

# PROTOCOLO PARA LA TOMA DE MUESTRA DE FORMALDEHÍDO EN AIRE CON TUBO DE SÍLICA GEL

**EDITOR RESPONSABLE:**

Christian Albornoz Villagra  
Jefe Sección Riesgos Químicos, Instituto de Salud Pública

**REVISOR:**

Juan Alcaíno Lara  
Jefe Subdepartamento de Ambientes Laborales, Instituto de Salud Pública

**D013-PR-500-02-001**

Versión 1.0  
Marzo, 2015

---

**Para citar el presente documento:**

Instituto de Salud Pública de Chile, Protocolo para la toma de muestra de Formaldehído en aire con Tubo de Sílica Gel 2014, Versión 1.0.

Para consultas o comentarios se solicita ingresar a la página del Instituto de Salud Pública de Chile, [www.ispch.cl](http://www.ispch.cl), a la sección OIRS. Link directo: <http://www.ispch.cl/oirs/index.htm>.

---

# PROTOCOLO PARA LA TOMA DE MUESTRA DE FORMALDEHÍDO EN AIRE CON TUBO DE SÍLICA GEL

---

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. PRESENTACIÓN</b>	<b>4</b>
<b>2. OBJETIVO</b>	<b>4</b>
<b>3. ALCANCE</b>	<b>4</b>
3.1. Alcance teórico	4
3.2. Población objetivo	4
3.3. Población usuaria	4
<b>4. MARCO LEGAL</b>	<b>4</b>
<b>5. TERMINOLOGÍA</b>	<b>4</b>
5.1. Cabezal de muestreo	4
5.2. Agente químico	4
5.3. Reductor de caudal	5
5.4. Tubo de sílica gel	5
5.5. Tren de muestreo	5
<b>6. MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS</b>	<b>5</b>
<b>7. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO</b>	<b>5</b>
7.1. Calibración inicial del tren de muestreo	5
7.2. Muestreo	6
7.3. Calibración final del tren de muestreo	6
7.4. Volumen de muestreo	7
<b>8. CRITERIOS Y ESTRATEGÍAS DE MUESTREO</b>	<b>7</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>8</b>
<b>10. PARTICIPANTES</b>	<b>8</b>

## PROTOCOLO PARA LA TOMA DE MUESTRA DE FORMALDEHÍDO EN AIRE CON TUBO DE SÍLICA GEL

### 1. PRESENTACIÓN.

Una de las acciones importantes que debe realizarse en la práctica de la higiene ocupacional consiste en la evaluación de la concentración de los contaminantes en el aire de los ambientes de trabajo: aerosoles sólidos (polvos, humos); aerosoles líquidos (rocíos, nieblas); gases y vapores. Esta evaluación se realiza determinando la cantidad de contaminante que se encuentra presente en un volumen conocido de aire. Con este fin es necesario recolectar muestras, las que deben ser enviadas a un laboratorio especializado para su análisis.

Es importante considerar que existen otras metodologías para la toma de muestra de formaldehído en aire.

### 2. OBJETIVO.

Establecer una metodología estandarizada para la toma de muestras de formaldehído en aire mediante el uso de tubos de sílica gel, que permita conocer las concentraciones ambientales a que están expuestos los trabajadores en los lugares de trabajo donde se utilice esta sustancia, así como aquellas existentes en los ambientes de trabajo.

### 3. ALCANCE.

#### 3.1. Alcance Teórico.

Este protocolo se podrá aplicar en las siguientes situaciones:

- Verificación de cumplimiento del límite permisible absoluto.
- Estudios epidemiológicos de exposición y programas de vigilancia ambiental.
- Verificación de eficacia y eficiencia de medidas de control.

#### 3.2. Población Objetivo.

Trabajadores expuestos a formaldehído producto de sus actividades laborales.

#### 3.3. Población Usuaría.

Profesionales que se desempeñan en el área de la higiene ocupacional.

