

PROTOCOLO PARA LA TOMA DE MUESTRA DE ÁCIDO SULFÚRICO EN AIRE CON TUBO ADSORBENTE CON PREFILTRO DE TEFLÓN

AGOSTO 2016

EDITOR RESPONSABLE:

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

REVISOR:

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

D030-PR-500-02-001

Agosto 2016

Versión 1.0

Para citar el presente documento:

Instituto de Salud Pública de Chile, Protocolo para la toma de muestra de ácido sulfúdrico en aire con Tubo Adsorbente con Prefiltro de Teflón. 2016, Versión 1.0.

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

PROTOCOLO PARA LA TOMA DE MUESTRA DE ÁCIDO SULFÚDRICO EN AIRE CON TUBO ADSORBENTE CON PREFILTRO DE TEFLÓN

TABLA DE CONTENIDO

1.- Presentación	4
2.- Objetivo	4
3.- Alcance	4
3.1.- Alcance teórico	4
3.2.- Población objetivo	4
3.3.- Población usuaria	4
4.- Marco Legal	4
5.- Terminología	5
5.1.- Cabezal de muestreo	4
5.2.- Reductor de caudal	4
5.3.- Tren de muestreo	4
5.4.- Muestreo personal	4
5.5.- Zona respiratoria del trabajador	4
5.6.- Muestreo ambiental	4
6.- Materiales, insumos y equipos	5
7.- Procedimiento de medición	5
7.1.- Calibración inicial del tren de muestreo	4
7.2.- Muestreo	4
7.3.- Calibración final del tren de muestreo	4
7.4.-Volumen del muestreo	4
8.- Criterios y estrategias de muestreo	9
9.- Bibliografía	9
10.- Participantes	9
11.- Anexos.-	9

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.

2. OBJETIVO.

Establecer una metodología estandarizada para la toma de muestra de ácido sulfúdrico, que permita conocer los niveles de exposición de los trabajadores que se desempeñan en lugares de trabajo donde se encuentre presente esta sustancia, así como las concentraciones existentes en los ambientes de trabajo.

3. ALCANCE.

3.1. Alcance Teórico.

- Este protocolo se podrá aplicar en las siguientes situaciones:
- Verificar cumplimiento del límite permisible ponderado.
- Verificar cumplimiento del límite permisible temporal.
- Estudios epidemiológicos de exposición ocupacional de trabajadores y programas de vigilancia ambiental.
- Verificación de eficacia y eficiencia de medidas de control.

3.2. Población Objetivo.

Trabajadores con exposición a ácido sulfúdrico existente en los lugares de trabajo producto de sus actividades laborales.

3.3. Población Usuaría.

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

4. MARCO LEGAL.

- El 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 66° el límite permisible ponderado (LPP) y el límite permisible temporal (LPT) para el ácido sulfúdrico:

CAS	Sustancia	Limite permisible Ponderado (1)		Limite Permisible Temporal (2)	
		p.p.m.	mg/m3	p.p.m.	mg/m3
7783-06-4	Ácido Sulfúdrico	8,8	12,3	15	21

OBSERVACIONES.

- (1) Límite para una jornada normal de 8 horas diarias, con un total de 45 horas semanales, y hasta 1000 metros sobre el nivel del mar (esto último sólo si se expresa en mg/m³).
- (2) Límite Permisible Temporal para un período de 15 minutos dentro de una jornada de trabajo. Este límite no podrá ser excedido en ningún momento de la jornada, así como tampoco repetirse más de cuatro veces en la jornada diaria, ni más de una vez en una hora.

