

Mejorando la Protección Respiratoria en Minas

**XIAOLIANG WANG¹, Judith C. Chow¹, John G. Watson¹,
Jocelyn Najera¹, Diane K. Hale², Dahiana Pimentel²,
James Lage³, and Robert Lage³**

¹Desert Research Institute (DRI), Reno, NV

²Best in the West Safety, Las Vegas, NV

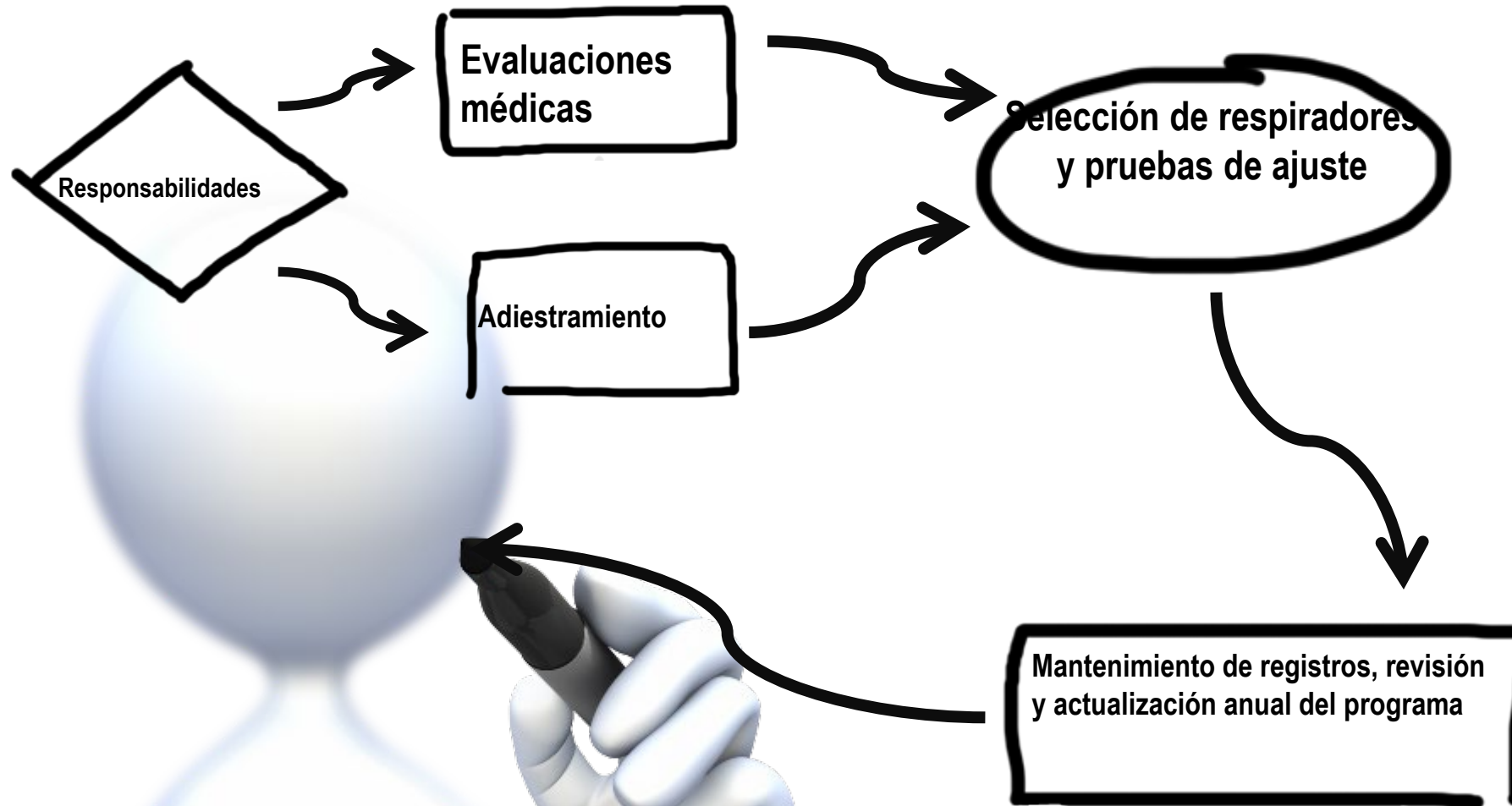
³Sonoma Health & Safety Center, Winnemucca, NV