### 4. MARCO LEGAL.

- DFL N° 1, de 2005, del Ministerio de Salud, refunde el texto del Decreto con Fuerza de Ley N° 2.763 de 1979 y las Leyes N° 18.933 y N° 18.469.
- Decreto Supremo N° 1.222, de 1996, del Ministerio de Salud, Reglamento del Instituto de Salud Pública de Chile.
- Decreto Supremo N° 594, de 1999, del Ministerio de Salud, que aprueba el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo: Establece en su artículo N° 61, el límite permisible absoluto (LPA) para el formaldehído:

Sustancia	Límite permisible absoluto (1)		Observaciones
	p.p.m.	mg/m <sup>3</sup> (2)	
Formaldehído	0,3	0,37	A.2 (3)

#### Observaciones:

- El Límite Permisible absoluto no puede sobrepasarse en ningún momento de la jornada de trabajo.
- Límite válido hasta 1.000 metros sobre el nivel del mar.
- Las sustancias calificadas como A.2 son sospechosas de ser cancerígenas para el ser humano, por lo cual se deberá extremar las medidas de protección y de higiene personal frente a ella.

### 5. TERMINOLOGÍA.

**5.1. Cabezal de Muestreo:** Dispositivo en el que queda retenida la sustancia durante un muestreo.

**5.2. Agente Químico:** Cualquier elemento o compuesto químico, solo o mezclado con otros, tal como se presenta en estado natural o producido en cualquier actividad laboral, sea intencionalmente o no.

- 5.3. Reductor de Caudal:** Dispositivo con el cual se disminuye y se ajusta el caudal requerido (se utilizará cuando la bomba de muestreo lo requiera).
- 5.4. Tubo de Sílica Gel:** Tubo que contiene gel de sílice recubierto con 2,4-dinitrofenilhidrazina, que retiene la sustancia a través del fenómeno de adsorción.
- 5.5. Tren de Muestreo:** Compuesto por una bomba de muestreo portátil, una manguera de conexión y cabezal de muestreo (tubo de sílica gel), el que puede o no ser montado en un dispositivo reductor de caudal, según bomba de muestreo a utilizar.

- d) Unir el calibrador de flujo al tren de muestreo, conectando el extremo libre del tubo adsorbente.
- e) Encender la bomba de muestreo portátil.
- f) Ajustar el caudal de la bomba de muestreo portátil al caudal requerido (entre 0,03 l/min y 1,5 l/min). Dejar que la bomba de muestreo se establezca entre cinco a diez minutos aproximadamente.
- g) Calibrar el tren de muestreo, tomando la cantidad de lecturas parciales que exija el tipo de calibrador de flujo. El “caudal inicial” será el promedio de estas lecturas, aceptando un rango de dispersión respecto del caudal de referencia de  $\pm 4\%$ .
- h) Registrar la identificación de la bomba de muestreo y del tubo sílica gel, así como el caudal inicial en la ficha utilizada para la calibración y toma de muestra.

## 6. MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS.

- a) Bomba de muestreo portátil de flujo constante.
- b) Dispositivo reductor de caudal si corresponde.
- c) Mangueras de conexión y pinzas de sujeción.
- d) Tubo de sílica gel.
- e) Calibrador de flujos.
- f) Etiquetas de rotulado.
- g) Ficha de registro de calibración y toma de muestra.
- h) Cinturón de ajuste rápido tipo velcro si corresponde.

### Nota:

- (1) El cabezal de muestreo utilizado en la calibración inicial y calibración final corresponderá al mismo lote que se utilizará para la toma de muestra, y será de uso exclusivo para esta actividad.
- (2) El uso del dispositivo reductor de caudal queda sujeto para aquellas bombas que su caudal menor no alcanza los valores indicados en letra f), del punto 7.1, del presente protocolo. En estos casos la composición del tren de muestreo será la bomba de muestreo portátil, manguera de conexión y cabezal de muestreo (tubo de sílica gel), montado sobre el dispositivo reductor de caudal.
- (3) En el caso que el muestreo se realice en lugares donde exista altura geográfica, se debe consultar el manual de instrucciones de la bomba de muestreo portátil entregado por el proveedor, considerando que la altura geográfica puede tener efectos en su funcionamiento.
- i) En caso de utilizar más de un tren de muestreo, repetir los pasos desde **a)** hasta **h)** para cada uno de ellos.

