

DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE PRODUCCION MAS LIMPIA

Se basa en un conjunto ordenado de actividades que se ejecutan en secuencia de 19 pasos, los que a su vez se agrupan en 5 etapas.

ETAPA 1 : CREACION DE LA BASE DEL PROGRAMA DE PML

ETAPA 2. PREPARACION DEL DIAGNOSTICO DE PML

ETAPA 3: DIAGNOSTICO – ESTUDIO DETALLADO DE LAS OPERACIONES UNITARIAS CRITICAS

ETAPA 4: DIAGNOSTICO – EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA

ETAPA 5: IMPLEMENTACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN FINAL

ETAPA 1 : CREACION DE LA BASE DEL PROGRAMA DE PML

1. Asegurar el compromiso de la Gerencia y mediante esta, la colaboración de los empleados.
2. Crear el Comité de PML y el ETD.
3. Identificar obstáculos al programa PML y proponer soluciones.

1. Asegurar el compromiso de la Gerencia y mediante esta, la colaboración de los empleados.

1. Asegurar el compromiso de la Gerencia y, mediante ésta, la colaboración de los empleados.

- Aprobación de la gerencia para la conformación de un comité de PML
- Nombramiento de un responsable del programa
- Definir objetivos y metas del programa

Beneficios del programa de PML

Beneficios Económicos:	Por el uso mas eficiente de materias primas, aguas, energía y otros insumos en los procesos.
Beneficios Ambientales:	Por la eliminación de materias peligrosas, reducción de la carga de contaminantes en los efluentes de la planta, y la disminución de los requerimientos (infraestructura, gastos de inversión y operación) para el tratamiento final y disposición de los desechos.
Beneficios Externos:	Por ejemplo, por mejoramiento de la imagen publica de la empresa y el cumplimiento de las normas ambientales vigentes.

2. Crear el comité PmL y Equipo Temporal de Diagnostico (ETD)

- a. Creación del comité de PML
- b. Creación de un equipo temporal de diagnostico (ETD) para realizar el diagnostico de PML

3. Identificar obstáculos al programa de PML y proponer soluciones

Obstáculos	Ejemplo	Solución
De Información	Se desconocen los beneficios de la PML.	Mostrar beneficios en base a casos exitosos en otras empresas del mismo o de otros sectores.
Institucionales	Resistencia al cambio; falta de espíritu y/o práctica de trabajo en equipo.	Interesar al personal mostrándole beneficios laborales, etc.
Tecnológicos	Incapacidad de adecuar y/o apropiar tecnología.	Mostrar ejemplos de industrias que han adecuado o apropiado tecnología aun cuando no sean del mismo rubro.
Financieros	Falta de recursos financieros y/o baja capacidad de acceso a créditos.	Estimar las pérdidas económicas ocasionadas por deficiencias existentes. Mostrar que las inversiones en PML son atractivas debido a los cortos periodos de retorno.

ETAPA 2. PREPARACION DEL DIAGNOSTICO DE PML

4. Recopilar información sobre los procesos de producción.

5. Evaluar los procesos de producción e identificar las operaciones unitarias (O U) críticas.

6. Definir el enfoque del diagnóstico en base a las OU críticas identificadas.

4. Recopilar información sobre los procesos de producción.

- a. Recopilar bibliografía e información general relacionadas con el tipo de industria en cuestión

- b. Recopilar información técnica de la empresa sobre sus procesos de producción