5. TERMINOLOGÍA.

- 5.1. Cabezal de Muestreo:** dispositivo en el que queda retenida la sustancia durante un muestreo y corresponde a un tubo de carbón activado de dos secciones (400/200 mg) (ORBO 34 o equivalente), con prefiltro de teflón 0,45 µm y 25 mm de diámetro.
- 5.2. Reductor de Caudal:** dispositivo con el cual se disminuye y se ajusta el caudal requerido (se utilizará cuando la bomba de muestreo lo requiera).
- 5.3. Tren de Muestreo:** compuesto por una bomba de muestreo portátil, una manguera de conexión y un tubo adsorbente, el que puede o no ser montado en un dispositivo reductor de caudal, según bomba de muestreo a utilizar.
- 5.4. Muestreo Personal:** Es aquel que se realiza colocando el tren de muestreo fijo al trabajador, ubicándolo a la altura de la zona respiratoria del trabajador.
- 5.5. Zona Respiratoria del Trabajador:** La que ocupa el volumen de una semiesfera de 30 cm de radio que va del centro de la recta que une las dos orejas a la nariz.
- 5.6 Muestreo Ambiental:** Es aquel que se realiza colocando el tren de muestreo en un punto fijo del ambiente de trabajo, ubicando el cabezal de muestreo a una altura equivalente a la zona respiratoria.

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 carbón activado (de coco, 200/400 mg con tapones de espuma de uretano).
- e) Portafiltro con filtro de teflón de 0,45 µm y 25 mm de diámetro
- f) Dispositivo para quebrar extremos tubo adsorbente.
- g) Calibrador de flujo.
- h) Etiquetas de rotulado.
- i) Ficha de registro de calibración y toma de muestra.
- j) Cinturón de ajuste rápido tipo velcro si corresponde.

7. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO.

7.1. Calibración Inicial del Tren de Muestreo.

- a) Armar el tren de muestreo. Conectar el portafiltro que contiene el filtro de teflón con la sección mayor del tubo adsorbente y la sección menor con la bomba de muestreo, previo haber quebrado los extremos de dicho tubo.
- b) Previo a la calibración, verificar si el tren de muestreo (conexiones) no presenta fugas.
- c) Realizar chequeo físico del calibrador, observando a lo menos: el estado de su estructura y componentes (ausencia de fracturas o daños visibles) y constatar que el certificado de calibración del equipo se encuentra vigente.
- d) Unir el calibrador de flujo al tren de muestreo, conectándolo al extremo libre del portafiltro.
- e) Encender la bomba de muestreo portátil.
- f) Ajustar el caudal de la bomba de muestreo portátil al caudal requerido (entre 0,1 l/min y 1,5 l/min). Dejar que la bomba de muestreo se estabilice 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 +4 %.
- h) Registrar la identificación de la bomba de muestreo, cabezal de muestreo, así como registrar el caudal inicial en la ficha utilizada para la calibración y toma de muestra.

NOTAS:

- (1) **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 los componentes del tren de muestreo corresponderán a una bomba de muestreo portátil, manguera de conexión y cabezal de muestreo (tubo de carbón activado más portafiltro con filtro de teflón) montado sobre el dispositivo reductor de caudal.**
 - (2) **En el caso que el muestreo se realice en lugares donde exista altura geográfica, se debe consultar 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.

7.2. Muestreo.

- a) Identificar cada tubo de carbón activado más portafiltro con filtro de teflón (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 carbón activado, cuidando no 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 y dentro de fecha de expiración.

NOTA:

(1) Los componentes del tren de muestreo corresponderán a los mismos dispositivos utilizados en la calibración, según lo indicado en el punto 7.1, con la excepción del tubo adsorbente que deberá ser uno sin uso y el portafiltro con el filtro de teflón.

- 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 sellarán ambos extremos con tapones de polietileno u otro material indicado por el laboratorio que realiza el análisis (nunca utilizar tela o cinta adhesiva).
- d) Instalar el tren de muestreo para muestras de tipo personal (bomba en cinturón de ajuste rápido tipo velcro) o del ambiente de trabajo a la altura de la zona respiratoria de los trabajadores(as). En ambos casos el cabezal de muestreo se coloca en posición vertical, quedando el extremo por donde ingresa el aire más cercano a la zona respiratoria del trabajador(a). En caso de muestreo de tipo personal, se debe instruir al trabajador acerca del objetivo de la evaluación, el funcionamiento del tren de muestreo y las precauciones que debe tomar para evitar que la muestra se dañe o contamine.