16 de marzo de 2025

Sección 6

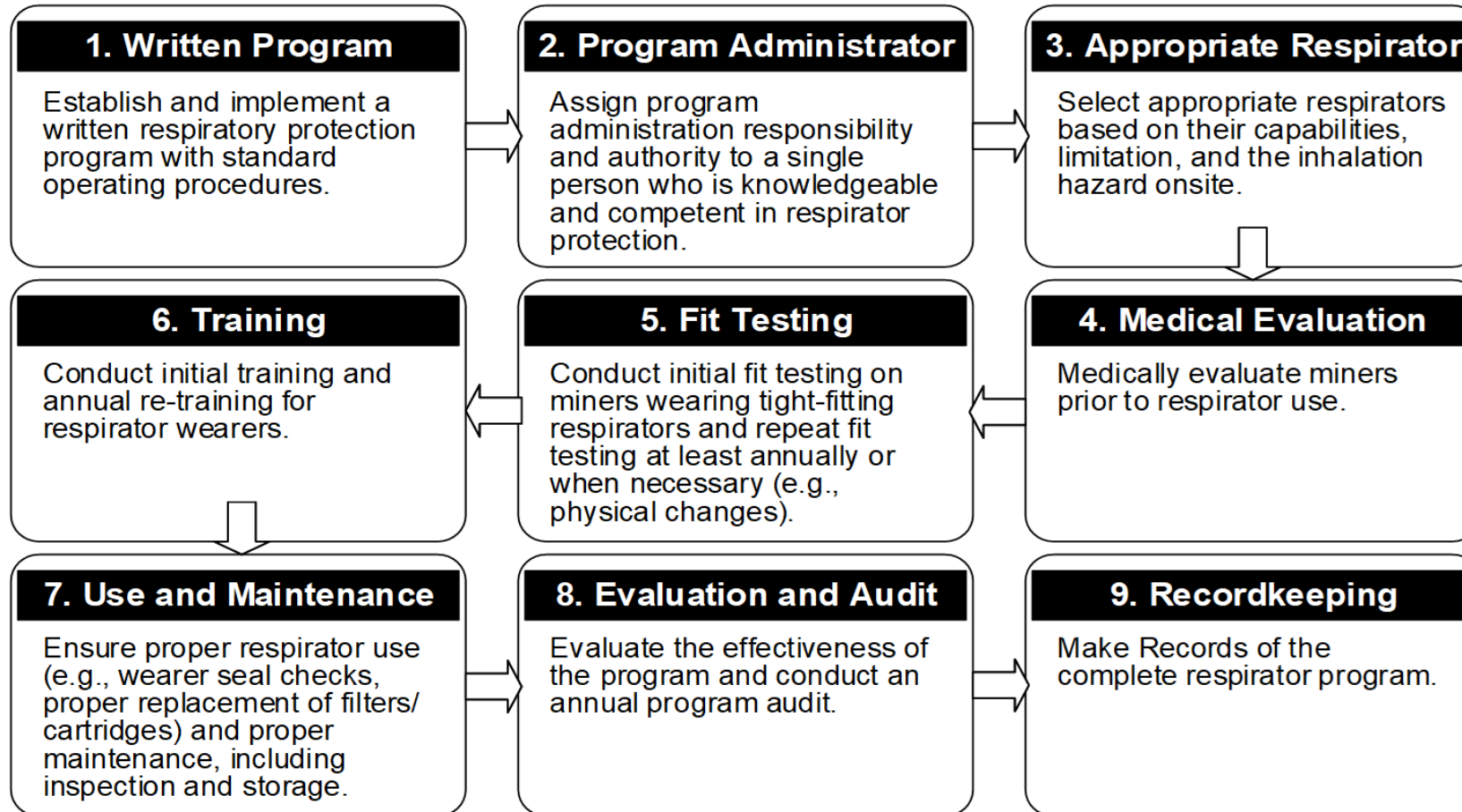
Programa de Protección Respiratoria





Programa de Protección Respiratoria

Requisitos clave de las prácticas estándar de protección respiratoria basado en ASTM F3387-19



Procedimientos estándares de operación (SOP, por sus siglas en inglés) para uso de respirador

- 1. Evaluación de peligros**
- 2. Selección de respirador**
- 3. Evaluación médica**
- 4. Adiestramiento**
- 5. Pruebas de ajuste**
- 6. Proveer respiradores**
- 7. Mantenimiento, inspección y almacenamiento**
- 8. Itinerario de cambio de elementos de los purificadores de aire**
- 9. Calidad del aire**
- 10. Monitoreo del uso del respirador**
- 11. Reevaluación de los riesgos**
- 12. Políticas del empleador**
- 13. Evaluación y auditoría del programa**

Evaluación de la exposición: ¿Cuándo es necesaria?

- Cuando los trabajadores pueden estar expuestos a riesgos respiratorios y/o deben usar respiradores. Incluyendo, pero no se limitan a:
 - Cuando MSHA tiene un límite de exposición permitido para una sustancia (por ejemplo, sílica respirable, materia particulada de diésel).
 - Cuando los mineros notan síntomas (por ejemplo, irritación, olor) o experimental otros efectos negativos en la salud.