## 7. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO.

### 7.1. Calibración Inicial del Tren de Muestreo.

- a) Armar el tren de muestreo, conectando el cabezal de muestreo (romper ambos extremos del tubo de sílica gel) a la bomba de muestreo portátil, a través de la manguera de conexión.  
Si el cabezal de muestreo (tubo de sílica gel) es de dos secciones, la sección menor irá en dirección a la bomba.
- b) Previo a la calibración, verificar si el tren de muestreo (conexiones) presenta fugas.
- c) Realizar chequeo físico del calibrador.

## 7.2. MUESTREO.

- a) Identificar cada tubo de sílica gel (muestra) con alguna codificación.
- b) Conectar los componentes del tren de muestreo: bomba de muestreo portátil, manguera de conexión y cabezal de muestreo (incorporar el reductor de caudal si corresponde). Para este último romper ambos extremos del tubo de sílica gel, sin perder material adsorbente. De suceder esto último, desechar el tubo y cambiarlo por otro. Para la toma de muestras solo se deben utilizar tubos adsorbentes sin uso previo.

### NOTA:

Los componentes del tren de muestreo corresponderán a los mismos dispositivos utilizados en la calibración, según lo indicado en el punto 7.1, con excepción del tubo de sílica gel que deberá ser sin uso previo.

- c) Preparar una muestra testigo o blanco, la que deberá ser manipulada de la misma manera que las muestras reales, pero sin hacer pasar aire por ella. Una vez manipulado este testigo se cierran los extremos con tapones de polietileno u otro material indicado por el laboratorio (nunca utilizar tela o cinta adhesiva).
- d) Instalar el tren de muestreo para muestras de tipo personal o del ambiente de trabajo a la altura de la zona respiratoria de los trabajadores. En ambos casos el tubo se coloca en dirección vertical quedando el extremo por donde ingresa el aire más cerca de la zona respiratoria del trabajador. En caso de un muestreo de tipo personal instruir al trabajador a evaluar respecto de cómo funciona el tren de muestreo y sobre que no debe realizar para evitar que la muestra se deseche.

### NOTA:

En el caso de muestras de ambiente de trabajo se debe elegir un lugar de muestreo representativo del objetivo propuesto.

- e) Poner en funcionamiento la bomba de muestreo portátil (nunca modificar el caudal de la calibración inicial).
- f) Anotar en la ficha utilizada para la calibración y toma de muestra, el nombre del trabajador o lugar de trabajo a evaluar, turno o ciclo de turno,

tipo de muestra, hora de inicio de muestreo, fecha y las observaciones más relevantes en la toma de muestra, como por ejemplo: temperatura ambiental, humedad relativa, velocidad del viento (si se cuenta con los equipos), métodos de trabajo, medidas de control existentes, etc.

- g) Una vez instalado el tren de muestreo, revisar periódicamente que no existan obstrucciones o desconexiones que puedan provocar un error en la toma de muestra.
- h) Para el caso de verificación del cumplimiento del límite permisible absoluto, el tiempo de muestreo corresponderá al necesario para cumplir con el volumen o masa mínima que requiere la técnica analítica.
- i) El personal a cargo del muestreo, debe supervisar en forma permanente el funcionamiento de los equipos.
- j) Al finalizar el muestreo (de tipo personal o del ambiente de trabajo) se deberá detener la bomba de muestreo portátil (anotar hora de término y registrar el tiempo de muestreo en la ficha para calibración y toma de muestra). Posteriormente retirar el tubo de sílica gel sellando ambos extremos con tapones de polietileno u otro material indicado por el laboratorio (nunca utilizar tela o cinta adhesiva).

### NOTA:

- (1) El transporte de las muestras (tubos de sílica gel) se realizará cumpliendo con las especificaciones de temperatura entregadas por el laboratorio que realizará el análisis, considerando las condiciones generales de aceptación y rechazo de las muestras.
- (2) Nunca transporte los tubos adsorbentes en el interior de contenedores que incluyan muestras de material.

## 7.3. Calibración Final del Tren de Muestreo.

- a) Realizar la calibración final de acuerdo a lo establecido en la letra **g)**, del punto **7.1**, precedente, utilizando el tubo adsorbente destinado a la calibración y registrar el caudal final en la ficha utilizada para la calibración y toma de muestra. Antes de realizar la calibración final dejar que la bomba de muestreo se estabilice entre cinco a diez minutos aproximadamente.

