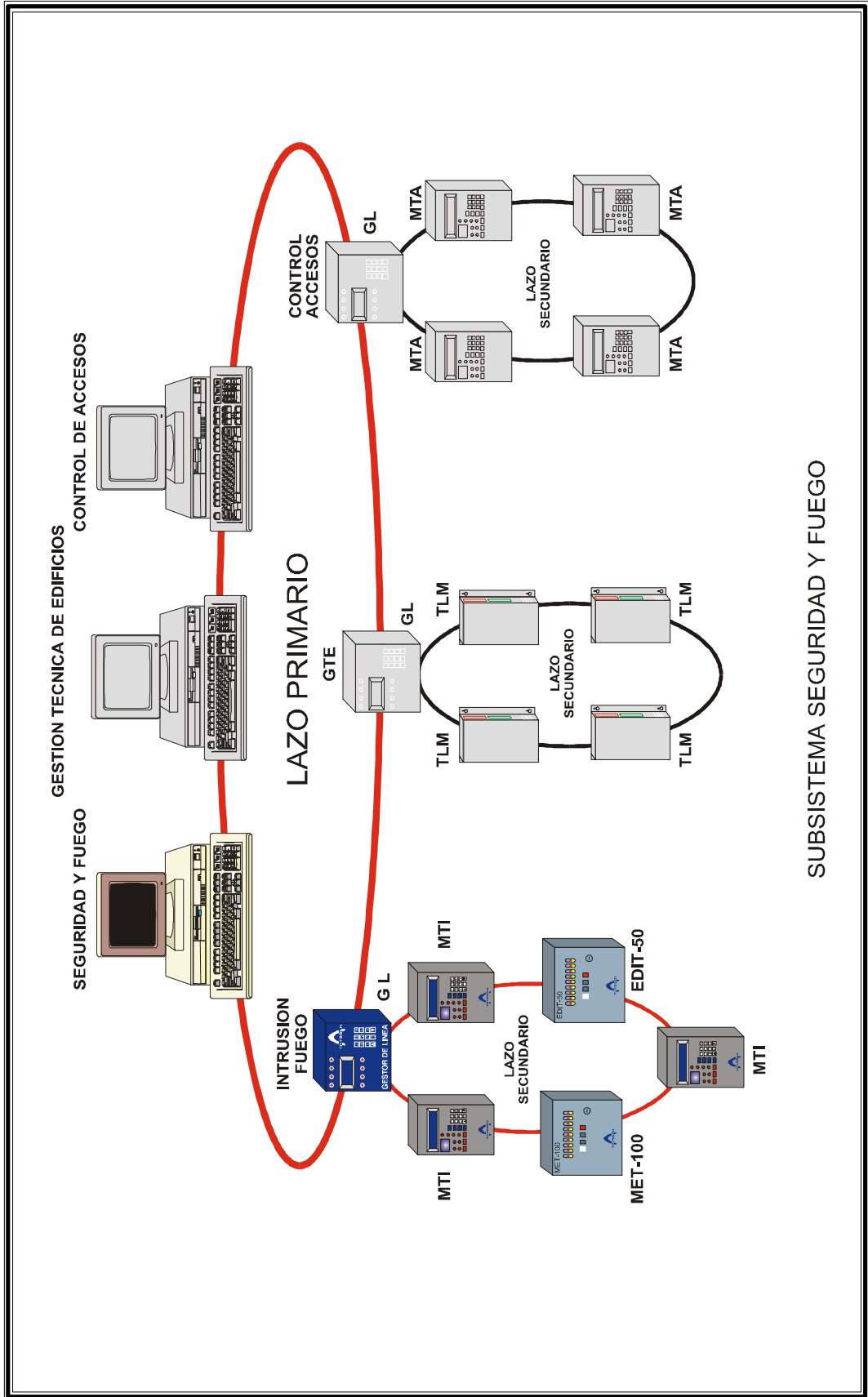
- Funciones Lógicas: AND, OR, NAND, NOR.
- Funciones Asignación: SET, RESET.
- Funciones comparación: CP.
- Funciones Almacenamiento: ST,LK.
- Funciones de tiempo: SI.
- Temporizadores: 16 temporizadores, 255 pasos, resolución 13 ms y 1 seg.
- Direccionamiento: 196 Entradas, 196 salidas, 196 marcas de memoria.

2.4. Subsistemas SISC-21

En el capítulo anterior se han expuesto las características generales de las señales presentes en los edificios y la solución que aporta el SISC21. En este capítulo se van a exponer de forma más detallada los subsistemas que lo componen.



CONFIGURACION TIPICA. SUBSISTEMAS COMBINADOS
FIGURA 2



2.4.1. Seguridad y fuego

El Sistema de Seguridad (Intrusión) y Fuego trata de la **protección** de las personas y bienes presentes en el edificio contra los riesgos de **incendio** (detección, extinción), **robo** y **terrorismo**.

El objetivo que debe cumplir el sistema, es proporcionar en todo momento datos **fiables y precisos** de intentos de intrusión o de **anomalías** que pudieran producirse como consecuencia de un acto de robo, secuestro, atraco, sabotaje, etc. a los usuarios del sistema, con el objeto de tener una **respuesta eficaz** en el **menor tiempo posible**.

La **solución que aporta el SISC -21** en seguridad se basa en un potente **paquete de software** en entorno Windows conectado a **elementos de campo** específicos para la detección de **intrusión**, los **Módulos Terminales de Intrusión (MTI) y fuego**, centrales **EDIT-50** y **MET-100**.

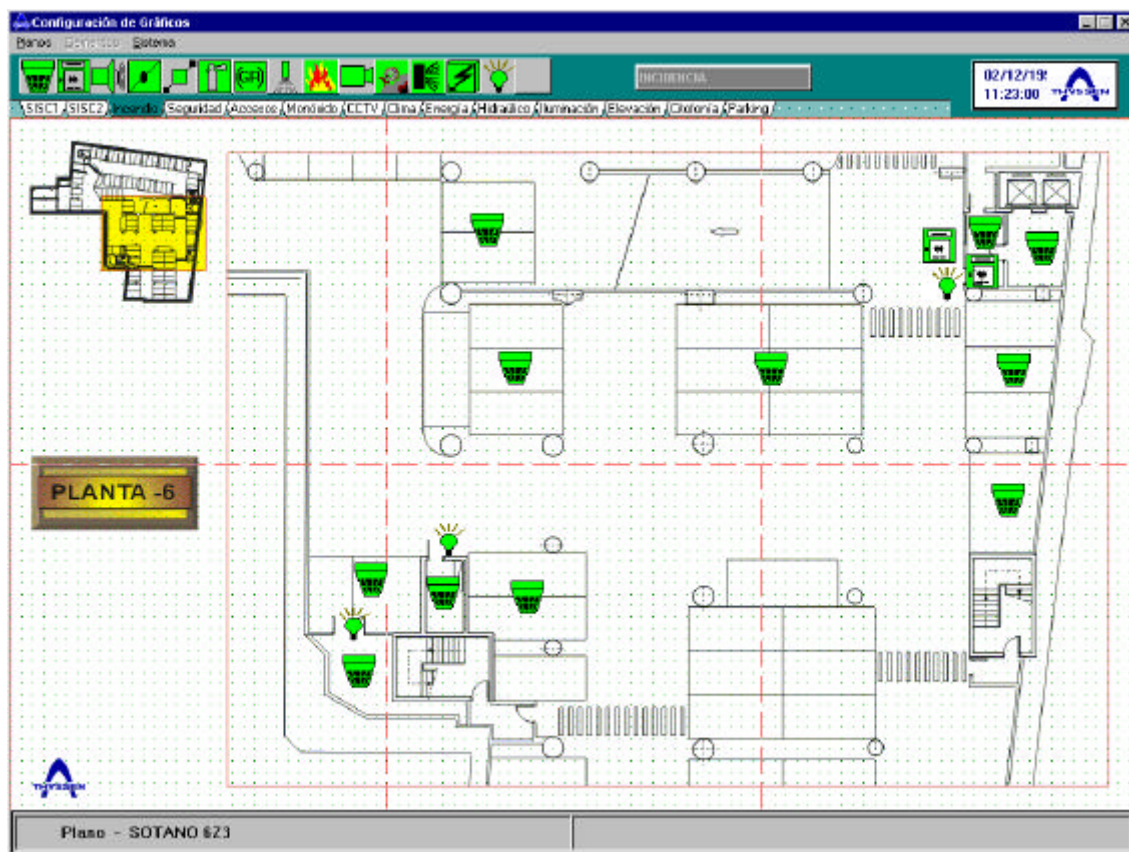
Los **MTI** se encuentran directamente conectados a los sensores de intrusión mediante un **lazo balanceado a dos hilos** que le permite distinguir **cuatro estados** (reposo, alarma, corto circuito y circuito abierto), dotándole de una gran **fiabilidad** en la **detección** de alarmas. Asimismo las zonas pueden ser configuradas como **normales, temporizadas o tipo shunt**.

En su configuración máxima, los **MTI** admiten **hasta 24 zonas balanceadas** de detección, **24 salidas de relé**, **8 entradas digitales** optoacopladas y está dotado además de **12 entradas digitales** para la conexión de un teclado (3x4 teclas) y de **16 salidas digitales** en matriz de 4x4 salidas de transistor para labores auxiliares de señalización y control.

En el caso de señales de fuego, existe la central **EDIT 50 con cinco líneas de detectores** convencionales y la central **MET-100** para el control completo de **una zona de extinción**.

La información de **alarmas, eventos y de acciones** producida en los lazos secundarios se **presenta** en el lazo primario, mediante los **PC** .

En el Supervisor de Intrusión, dotado con el software de **Supervisión en PC de Seguridad y Fuego**, están a disposición de los operadores, **gráficos, planos y símbolos** que proporcionan una información **clara y precisa** de cualquier evento en el sistema.