Determinación de los peligros transmitidos por aire

- ¿Son partículas (polvo o humo), gases/vapores o mezclas?
- Revise los documentos de datos de seguridad (SDS, por sus siglas en inglés)
- ¿Son peligros biológicos (bacterias, moho, esporas, hongos y/o virus)?
- ¿Son corrosivos o irritantes hacia la piel u ojos?
- ¿Existen niveles de exposición ocupacional recomendados para los contaminantes?
- ¿Existe alguna deficiencia de oxígeno?
- ¿Es considerado un peligro inmediato para la vida o la salud (IDLH, por sus siglas en inglés)?

Determinación de la concentración de cada uno de los contaminantes tóxicos

- Monitoreo de exposición personal incluye:
 - Recolectar muestras del área donde están los trabajadores
 - Utilizar métodos apropiados para cada contaminante.
 - Para determinar el rango de exposición: Muestrear en áreas que tengan las condiciones menos favorables, cambios representativos de turnos y operaciones.
- Realizar un modelo matemático o una estimación basada en el volumen del lugar de trabajo y las propiedades físicas.
- Simular las circunstancias y materiales que sean parecidos.

Determinación del índice de peligro y concentración de uso máximo

- Determinar el índice de riesgo (HR, por sus siglas en inglés): Definido como la fracción entre la concentración del contaminante y el límite de exposición usando las mismas unidades.

$$\text{Índice de riesgo} = \frac{\text{Concentración del contaminante}}{\text{límite de exposición}}$$

- El factor de protección asignado (APF, por sus siglas en inglés) del respirador debe ser mayor que el índice de riesgo.
- Concentración de uso máximo: definida como la concentración de un peligro dónde el minero debe usar un respirador.

$$\text{concentracion de uso máximo} = \text{límite de exposición} \times APFF$$

Factor de protección asignado (APF, por sus siglas en inglés)

Tipo de respirador	Cuarto de careta	Media careta	Máscara completa	Casco encapuchado	Mascarilla holgada
1. Respirador de purificación de aire	5	10	50		
2. Respirador de purificación de aire motorizado (PAPR)		50	1,000	25/1,000	25
3. Respirador con suministro de aire (SAR) o respirador de línea • Modo de demanda • Modo de flujo continuo • Demanda de presión u otro modo de presión positiva		10 50 50	50 1,000 1,000	25/1,000	25
4. Aparato de respiración autónoma (SCBA) • Modo de demanda • Demanda de presión u otro modo de presión positiva (por ejemplo, circuito abierto/cerrado)		10	50 10,000	50 10,000	

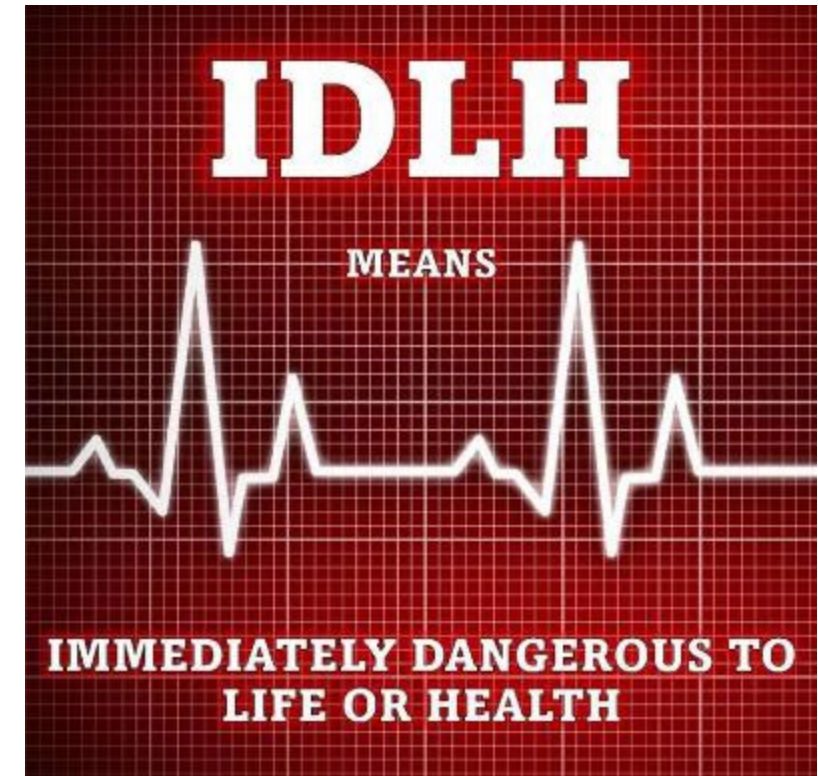
El APF es el nivel mínimo de protección respiratoria esperada en el lugar de trabajo que proporcionaría un respirador que funcione y esté ajustado correctamente y se use de manera adecuada por usuarios adiestrados cuando todos los elementos de un programa de protección respiratoria eficiente se establecen y se implementan.