Si el caudal final no está en el rango de  $\pm 4\%$  del caudal de referencia, desechar la muestra.

- b) Verificar si la diferencia entre ambos caudales (caudal inicial y caudal final) es menor o igual a 5%, utilizando la siguiente fórmula:

$$\Delta Q = \frac{(Q_{mayor} - Q_{menor})}{Q_{menor}} \times 100$$

Dónde:

$Q_{Mayor}$ : Caudal Mayor.

$Q_{Menor}$ : Caudal Menor.

Si la diferencia es menor o igual a 5%, calcular el caudal de muestreo de acuerdo a la letra c) siguiente. Si la diferencia es mayor a 5%, desechar la muestra, enviar la bomba de muestreo portátil a mantenimiento y volver a tomar la muestra.

- c) Cálculo del Caudal de Muestreo:

$$Q_M = \frac{(Q_i + Q_f)}{2}$$

Dónde:

$Q_M$ : Caudal de Muestreo.

$Q_i$ : Caudal Inicial.

$Q_f$ : Caudal Final.

- d) Determinación del Volumen de Muestreo:

$$V_M = Q_M \times t_M$$

Dónde:

$V_M$ : Volumen Muestreado.

$Q_M$ : Caudal de Muestreo.

$t_M$ : Tiempo de Muestreo.

Enviar la(s) muestra(s) tomada(s) y la (s) muestra Testigo, indicando el volumen de muestreo, al Laboratorio para su análisis.

#### 7.4. Volumen de Muestreo.

El volumen de muestreo tiene directa relación con el caudal específico de muestreo y el tiempo de muestreo. Cuando existan altas concentraciones en el ambiente, el volumen total de muestreo se podrá alcanzar tomando más de una muestra, para evitar la saturación de los tubos adsorbentes. En esta última situación, para cada una de las muestras, deberá tenerse presente el volumen o masa mínima de muestreo y el límite inferior de cuantificación, dependiendo de la técnica analítica. Consultar estos antecedentes al laboratorio que analizará las muestras.

#### 8. CRITERIOS Y ESTRATEGIAS DE MUESTREO.

En caso que el muestreo tenga como finalidad verificar el cumplimiento del límite permisible absoluto, este deberá ser de tipo personal considerando el momento de mayor exposición. El tiempo de muestreo corresponderá al necesario para cumplir con el volumen o masa mínima que requiere la técnica analítica.

## 9. BIBLIOGRAFIA.

- 9.1. Ministerio de Salud; “Decreto Supremo N° 594, de 1999: Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo”.
- 9.2. Instituto de Salud Pública, “Manual Básico Sobre Mediciones y Toma de Muestras Ambientales y Biológicas en Salud Ocupacional”, 2013.
- 9.3. National Institute for Occupational and Safety Health (NIOSH), Método Analítico 2016, 2003.
- 9.4. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo MTA/MA-062/A08 “Determinación de Formaldehído en Aire - Método de Captación en Sílica Gel Impregnada con 2,4-Dinitrofenilhidracina / Cromatografía Líquida de Alta Resolución”.
- 9.5. UNE-EN 689 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”.



## **10. PARTICIPANTES.**

Rómulo Zúñiga R. Asociación Chilena de Seguridad.

Juan C. Lizama V. Asociación Chilena de Seguridad.

Marcelo Molina I. Mutual de Seguridad C.CH.C.

Diego Hidalgo D. Instituto de Seguridad Laboral.

Marcelo Romero Instituto de Seguridad del Trabajo.

Isabel Alfaro Instituto de Seguridad del Trabajo.

Milka Garrido A. Seremi de Salud RM.

Verónica Carrasco L. Seremi de Salud RM.

Ricardo Pastene M. Universidad Federico Santa María.

Ricardo Schroeder S. Instituto de Salud Pública de Chile.

Pedro Quintanilla B. Instituto de Salud Pública de Chile.

Rolando Vilasau D. Instituto de Salud Pública de Chile.