Una vez en el programa, la **pantalla de estado** permite obtener una información general de estado del sistema y las **solapas de los subsistemas** predefinidos ofrecen un método fácil de acceso a **gráficos intuitivos** con iconos en colores que indican el **estado de los sensores** y a ventanas **con instrucciones de actuación** en caso de alarma.

Todos los **gráficos, mensajes de acción, iconos** de los sensores y subsistemas son definibles por el usuario con herramientas estándar de Windows. Así, el usuario puede generar sus planos con programas comerciales de edición (Autocad, etc...) e incorporarlos al SISC realizando una conversión a formato BMP.

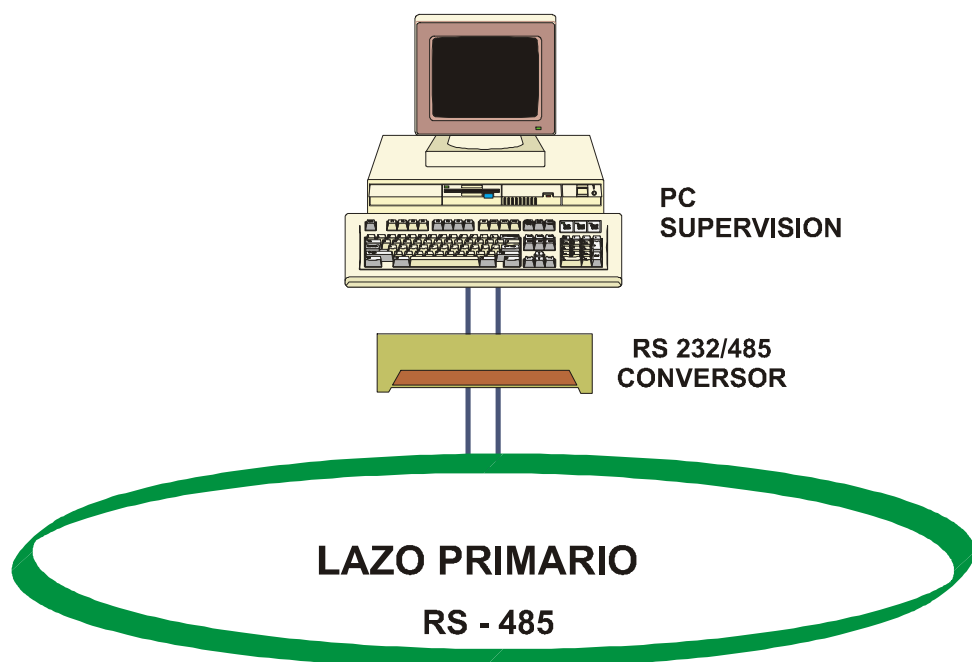
El sistema puede trabajar con **programas horarios** con el objeto principal de ser utilizados en seguridad para la **conexión/desconexión** automática de zonas o grupos de zonas, sin menoscabo de realizar otras funciones auxiliares relacionadas con acceso o seguridad (P. ej., control de puertas en horarios determinados). Una vez definidos estos programas de tiempo y **las excepciones pertinentes por fechas festivas**, se envían a los MTI, permitiendo un funcionamiento desatendido de los PC's de supervisión.

Todos los datos almacenados en el supervisor pueden ser listados para el seguimiento de actuaciones.

Esta estructura software, unida a la arquitectura hardware en dos niveles, facilita el **diseño, la implementación, la puesta en marcha** y el **mantenimiento** de un sistema de Seguridad.

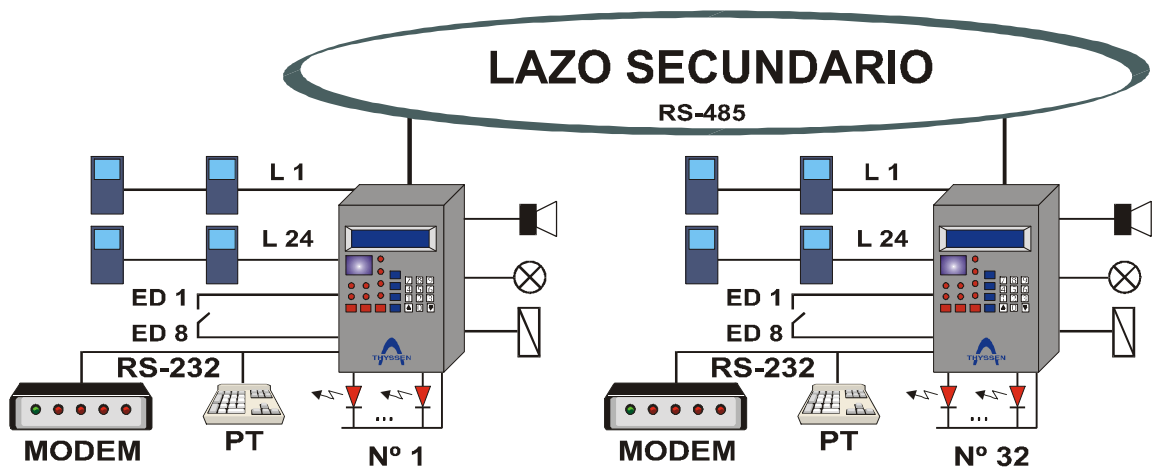
PRESTACIONES SOFTWARE DE SUPERVISION EN PC DE SEGURIDAD Y FUEGO: SW21SEGURIDAD Y ARQUITECTURA

- Interface Gráfico de Usuario Windows.
- Supervisor con dos idiomas en función del operador.
- Palabra clave de acceso (10 niveles de prioridad) al supervisor en PC.
- Histórico de acciones de operador del sistema.
- Programas de Tiempo, definición de Excepciones.
- Ventana de estado general del sistema.
- Gráficos de alarmas definibles por el usuario.
- Instrucciones de actuación frente alarmas definibles por el usuario.
- Símbolos de detectores, elementos, etc. definibles por el usuario.
- Histórico de acciones de operador.
- Conexión de múltiples PC's con distribución de tareas configurable.



PRESTACIONES MTI Y ARQUITECTURA:

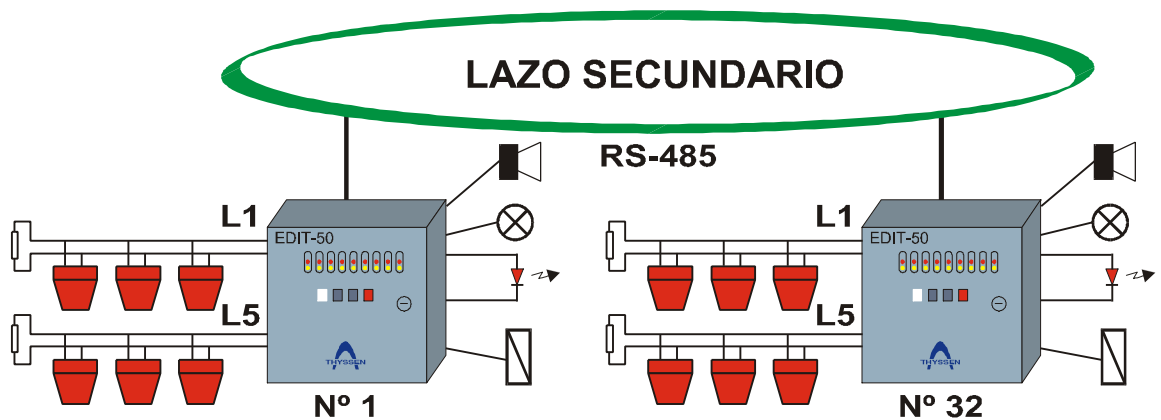
- Programación local y/o remota.
- Hasta 240 pasos de programación.
- Proceso avanzado de eventos.
- Programas de Tiempo, definición de Excepciones.
- Reloj en tiempo real.
- Hasta 24 zonas balanceadas, 24 salidas relé.
- 512 bytes RAM.
- Ocho entradas digitales optoacopladas.
- Matriz 4x3 de entradas digitales.
- Matriz de 4x4 salidas a transistor.
- Definición de zonas: Normal, temporizada o shunt.
- Línea RS-485 Lazo secundario hasta 38.400 Bits/seg.
- Línea auxiliar RS-232.
- Cargador de baterías incorporado con compensación de temperatura.
- Test automático de batería.
- Detección de fallo de aislamiento a tierra.



OBSERVACIONES: Según muestra el gráfico pueden conectarse hasta 32 MTI's

PRESTACIONES EDIT-50 Y ARQUITECTURA:

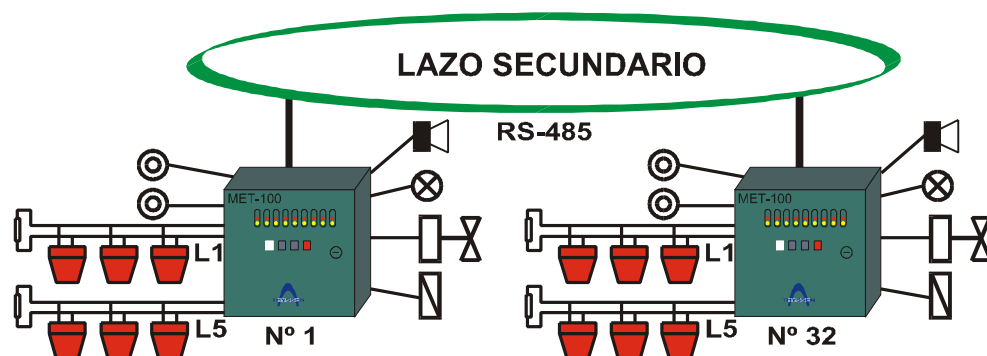
- Programación local y/o remota.
- Hasta 240 pasos de programación.
- Proceso avanzado de eventos.
- Hasta 5 lazos convencionales.
- Hasta 150 detectores.
- Línea RS-485 Lazo secundario hasta 38.400 Bits/seg.
- Cargador de baterías incorporado con compensación de temperatura.
- Test automático de batería.
- Detección de fallo de aislamiento a tierra.