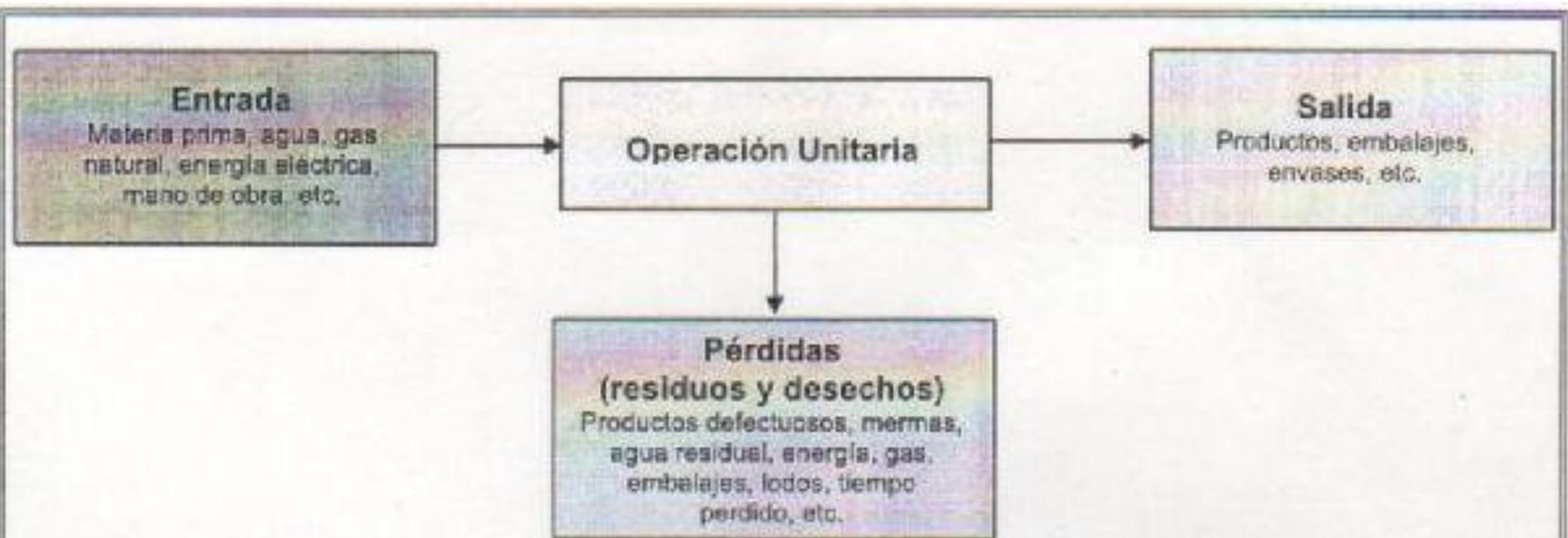
- c. Inspección general de la planta o empresa para comprender las operaciones asociadas a los procesos y sus interrelaciones