NOTA:

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

- e) Poner en funcionamiento la bomba de muestreo portátil.
- f) Anotar en la ficha utilizada para la calibración y toma 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 que no existan elementos que obstruyan el paso del aire, o desconexiones en la línea, que puedan provocar un error en la toma de muestra.
- h) El tiempo de muestreo para comprobación del cumplimiento del límite permisible ponderado, será como mínimo el 70 % de la jornada de trabajo. Para el caso del límite permisible temporal el tiempo de muestreo para la comprobación del cumplimiento de este límite será de al menos 15 minutos continuos dentro de la jornada de trabajo. (ver punto 8)
- i) El personal a cargo del muestreo, debe supervisar en forma permanente el funcionamiento de la bomba de muestreo, observando, por ejemplo, el rotámetro u otros indicadores y anotando los incidentes que se generen (por ejemplo: cambios de ruido, parada, etc).
- 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 cabezal de muestreo y sellar, ambos extremos del tubo de carbón activado, 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 carbón activado) se debe realizar cumpliendo con las especificaciones de temperatura dadas por el laboratorio que realizará el análisis, considerando las condiciones generales de aceptación y rechazo de las muestras que éste ha determinado.

7.3. Calibración Final del Tren de Muestreo.

- a) Realizar la verificación final de acuerdo a lo establecido en letra g), del punto 7.1, precedente, utilizando el cabezal de muestreo destinado a la calibración y registrar el caudal final en la ficha utilizada para la calibración y toma de muestra. Antes de realizar la verificación final dejar que la bomba de muestreo se estabilice entre cinco a diez minutos aproximadamente.
Si el caudal final no está en el rango del 4% (+/-) del caudal de referencia, desechar la muestra.
- b) Verificar la diferencia entre ambos caudales (caudal inicial y caudal final) 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 al 5%, calcular el caudal de muestreo de acuerdo a lo señalado en letra **c)** siguiente. Si la diferencia es mayor a 5%, desechar la muestra y enviar la bomba de muestreo portátil a mantenimiento y planificar un nuevo muestreo.

- 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:

$$V_M = Q_M \cdot t_M$$

Dónde:

V_M : Volumen Muestreado.

Q_M : Caudal de Muestreo.

t_M : Tiempo de Muestreo.

- e) 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.

Según el objetivo de muestreo se determinará el tipo de muestra. Cuando se trate de verificar el cumplimiento de un límite permisible, la muestra deberá ser de tipo personal, para este propósito el trabajador evaluado deberá portar el tren de muestreo. Para otros fines, podrán utilizar muestreos del ambiente de trabajo y según la circunstancias combinar con muestreos personales.

En caso que el muestreo tenga como finalidad verificar el cumplimiento del límite permisible ponderado, este deberá ser de tipo personal y durar como mínimo el 70% de la jornada de trabajo. Por otra parte, si se desea comprobar el cumplimiento del límite permisible temporal, el muestreo deberá cubrir al menos 15 minutos continuos dentro de la jornada de trabajo (durante la condición más desfavorable de exposición en el proceso) o el tiempo necesario para cumplir con el volumen o masa mínima que requiere la técnica analítica. En cualquier caso se deberá considerar lo establecido en el capítulo IX "Estrategia y Criterios de Muestreo para Agentes Químicos, del Manual Básico Sobre Mediciones y Toma de Muestras Ambientales y Biológicas en Salud Ocupacional, 2013".

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. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, "Notas Técnicas de Prevención" (NTP 777 y 778).
- 9.4. National Institute for Occupational Safety and Health, Método Analítico 6013, Issue 1.
- 9.5. Norma Europea EN 689, Atmosfera en el Lugar de Trabajo. Directrices para la Evaluación de la Exposición por Inhalación de Agentes Químicos para la comparación con Valores Límites y Estrategias de Medición.

10. PARTICIPANTES.

Agradecemos la participación y contribución del comité de expertos conformado por:

- Rómulo Zúñiga R. Asociación Chilena de Seguridad.
- Juan C. Lizama V. Asociación Chilena de Seguridad.
- Sandra Méndez R. Asociación Chilena de Seguridad.
- Marcelo Molina I. Mutual de Seguridad C.CH.C.
- David González A. Mutual de Seguridad C.CH.C.
- Marcelo Romero Instituto de Seguridad del Trabajo.
- Ricardo Pastenes M. Universidad Federico Santa María.
- Pedro Quintanilla B. Instituto de Salud Pública de Chile
- Daniel Rojo M. Instituto de Salud Pública de Chile.
- Rolando Vilasau D. Instituto de Salud Pública de Chile.