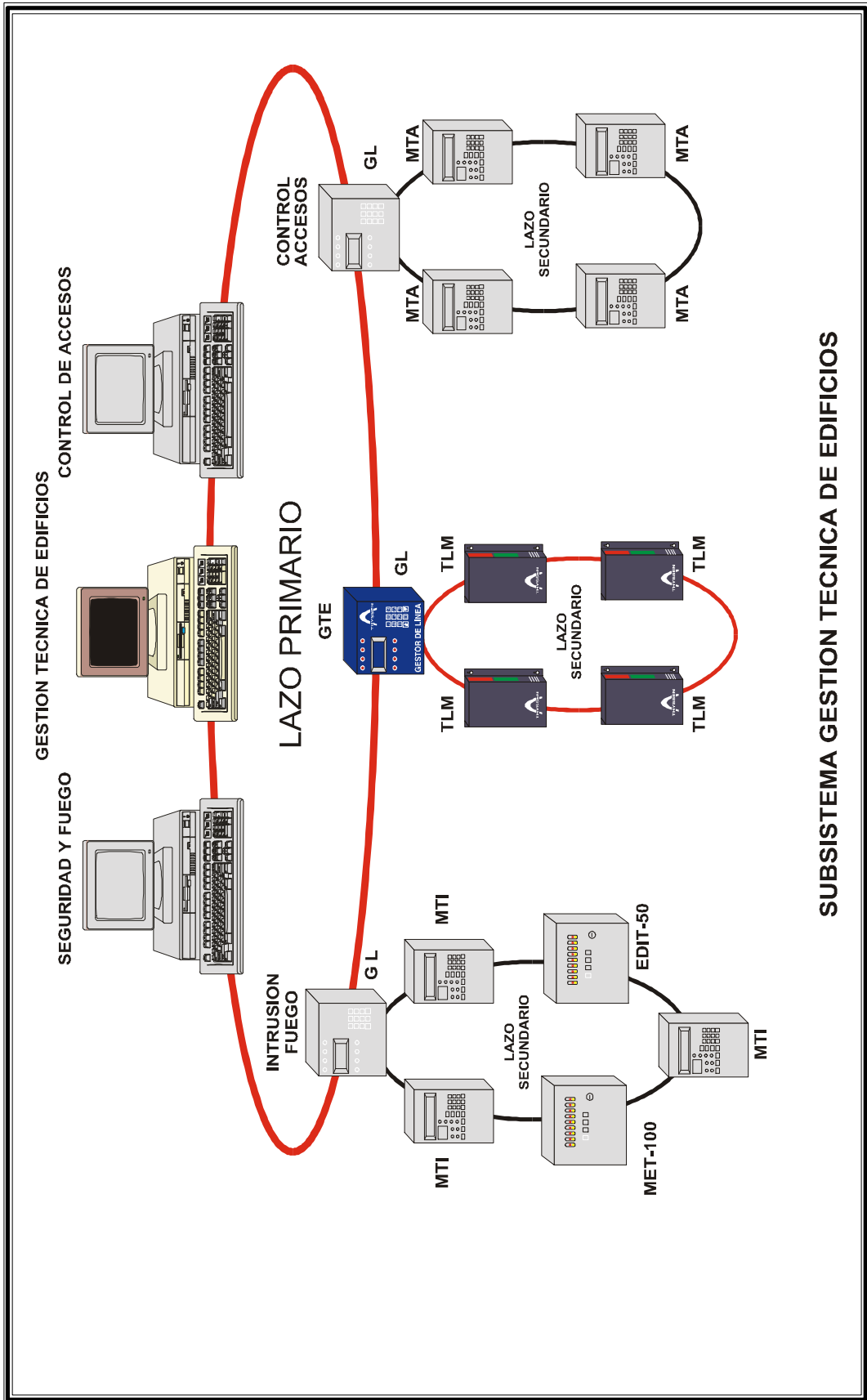
OBSERVACIONES: Según muestra el gráfico pueden conectarse hasta 32 EDIT-50, lo que totalizan 160 zonas y 4800 detectores convencionales por lazo secundario.

PRESTACIONES MET-100 Y ARQUITECTURA:

- Soporta funciones de extinción.
- Programación local y/o remota.
- Hasta 240 pasos de programación.
- Proceso avanzado de eventos.
- Pulsador de inhibición, extinción.
- Entrada de presostato dos zonas de detección.
- Salida de prealarma y extinción.
- Línea RS-485 Lazo secundario hasta 38.400 Bits/seg.
- Cargador de baterías incorporado con compensación de temperatura.
- Test automático de batería.
- Detección de fallo de aislamiento a tierra.



OBSERVACIONES: Según muestra el gráfico pueden conectarse hasta 32 MET-100, lo que totalizan 32 zonas de extinción por lazo secundario.



SUBSISTEMA GESTION TECNICA DE EDIFICIOS

2.4.2. Confort, energía, fluidos

La principal función es satisfacer el **confort térmico** de los usuarios y la **gestión de costes**, principalmente los energéticos y está muy relacionada con la **GESTIÓN TÉCNICA DE EDIFICIOS**, que podría definirse como **el conjunto de los servicios controlados en los edificios y la industria por medio de sistemas que realizan distintas funciones, conectados entre ellos por medio de redes de comunicación.**

Las funciones son variadas y se refieren de modo general a asegurar el adecuado **funcionamiento** de los equipos, que a su vez ofrecen al usuario **seguridad** (Control de Intrusión y Fuego, Control Accesos), **confort** (térmico, Control de Clima, Ventilación, Aire Acondicionado...) y **servicios** (Energía, ascensores, montacargas, ...).

Así, los sistemas de **Gestión Técnica de Edificios**, BMS, permiten gestionar edificios de una forma más eficiente e investigar y adaptar las funciones del edificio para mejorar el rendimiento. Mediante un control integrado de calefacción, ventilación, aire acondicionado e iluminación, se reduce el consumo de energía y los costos de explotación. Además, como beneficio adicional, se reduce los costes de análisis de rendimiento y mantenimiento general.

La **solución que aporta el SISC-21** en confort, energía y fluidos se basa en la integración plena del sistema BMS de TREND para regulación y control de clima.

El elemento básico del sistema de TREND lo constituye sus controladores inteligentes conectados mediante una LAN de comunicaciones propia. La información de los sensores es procesada en estos controladores que, de acuerdo a su programación o estrategia de control, actúan sobre los dispositivos de salida tales como válvulas o accionadores.

Los controladores están dotados de una amplia variedad de funciones de control, como regulación PID, análisis y almacenamiento de tendencias, gestión de alarmas, programas de tiempo, rotaciones y secuencias de control y contaje de pulsos y monitorización de energía entre otras.

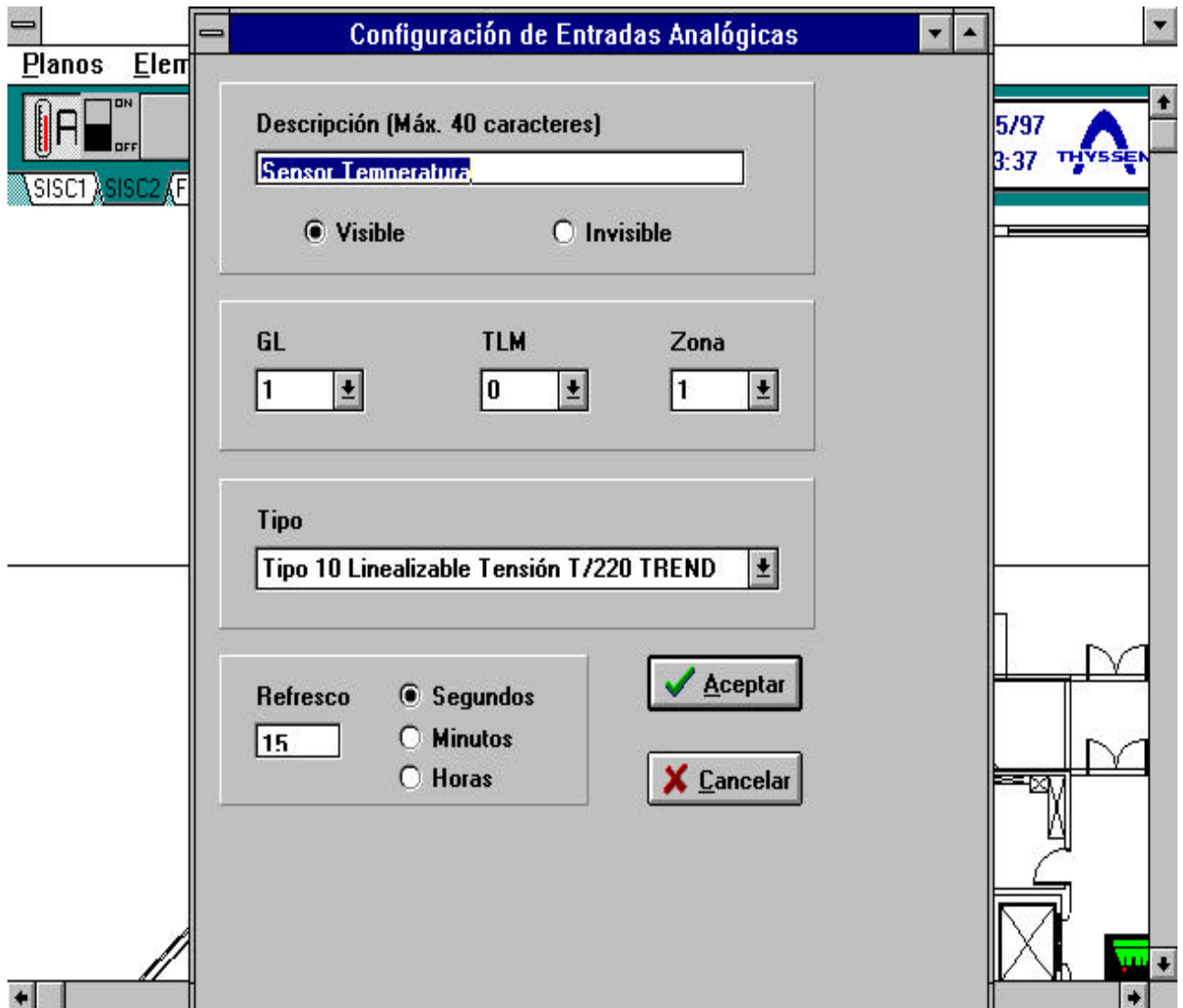
Combinado con los elementos de TREND y como soporte para la monitorización de señales de evolución rápida, existe también un **elemento de campo** específico, el Módulo TLM.