5. Evaluar los procesos de producción e identificar las operaciones unitarias (OU) críticas

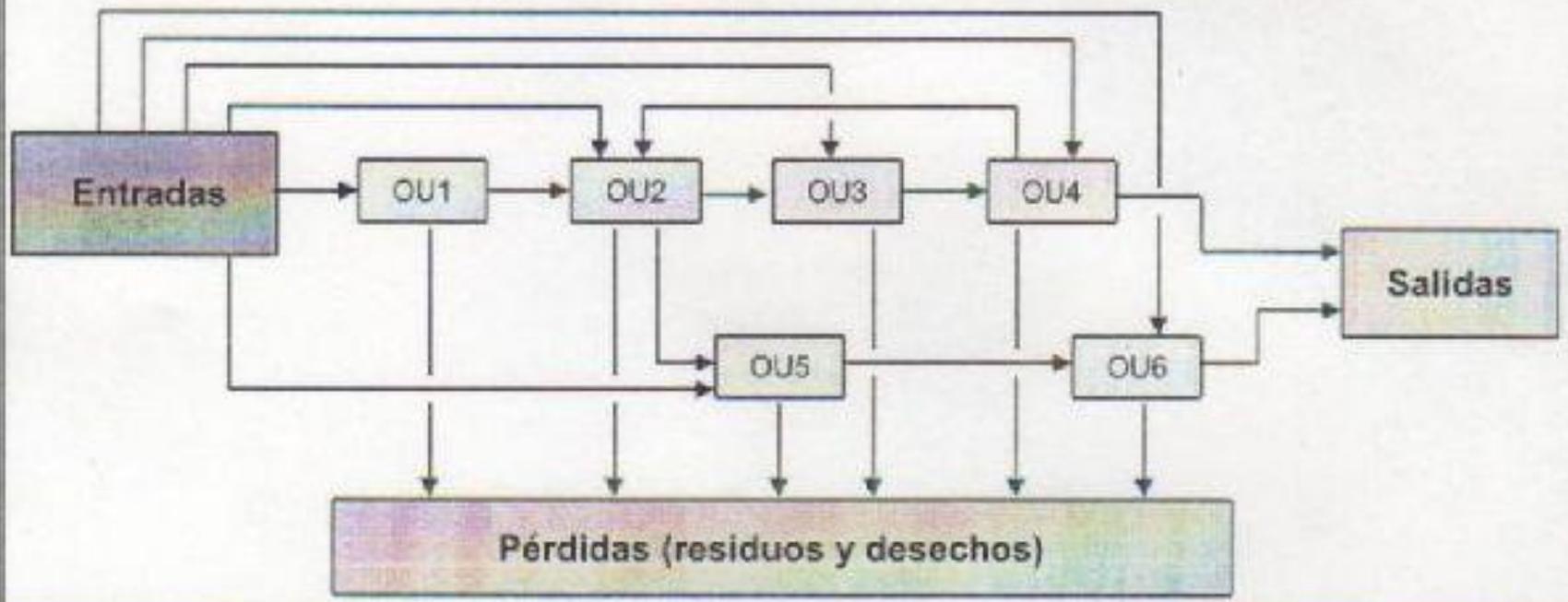
- a. Dividir el proceso de producción en operaciones unitarias
 - Las entradas de cada OU (energías, materias primas e insumos)
 - Las Salidas de cada OU
 - La Relación entradas y salidas entre OU
- b. Elaborar diagramas de flujo del proceso enlazando operaciones unitarias

CUADRO

- c. Evaluar, en forma preliminar, las entradas y salidas; estimar costos; generación y tratamiento de residuos y disposición de los mismos
- d. Identificar las operaciones unitarias críticas
- e. Plantear, si existen, medidas obvias de PML



y debe mostrar un detalle cuantitativo de entradas, salidas, residuos y pérdidas.



6. Definir el enfoque del diagnostico en base a las OU criticas identificadas.

- A partir del origen, tipo, naturaleza, cantidad y costo de las perdidas y residuos.
- Posibilidad de aplicar medidas efectivas de PML

**ETAPA 3: DIAGNOSTICO – ESTUDIO
DETALLADO DE LAS OPERACIONES
UNITARIAS CRITICAS**

7. Elaborar balances de masa y energía para las OU críticas.
8. Identificar causas de ineficiencias en el uso de materia y energía; y/o las causas de flujos contaminantes.
9. Plantear opciones de PML.
10. Seleccionar las opciones de PML a ser evaluadas en términos técnicos y económicos.

7. Elaborar balances de masa y energía para las OU críticas.

- Tiempos, temperatura, presión, pH y otros
- Medición de entradas y salidas de materias primas, operaciones unitarias, energías y demás recursos.
- Determinación de puntos críticos (perdidas no identificadas y por cuantificar)

8. Identificar causas de ineficiencias en el uso de materia y energía; y/o las causas de flujos contaminantes.

- Cualitativas
- Cuantitativas

1. La calidad o características de las materias primas e insumos
2. La naturaleza del proceso
3. Las características de los equipos de producción
4. Los parámetros y las condiciones de operación de los equipos
5. Las especificaciones del producto
6. Los controles y la supervisión de las operaciones
7. La habilidad y la motivación de los trabajadores

9. Plantear opciones de PML.

Buscar:

Eficiencia

Reciclar

Reutilizar

Recuperar flujo de residuos

Observar casos

Intercambiar criterios

Intercambio de experiencias

10. Seleccionar las opciones de PML a ser evaluadas en términos técnicos y económicos.

- Posibles a corto plazo
- Posibles a mediano plazo
- Posibles a largo plazo
- Imposibles