En su configuración habitual, los **TLM** admiten **hasta 10 entradas digitales optoacopladas**, 2 entradas **analógicas en corriente** (4-20 mA), 4 entradas **analógicas en tensión** (0-10 V), 4 **salidas de relé** y 4 salidas de transistor.

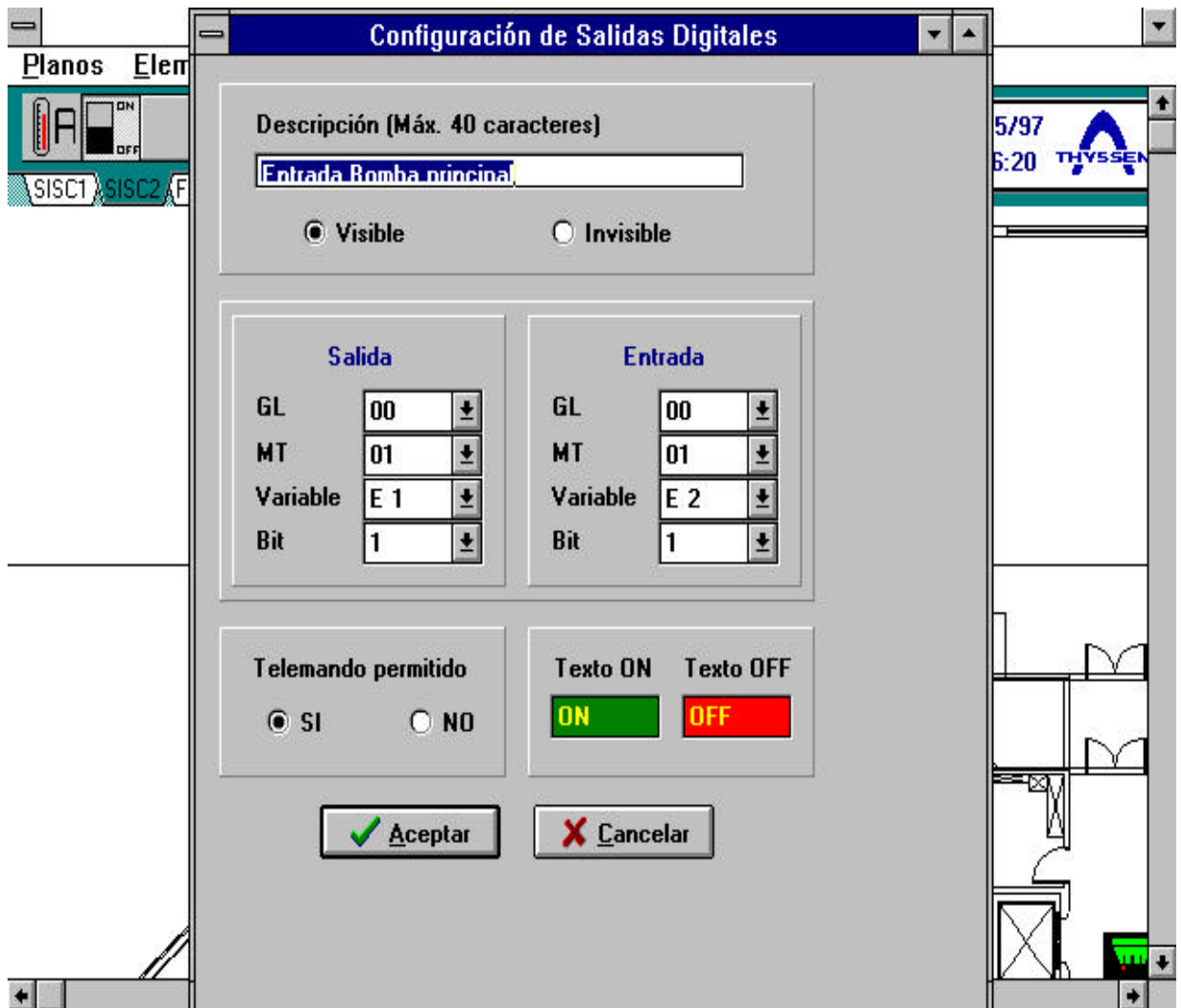
Las estrategias de regulación están implementadas en los controladores de TREND y realizan el primer proceso del tratamiento de las señales. La información de estado de sensores o variables de cada controlador IQ es recogida por los Gestores de Línea y almacenada en la base de datos de los PC's destinados para la presentación a los operadores.

El software de **presentación de datos**, denominado Software de Supervisión en PC para Gestión Técnica de Edificios, ofrece un entorno familiar e integrado con los otros paquetes de software del SISC-21 y mediante las **solapas de subsistemas**

proporciona un método fácil para acceder a la presentación de **gráficos** en los que se representan el estado de las variables que se desea monitorizar.



Todos los **gráficos**, símbolos y definición de subsistemas son configurables por el usuario con herramientas estándar de Windows. Así, el usuario puede generar sus planos con programas comerciales de edición (Autocad, etc.) e incorporarlos al SISC realizando una conversión a formato BMP.



El sistema puede trabajar con **programas horarios** con el objeto principal de ser utilizados para la **conexión/desconexión** automática de funciones en los TLM. Una vez definidos estos programas de tiempo y las excepciones pertinentes por fechas festivas, se envían a los TLM, permitiendo un funcionamiento desatendido de los PC de supervisión.

PRESTACIONES SOFTWARE EN PC PARA LA GESTION TECNICA DE EDIFICIOS: SW21GTE

- Interface Gráfico de Usuario Windows.
- Supervisor con dos idiomas en función del operador.
- Palabra clave de acceso (10 niveles de prioridad) al supervisor en PC.
- Histórico de acciones de operador del sistema.
- Programas de Tiempo, definición de Excepciones.
- Ventana de estado general del sistema.
- Gráficos de situación definibles por el usuario.
- Símbolos de detectores, elementos, etc. definibles por el usuario.
- Histórico de acciones de operador.
- Notificación de alarma en cualquier aplicación Windows.
- Conexión de múltiples PC con distribución de tareas configurable.

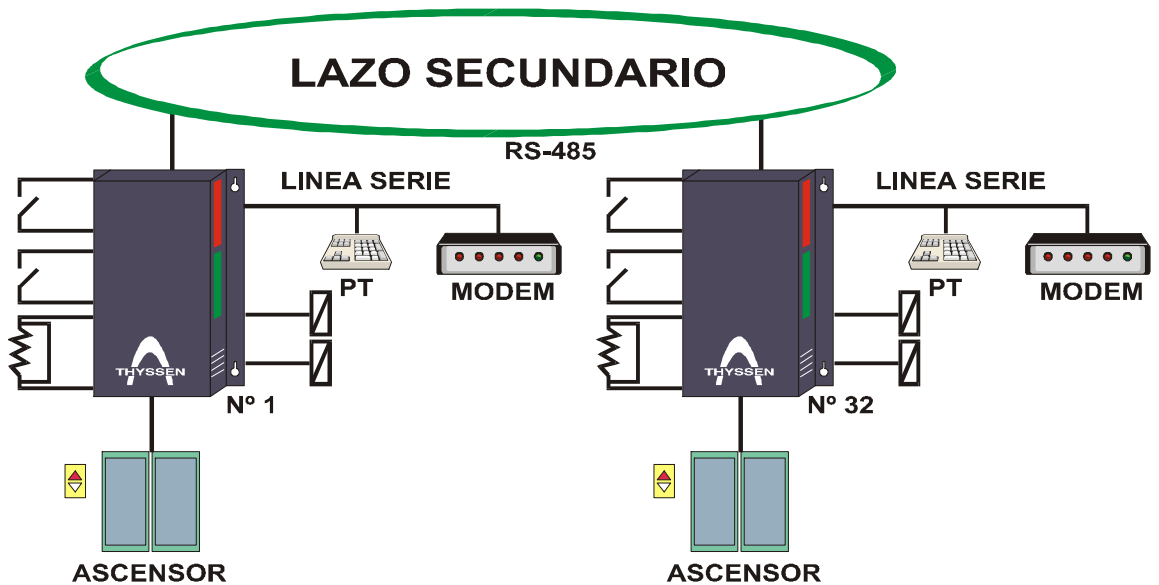
PRESTACIONES CONTROLADORES TREND:

- Reloj de tiempo real.
- Arranque y parada optimizado.
- Calendario y horarios.
- Almacenamiento de datos de sensores para curvas de tendencias.
- Control de alarmas.
- Ampliación de entradas digitales utilizando la tarjeta DIX de cuatro entradas digitales.
- Funcionamiento "Stand alone".
- Capacidad de comunicación con el exterior (anillo -RS232).
- Atributos de direccionamiento:
Posibilidad de instalar un display para mando y visualización local en cualquier controlador.
- Trend dispone de 12 controladores básicos:
 - Controlador IQ 71:
Consta de 3 entradas analógicas/digitales y 6 salidas digitales (triac).
 - Controlador IQ 72:
Consta de 3 entradas analógicas/digitales, 2 salidas digitales (triac) y 2 salidas analógicas (0-10v).
 - Controlador IQ 73:
Consta de 3 entradas analógicas/digitales, 2 salidas digitales (triac) y 2 salidas analógicas (0-20v).
 - Controlador IQ 91:
Consta de 6 entradas universales y 2 salidas a tres puntos, 1 salida digital (relé) y 1 salida digital (relé).
 - Controlador IQ 92:
Consta de 6 entradas universales y 4 salidas analógicas (0-10v).
 - Controlador IQ 93:
Consta de 6 entradas universales y 2 salidas a tres puntos y 2 salidas analógicas (0-10v).
 - Controlador IQ 101+:
Consta de 6 entradas universales, 5 salidas digitales (relé) y 1 salida analógica.

- Controlador IQ 102:
Consta de 6 entradas universales y 6 salidas analógicas (0-10v, 4-20mA).
- Controlador IQ 111+:
Consta de 8 entradas universales y 8 salidas universales.
- Controlador IQ 131+:
Consta de 16 entradas universales, 4 entradas digitales y 12 salidas universales.
- Controlador IQ 250+:
Es el controlador modular de Trend y tiene una capacidad máxima de 32 entradas analógicas, 32 entradas digitales y 32 salidas analógicas o digitales. La mayor o menor capacidad dependerá del número de tarjetas que se añadan siendo la capacidad mínima de 8 entradas digitales, 8 entradas analógicas y 8 salidas analógicas o digitales.
- Controlador IQ 251+:
Es un controlador similar al anterior pero con un microprocesador de 32 bits que le permite una velocidad de scan de 1 segundo.

PRESTACIONES TLM Y ARQUITECTURA:

- Programación local y/o remota.
- Hasta 240 pasos de programación.
- Proceso avanzado de eventos.
- Programas de Tiempo, definición de Excepciones.
- Diez entradas digitales optoacopladas.
- Cuatro salidas de relé.
- Cuatro salidas a transistor.
- Línea RS-485 Lazo secundario hasta 38.400 Bits/seg.
- Cargador de baterías.
- Test automático de batería.
- Cinco entradas con cuenta de tiempo de funcionamiento y número de maniobras (1 minuto de resolución, 32 años máx., 65.536 maniobras máx.).



OBSERVACIONES: Según muestra el gráfico pueden conectarse hasta 32 TLM por lazo secundario.

2.4.3. Alarmas Técnicas

El Sistema de **Alarmas Técnicas** comprende aquellas señales presentes en edificios, no asociadas a un sistema de intrusión, que reflejan el estado de ciertos **elementos** o **componentes** de la instalación cuyo **cambio de estado** conlleva aparejados **riesgos para los bienes y/o personas**.

Así pueden considerarse como alarmas técnicas las señales de avería procedentes de los **ascensores**, de **inundación** de sótanos, de fallo de **cámaras frigoríficas**, etc.

El tratamiento de las señales es similar al de un sistema de intrusión si bien se distinguen obviamente en el distinto fenómeno físico que los sensores miden y sobre todo en el **tratamiento que el sistema y los operadores deben dar al mismo**, ya que el tipo de personal involucrado en la resolución de la anomalía suele ser distinto.

La **solución que aporta el SISC -21** en alarmas técnicas es complementaria del **Sistema de Intrusión y/o Gestión Técnica de Edificios**, diferenciándose en dos aspectos:

- **La captura de la información.** Puede realizarse a través de módulos **MTI de intrusión** o bien en los casos en que no se requiera la detección de sabotaje en la línea, a través del módulo de propósito general **TLM** o mediante los controladores de TREND.

- **La presentación de la información.** Dado que el personal involucrado en la resolución pueda ser distinto (personal de mantenimiento), **el destinar un PC al tratamiento específico** de este tipo de alarmas mediante el **“programa de usuario”** como ha sido explicado previamente, **simplifica y facilita** la gestión de las mismas.

Las prestaciones del software de **presentación de alarmas** es similar al indicado en Intrusión, con la distinción de la **especificidad** en el tipo de información que presenta a los operadores, para permitir una gestión mas eficaz de las señales del edificio.

En el campo de la elevación (ascensores, escaleras y pasillos), las necesidades que se consideran como alarmas técnicas comprenden:

- .- Vigilancia, esto es, la supervisión de funcionamiento del ascensor y el tratamiento de las alarmas propias de funcionamiento, así como, la atención de llamadas de emergencia, situación que se produce cuando las personas quedan inmovilizadas por avería en el ascensor.

- .- Diagnóstico, que va a permitir la presentación de ciertos valores en tiempo real (posición de la cabina, marcha/paro del motor de elevación, estado de puertas) a un operador y la posibilidad de actuar remotamente sobre la maniobra con el objeto de facilitar el diagnóstico preciso de las incidencias.

- .- Mantenimiento, como apoyo al mantenimiento preventivo, va a permitir la elaboración de estadísticas de funcionamiento para que, conociendo el ciclo de vida de los componentes, programar de forma eficaz el mantenimiento.

En ciertos casos de avería (operadores de puerta...) resulta conveniente realizar ciertas acciones automáticas para permitir reponer de una forma rápida y fiable el servicio independientemente de los operadores de mantenimiento.

El equipo TLM cumple todos los requisitos previos, tanto de forma local mediante su red multipunto, como en modo remoto, mediante un módem telefónico.

Adjunto se incluyen ejemplos de pantallas de control y estadísticas de ascensores, escaleras y pasillos.

Reset! Configuracion! Ayuda! Imprimir! Salir!

TELECONTROL

 ASCENSOR 27 BAT REL ASCENSOR DETENIDO INFO (F1)	 ASCENSOR 26 BAT REL ASCENSOR DETENIDO INFO (F2)	 PASILLO 1 BAT REL FALLO COMUNICACION INFO (F3)	 PASILLO 3 BAT REL FALLO COMUNICACION INFO (F4)	 ESCALERA 4 BAT REL ESCALERA DETENIDA INFO (F5)
 ESCALERA 8 BAT REL ESCALERA DETENIDA INFO (F6)	 ESCALERA 7 BAT REL ESCALERA DETENIDA INFO (F7)	 ESCALERA 9 BAT REL ESCALERA DETENIDA INFO (F8)	 ESCALERA 6 BAT REL ESCALERA DETENIDA INFO (F9)	 ESCALERA 5 BAT REL ESCALERA DETENIDA INFO (F10)

```

*****
19/04/1995 - 17:22:23 -- CONFIGURACION DEL SISTEMA :
NUMERO DE ESTACIONES : 4
PUERTO DE COMUNICACIONES : 2
BAUDRATE : 9600
TIMEFAL : 3
TIMEFAIL : 6
*****
19/04/1995 - 17:22:32 -- FALLO COMUNICACION EQUIPO TELECONTROL PASILLO 1
19/04/1995 - 17:22:34 -- FALLO COMUNICACION EQUIPO TELECONTROL PASILLO 3
  
```

Reset! Configuracion! Ayuda! Imprimir! Salir!

ESTADISTICAS DEL ASCENSOR 27

NUMERO TOTAL DE VIAJES	1	TIEMPO MEDIO FUNC. (HORAS/DIA)	0.01
NUM. MEDIO VIAJES / DIA (DIARIO)	0.00	TIEMPO MEDIO FUNC. (VIAJES/DIA)	0.07
NUM. MEDIO VIAJES / HORA (DIARIO)	0.00	TIEMPO MEDIO POR VIAJE (seg.)	9.00
TIEMPO TOTAL FUNCIONAMIENTO OK	0 dias 0 horas 12 min 6 sec		
NUM. MEDIO APERTURA PUERTAS/DIA	1.38	NUM. MEDIO CIERRE PUERTAS/VIAJE	1
NUM. MEDIO CIERRE PUERTAS/DIA	0.00	NUM. MEDIO APERTURA PUERTAS/VIAJE	1
NUMERO TOTAL DE AVERIAS	0	POSICION DE LA CABINA	2
TIEMPO TOTAL AVERIADO	0 dias 0 horas 0 min 0 sec		
TIEMPO MEDIO ENTRE AVERIAS	0 dias 0 horas 0 min 0 sec		
TIEMPO MEDIO RESPUESTA AVERIAS	0 dias 0 horas 0 min 0 sec		