**ETAPA 4: DIAGNOSTICO –
EVALUACION TECNICA Y
ECONOMICA**

11. Definir el tipo de evaluación.

12. Evaluación técnica – Aspectos productivos.

13. Evaluación técnica – Aspectos ambientales.

14. Evaluación económica.

15. Selección y presentación de las opciones de PML factibles.

11. Definir el tipo de evaluación.

- ▶ Se busca definir para cada opción de PML seleccionada en la Etapa 3:
 1. El tipo de evaluación técnica o económica necesaria para tomar una decisión sobre la viabilidad de la opción
 2. La profundidad con que se realiza una determinada evaluación considerada necesaria.

COSTO - BENEFICIO

CAMBIO DE TECNOLOGIA –
CAMBIO DE MATERIA PRIMA

12. Evaluación técnica – Aspectos productivos.

- ▶ A partir de la viabilidad proyectar balances de masas y energías.
- a. Detallar los cambios técnicos necesarios para implementar cada opción de PmL.
- b. Determinar la factibilidad técnica de los cambios por cada opción de PmL
- c. Proyectar los balances de masa y energía en base a los cambios propuestos

13. Evaluación técnica – Aspectos ambientales.

- Cuantificar reducción, concentración y peligrosidad.

Materia Prima como en Producto Terminado

Se debe comparar el paso [7](#) con el paso [12](#)

Expresarse en terminos de indicadores de desempeño.

Eficiencia en uso de MP - Agua

14. EVALUACION ECONOMICA

- Periodo de recuperación (PR) de la inversión.
 - Rentabilidad de la inversión (RI)

Periodo de recuperación (PR) de la inversión

(PR) Numero de periodos de tiempo.

(I_0) Inversión Inicial

(FC) Flujo de Caja

$$PR = \frac{I_0}{FC} \quad (1)$$

Flujo de Caja (FC):

Y: Ingreso bruto estimado para el primer periodo (generado por la opción de PML en evaluación.)

A: Ahorro estimado para el primer periodo (generado por la opción de PML en evaluación).

$$FC = Y + A$$

(2)

Ahorro (A):

A: Ahorro estimado para el primer periodo, (generado por la opción de PML en evaluación).

C: Costo operativo para el primer periodo si no se implementa la opción de PML.

C_{PML} : Costo operativo, para ese mismo periodo si se implementa la opción de PML.

$$A = C - C_{PML}$$

(3)

Reemplazando (3) en (2):

$$FC = Y + A$$

(4)

Reemplazando FC en la ecuación de PR:

$$PR = \frac{I_0}{(Y + A)}$$

(5)

Rentabilidad de la Inversión (RI)

$$RI = \frac{\text{Flujo de caja del primer periodo}}{\text{Inversión Inicial}} \times 100\%$$

$$RI = \frac{FC}{I_0} \times 100\% \quad (6)$$

Donde el flujo de caja (FC) de dicho periodo esta asociado exclusivamente al funcionamiento de la opción de PML implementada; y está dado por la ecuación (4). Por lo tanto:

$$RI = \frac{Y+A}{I_0} \times 100\% \quad (7)$$

15. Selección y presentación de las opciones de PML factibles.

- Organizar las opciones de PmL factibles en orden de prioridad
- Realizar una selección final de las opciones de PmL, en base a orden de prioridad.
- Una vez se de la selección, se deben expresar en forma de recomendación

ETAPA 5: IMPLEMENTACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN FINAL

16. Establecer metas y preparar un plan de acción.

17. Implementar las medidas de PML recomendadas

18. Hacer seguimiento y evaluar los resultados de las medidas implementadas.

19. Asegurar la continuidad del programa de PML.

16. Establecer metas y preparar un plan de acción.

- Ejemplos
- Reducir el 15% el consumo de energía eléctrica por unidades de producto durante el primer año del programa.