OUT 8 OUT 7 OUT 6 OUT 5 RELE4 RELE3 RELE2 RELE1
 1 0 0 0 0 0 0 0 **ACTIVAR SALIDAS (F4)**

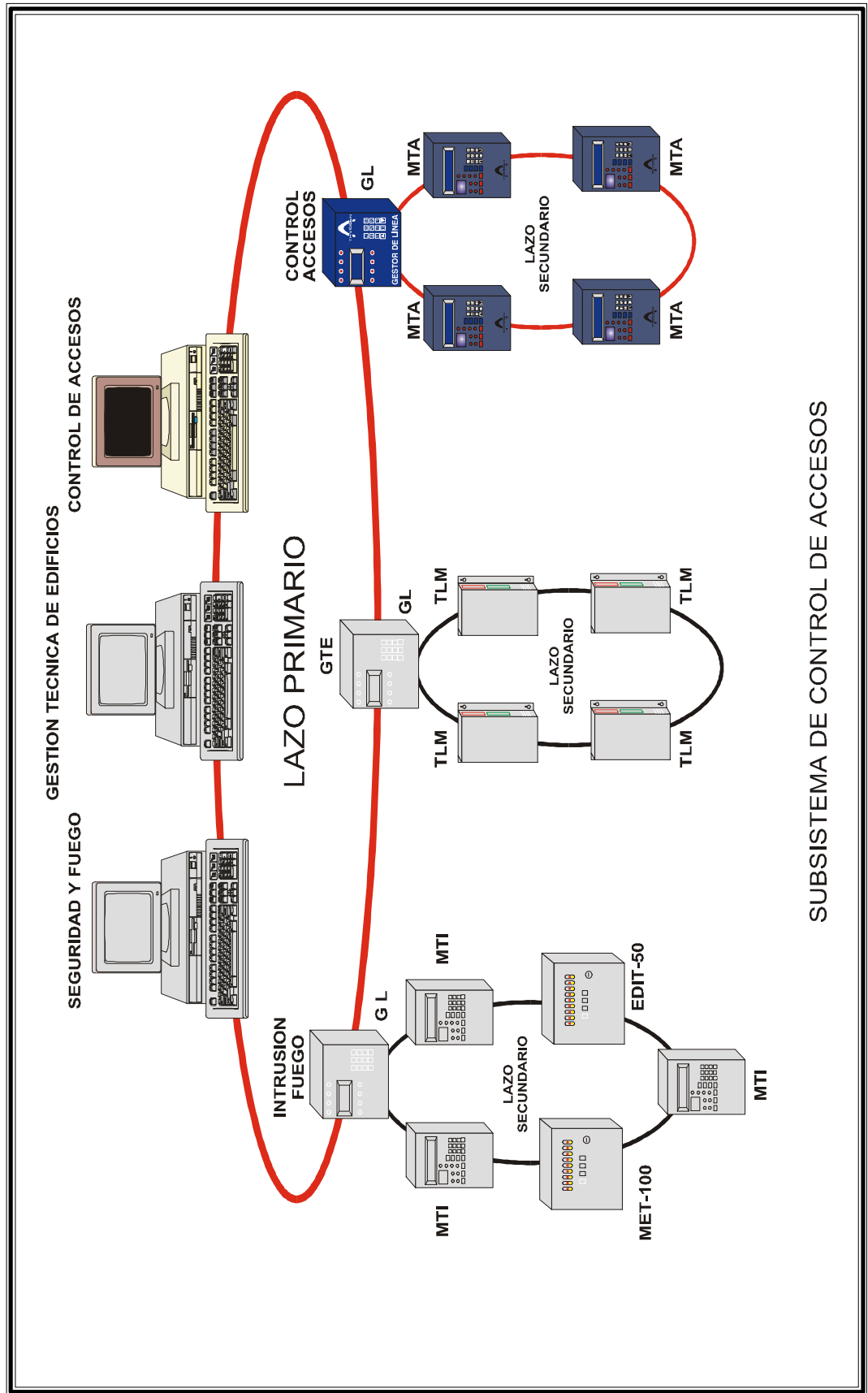
```

TIPOS DE AVERIAS
AVERIA 0 - 0
AVERIA 1 - 0
AVERIA 2 - 0
AVERIA 3 - 0
AVERIA 4 - 0
AVERIA 5 - 0
AVERIA 6 - 0
AVERIA 7 - 0
AVERIA 8 - 0
AVERIA 9 - 0
  
```

```

19/04/1995 - 17:22:34 -- FALLO COMUNICACION EQUIPO TELECONTROL PASILLO 3
  
```

ACEPTAR AVERIA (F1) **RESET AVERIA NO ACEPTADA (F2)** **IMPRIMIR (F3)** **SALIR (Esc)**



2.4.4. Control de accesos

Dentro de las funciones de las que debe estar dotado un edificio y con una importante ligazón con los **sistemas de seguridad**, se encuentra los sistemas de control de accesos. Para la perfecta definición de un proyecto de Seguridad, es necesario la implantación de un Sistema de Detección de Intrusión combinado con un Sistema de Control de Accesos, permitiendo la **libertad de movimiento** del personal autorizado y **restringiendo o dificultando** el del personal no autorizado.

Por tanto y de modo general, las prestaciones que debe cumplir un control de accesos son:

- Permitir el movimiento de personas autorizadas.
- Impedir y/o retardar el movimiento de personas no autorizadas.
- Proporcionar información de tipo administrativo sobre movimiento de personal, recorrido de las personas que lo utilizan, localización de usuarios en la instalación.

La **solución que aporta el SISC -21** en control de accesos se basa en un potente **paquete de software** en entorno Windows, denominado software de Control de Accesos, conectado a **elementos de campo** específicos para el control de puntos de acceso; los **Módulos Terminales de Acceso (MTA)**

Los **MTA** pueden controlar hasta **2 puntos** de acceso en configuración entrada controlada/salida con pulsador o **1 punto** de acceso en configuración entrada controlada/salida controlada y su correspondiente periferia compuesta por **8 salidas de relé** (puerta, shunt, alarma y 5 auxiliares) y **8 entradas digitales optoacopladas** (Sensor de puerta, pulsador de apertura de puerta y 6 auxiliares).

Directamente conectado a los **MTA**, se encuentran los **Gestores de Línea GL**, **con capacidad de almacenamiento** de transacciones, incidencias y alarmas de los mismos y de **comunicación** con el Lazo Primario.

La información de **transacciones, alarmas, eventos y de acciones** producida en los lazos secundarios se **presenta** en el lazo primario mediante los **PC** a los operadores mediante un **programa** desarrollado en entorno Windows.

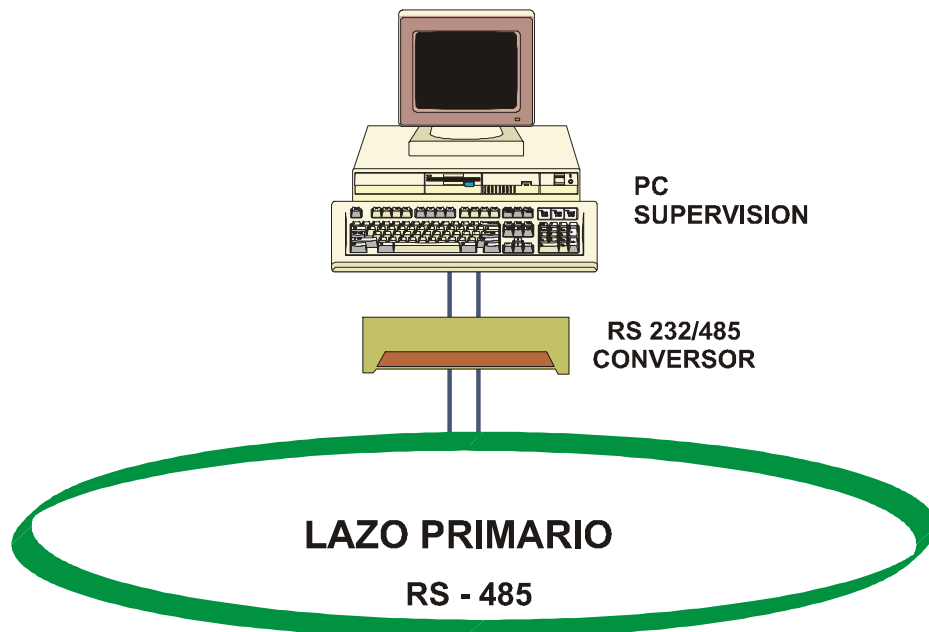
Una vez en el programa, la **pantalla de estado** permite obtener una información general de estado del sistema y las **solapas de los subsistemas** predefinidos ofrecen un método fácil de acceso a **gráficos intuitivos** con iconos en colores que indican el **estado de los sensores** y a ventanas **con instrucciones de actuación** en caso de alarma. La estructura de menú es sencilla de aprender y las ayudas on-line guían al usuario sin esfuerzo a través del sistema.

Como complemento a las labores de control de accesos, en el apartado de **control de presencia**, se dispone de la **definición de calendarios de trabajo**, con distintos **tipos de horarios** (fijos, flexibles, extra) para que, mediante los marcajes realizados, se realice el cómputo de horas trabajadas.

La consulta de **saldo de horas** trabajadas puede realizarse desde cualquier terminal de PC, o bien desde los **lectores por los usuarios**, así como la introducción de **incidencias**.

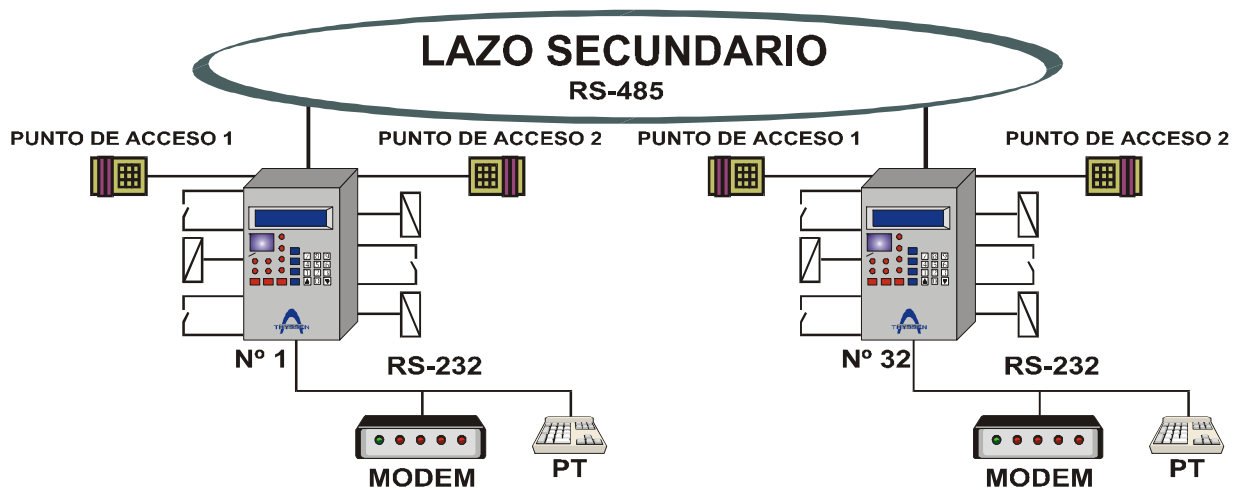
PRESTACIONES SOFTWARE EN PC PARA EL CONTROL DE ACCESOS: SW21CACCESOS Y ARQUITECTURA

- Interface Gráfico de Usuario Windows.
- Supervisor con dos idiomas en función del operador.
- Palabra clave de acceso (10 niveles de prioridad) al supervisor en PC.
- Histórico de acciones de operador del sistema.
- Programas de Tiempo, definición de Excepciones.
- Ventana de estado general del sistema.
- Gráficos de alarmas definibles por el usuario.
- Instrucciones de actuación frente alarmas definibles por el usuario.
- Símbolos de detectores, elementos, etc. definibles por el usuario.
- Histórico de acciones de operador.
- Definición de calendarios, control de presencia.
- Notificación de alarma en cualquier aplicación Windows.
- Conexión de múltiples PC con distribución de tareas configurable.



PRESTACIONES MTA Y ARQUITECTURA:

- Programación local y/o remota.
- Hasta 240 pasos de programación.
- Proceso avanzado de eventos.
- Programas de Tiempo, definición de Excepciones.
- Reloj en tiempo real.
- Hasta 2 lectores con teclado/display.
- Ocho entradas digitales optoacopladas.
- Ocho salidas de relé.
- Configuración lector entrada pulsador de salida o lector entrada /lector salida.
- Línea RS-485 Lazo secundario hasta 38.400 Bits/seg.
- Línea auxiliar RS-232.
- Cargador de baterías incorporado con compensación de temperatura.
- Test automático de batería.
- Detección de fallo de aislamiento a tierra.



OBSERVACIONES: Según muestra el gráfico pueden conectarse hasta 32 MTA, lo que totalizan 64 puntos de acceso por lazo secundario.

2.4.5. Mantenimiento

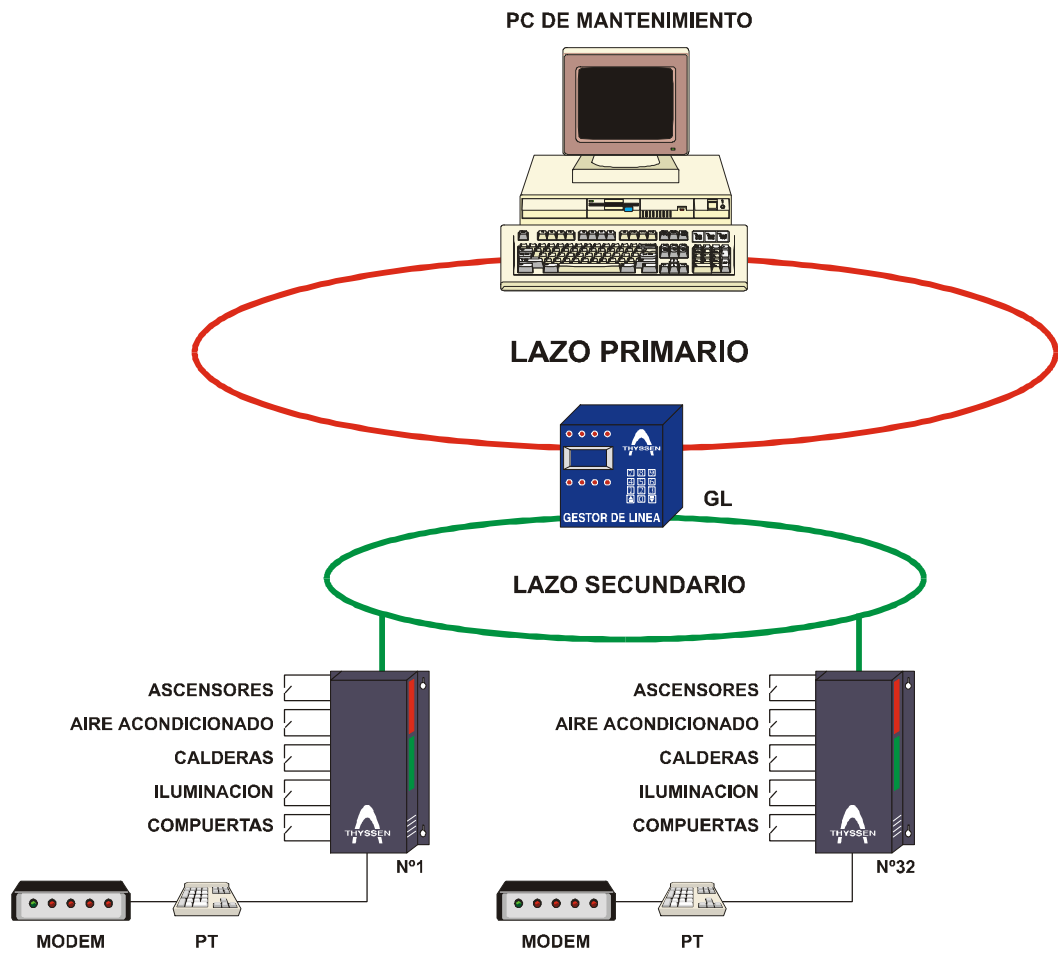
Un aspecto muy importante en cualquier instalación es el **mantenimiento** de los equipos y servicios de un edificio, para lo que resulta fundamental el conocer de forma precisa los **contadores de tiempo de funcionamiento** de los equipos y del **numero de maniobras realizadas**.

Con esta información y el software de mantenimiento es posible establecer los planes de revisión y lograr un adecuado mantenimiento preventivo y predictivo.

El SISC-21 permite la captura de **tiempo de funcionamiento y número de maniobras** mediante el uso de los **Módulos TLM** (ver gráfico de configuración típica). Estas funciones se realizan con una **resolución de 1 minuto** y una capacidad máxima de **32 años** para el contaje de **tiempo de funcionamiento** y hasta **65.535** conexiones para el contaje de **número de maniobras** por cada una de las **cinco entradas digitales** optoacopladas previstas para tal fin.

Esta información presente en los TLM se almacena en el PC supervisor con un ciclo de captura programable y está **disponible en formato estándar** de Windows para su exportación a otros programas (Excel, ..) .

El software de presentación de valores analógicos/digitales explicado en **Confort, Energía y Fluidos**, permite la **visualización** en los gráficos de usuario de estos valores y recalcar también que la facilidad para destinar un PC del lazo primario a un tipo específico de información, presentando únicamente los datos relevantes en cada caso a cada operador, **simplifica y facilita** la gestión de las mismas.



OBSERVACIONES: Según muestra el gráfico pueden conectarse hasta 32 TLM, por lazo secundario.

2.4.6. Telemantenimiento

Las tareas fundamentales de los sistemas de Telemantenimiento son, por una parte, la **captación, tratamiento** previo, **formateado** y **transmisión** a una estación central, en la que serán visualizados, una serie de **parámetros** correspondientes al proceso o procesos que se pretenden supervisar y que evolucionan en zonas más o menos extensas y por lo general alejadas del lugar en el que se desea centralizar la información y por otra parte, en los sistemas más complejos, **la ejecución de las labores de control** encargadas al sistema por el operador, con el objeto de influir en el proceso vigilado a la vista de los valores alcanzados en cada momento por las variables definitorias de dicho proceso.

Asimismo los sistemas de supervisión y Telemando deben ser capaces de autovigilarse detectando las posibles anomalías que puedan surgir tanto en su propio funcionamiento como en el de los canales de transmisión de información empleados.

Los sistemas centralizados de supervisión y Telemando satisfacen la necesidad de disponer de la **información exacta y suficiente**, en un momento dado, de un determinado proceso, con el fin de posibilitar por parte del usuario las **acciones en tiempo real** que permitan obtener la máxima eficiencia en la explotación del proceso.

Las funciones básicas de un sistema centralizado de supervisión y Telemando indicadas anteriormente posibilitan las labores elementales de vigilancia sobre un proceso, pero sin embargo sería deseable que el sistema pudiera cumplir con otra serie de funciones que, sin ser absolutamente básicas en su concepción, aumentarían notablemente el **grado de seguridad** en el manejo por el sistema de los datos y las ordenes, así como el nivel de **inmunidad frente a maniobras erróneas** y posibles averías del propio equipo supervisor.

Estas funciones son las siguientes:

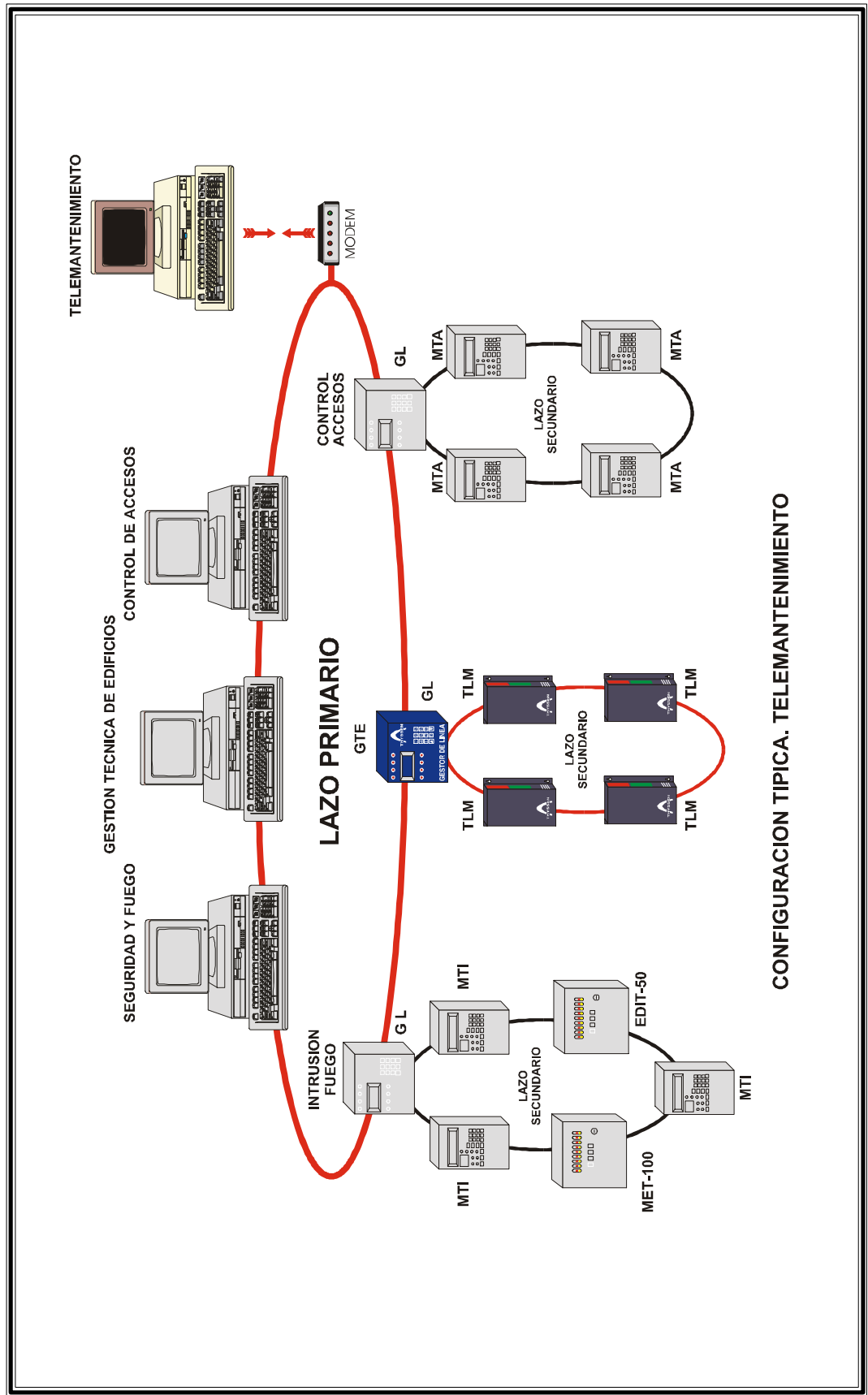
1. **Estructuración de la información a transmitir** de forma que se reduzca al mínimo el número y el tiempo de los canales a utilizar, así como la ordenación de los datos en las estaciones remotas para su envío al centro de control.
2. Una **modularidad** que por una parte facilite los procesos de fabricación y mantenimiento y que por otra proteja al resto del sistema frente a posibles averías en alguna de sus partes constituyentes.
3. Una **flexibilidad** en la estructura y en la concepción operacional del sistema de forma que haga posible la adaptación de éste a multitud de procesos diferentes, tanto en tipo de variables supervisadas como en su número. Esta característica tiene mucha importancia desde el punto de vista económico para el usuario, que podrá adaptar el sistema a sus exigencias, ampliando o modificando el sistema a medida que varíen sus necesidades.

El equipo TLM cumple todos los requisitos previos de captura y control distribuido, tanto de forma local mediante su red multipunto, como en modo remoto, mediante un módem telefónico.

Mediante el software de presentación, visualización y elaboración de estadísticas en un centro de control de los datos capturados anteriormente es posible conocer en todo momento la disponibilidad del sistema y posibilitar las acciones en tiempo real

que permitan al usuario realizar una mejor gestión del mismo, así como la presentación del estado y la evolución de los valores supervisados, la elaboración de estadísticas, listados, etc., mediante un interface gráfico de fácil interpretación y uso.

Así, los sistemas desatendidos que requieran una vigilancia constante e **intervención** inmediata en caso de incidencia, sin olvidar una centralización de los datos con el objeto de elaboración de estadísticas de actividad, de averías, o monitorización en tiempo real de variables de proceso, encuentran en el TLM un producto que cubre sus necesidades.



CONFIGURACION TIPICA. TELEMANENTAMIENTO

3.-Conclusiones y perspectivas

En los capítulos precedentes se ha expuesto con suficiente detalle la capacidad de gestión de señales que aporta la tecnología de sistemas integrados. El actual grado de desarrollo tecnológico con el ritmo creciente de mejoras continuas permite prever unas perspectivas muy halagüeñas en un futuro cercano. A la vista de la información que previamente se ha comentado no es difícil encontrar cuáles son las razones que inducen a pensar que esto va a ser realmente así. Cuando se combinan ahorro en energía y en coste de instalaciones, junto con sistemas de prevención de riesgos (robo, fuego etc) que igualmente redundan en ahorro de costes potenciales, y si a todo ello se añade una presentación al usuario lo suficientemente atractiva y sencilla de utilizar, todo parece indicar que el futuro está asegurado para este tipo de sistemas. A todo ello contribuirán sin duda las exigencias por legislación y normativa que los distintos organismos competentes tengan a bien endurecer. Existen múltiples ejemplos en el mercado de productos y sistemas que han podido sufrir una evolución semejante y que ahora pueden constituir un subsistema de un proyecto integral, lo cual avala nuestras expectativas. No hay que olvidar tampoco la tendencia general a la automatización de todo tipo de procesos con la consiguiente cada vez mayor independencia del factor humano, marco en el cual encajan los sistemas integrados de seguridad y gestión técnica.

Sería ahora quizás el momento de plantearse como se va a producir, presumiblemente, este crecimiento.

Llegados a este punto se pueden analizar dos cuestiones importantes. La primera sería el estimar cuáles van a ser los sectores susceptibles de necesitar estas instalaciones. Se ha podido comprobar que hoy en día son perfectamente aplicables a grandes superficies, ya sean éstas edificios gubernamentales, de oficinas, cuarteles militares, cadenas comerciales o fábricas, centrales nucleares o laboratorios. Cabe pensar que es posible que pequeños sistemas integrados tengan cabida en el sector inmobiliario constituyendo lo que habitualmente se ha venido a llamar domótica. En este caso lógicamente se estaría desaprovechando la gran parte de la capacidad del sistema pero bien se podrá llegar a realizar desarrollos particularizados que adapten los costes a los requerimientos necesarios. De este modo se podrá aprovechar esta tecnología para que cualquier persona pueda conocer los estados de los equipos instalados en su domicilio, tales como alarmas de fuego, alarmas de intrusión, etc, así como actuar sobre, por ejemplo, la climatización, conectando la calefacción con la antelación necesaria. Todo ello será fácilmente realizable vía telefónica con lo cual el usuario final podrá controlar y gestionar su vivienda particular u oficina desde su teléfono móvil. Poder alcanzar el sector inmobiliario será sin duda un gran logro para esta tecnología.

La segunda cuestión sería el intentar dilucidar cual va a ser la evolución tecnológica y los cambios e inventos que puedan influir al desarrollo de esta tecnología. Lógicamente a medida que vayan aumentando las capacidades y posibilidades de los equipos asociados al sistema, tales como PCs o centrales de fuego, se verá mejorado el sistema final, pero actualmente éstas características ya son suficientes para abarcar cualquier proyecto real que se pueda presentar por muy complejo que éste sea. Este aspecto es más probable que evolucione desde el punto de vista de la estandarización. Esto implica que las redes y lazos de comunicación sean universales, de forma que todo fabricante de cualquier equipo que se quiera conectar, ya sea éste un control de accesos, un circuito cerrado de televisión o simplemente una electrodoméstico o una cámara de video, pueda hacerlo directamente porque sean compatibles con los sistemas integradores. Ésto

dará una cobertura ilimitada, enlazando con el tema anterior, a las posibilidades del mercado doméstico. Así, el usuario final no se verá obligado a utilizar las marcas comerciales que sean compatibles con el sistema que tenga instalado en su domicilio, sino que serán todos los fabricantes los que procurarán que sus productos lo sean con el estándar. Éste hecho de la estandarización de buses de comunicación ya se ha producido en determinado sector lo que nuevamente nos ayuda a extrapolar a situaciones futuras con ciertas garantías de no equivocarnos. En éste último caso obvia decir que las seguridades necesarias deberán ser incorporadas cuando existan subsistemas de seguridad que deban estar protegidos contra posibles intentos de sabotaje o intromisión.

Hasta aquí se ha descrito una posible evolución de “lo grande a lo pequeño”, trasladando lo que actualmente existe en grandes instalaciones a otras mucho más pequeñas pero que gestionadas de manera común pueden representar una instalación de cierta entidad.

Plantearse una evolución cuantitativa a mayor y poder por ejemplo gestionar un número grande de instalaciones situadas en lugares distintos es perfectamente posible desde el punto de vista técnico ya que los equipos implicados tienen actualmente o tendrán en un futuro cercano la capacidad necesaria. El que ocurra o no ocurra no va a ser impedido por motivos técnicos pero sí quizás por razones relacionadas con los propios planes de vigilancia y seguridad de las compañías. Si éstos lo requieren será común ver, por ejemplo, toda una cadena de centros comerciales o todas las fábricas de cualquier multinacional gestionadas y controladas desde un mismo punto o centro neurálgico. Esto aportará, lo está haciendo ya, una perspectiva nueva y global dentro del ámbito, mucho más amplio aún, de la seguridad industrial.