Ejemplo de la selección de un respirador basado en el índice de peligro y APF

- Un minero trabaja en condiciones donde las concentraciones de sílica respirable es de $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mientras las medidas técnicas se ejecutan (llevan a cabo).
- $\text{HR} = 600 \mu\text{g}/\text{m}^3 / 50 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 12$
- La media careta (o media mascarilla; $\text{APF} = 10$) no protege lo suficiente. El minero necesita usar una careta completa ($\text{APF} = 50$) o un respirador de purificación de aire con filtros de alta eficiencia o filtro P100.
- Para un respirador con un $\text{APF} = 50$, la concentración máxima de uso debe ser $50 \times 50 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 2500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for RCS.

¿Hay presente una atmósfera IDLH?

- Se conoce o se sospecha que la concentración de un contaminante está sobre el nivel de IDLH.
- Se desconoce la identidad o concentración de un contaminante.
- Los niveles de oxígeno están por debajo del 19.5% (por volumen)



Respiradores para áreas donde hay peligro inmediato hacia la vida y/o la salud (IDLH)

- MSHA requiere que en las áreas donde hay peligro inmediato hacia la vida y/o la salud, haya el mayor nivel de protección respiratoria. (SCBA o combinación de línea de aire con SCBA)
- Respiradores de purificación de aire y respiradores de aire suministrado no están permitidos en zonas IDLH.



Itinerario de cambio de filtros para particulado

- No pueden ser lavados, deben reemplazarse si están dañados o si dificultan la respiración
- Reemplazar los filtros de alta eficiencia cuando no se pueda mantener el flujo de aire mínimo.
- Filtros de serie N deben ser reemplazados al final del día de trabajo en condiciones polvorientas.
- Reemplazar filtros de serie R luego de 8 horas de uso (continuas o intermitentes) cuando hay presencia aceites.
- Seguir las instrucciones del fabricante, se pueden encontrar en línea.

Itinerario de reemplazo de cartuchos y tanques

1. Recolectar resultados del área de trabajo como: la concentración de los contaminantes en el aire, temperatura, humedad, ritmo respiratorio y duración del trabajo.
2. Estimar el tiempo de vida útil:
 - Utilizar pruebas de laboratorio o del área de trabajo
 - Utilizar las recomendaciones del fabricante
 - Utilizar los programas del fabricante, NIOSH u OSHA
3. Ajustar el tiempo de vida útil del producto para el área de trabajo.
4. Establecer un itinerario para reemplazar partes.
5. Verificar que se cambien las partes reemplazables.

Referir al anejo 1 del ASTM F3387 – 19 para mas información sobre el itinerario de reemplazo de cartuchos y tanques

La comodidad es un factor importante en la aceptación del respirador por parte del usuario.

- No existe un único tamaño o modelo de respirador que se adapte a todos los tipos de rostro. Se proporcionará al usuario una variedad de tamaños, modelos y estilos para elegir.
- Se debe considerar la resistencia respiratoria, la visión, la comunicación y el peso.
- Si la prueba de ajuste muestra que un(a) trabajador(a) puede obtener el ajuste con dos modelos o más, se le permitirá utilizar el modelo de respirador preferido.

Consideraciones especiales para respiradores utilizados en un escape de emergencia

1. Una evaluación de riesgos para determinar si se requieren respiradores para escapar durante una emergencia.
2. Se debe proporcionar un número adecuado de respiradores de escape y que estén accesibles donde se necesitan.
3. El personal asignado a áreas donde puedan requerirse respiradores de escape debe completar el programa de protección respiratoria, incluyendo la evaluación médica y la capacitación sobre el uso y limitaciones de los respiradores de escape.
4. Los visitantes y el personal no asignado a áreas de trabajo donde se requieren respiradores de escape deberán recibir entrenamiento sobre cómo poner y usar el respirador de escape.

Almacenamiento de respiradores para uso de emergencia y rescate

- Siempre deben estar accesibles.
- Deben almacenarse en lugares marcados para uso de emergencias.
- Deben almacenarse de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
- Deben guardarse en bolsas al vacío y lejos de las áreas contaminadas
- Deben estar certificados y documentados mediante inspección y etiquetando la información; ya sea en el respirador, en el compartimento o guardarlo con los reportes de inspección.

Calidad del Aire respirable (respiradores que proporcionan una atmósfera)

- Solo se utilizará aire comprimido de alta pureza, aire sintético reconstituido (21% de oxígeno y 79% de nitrógeno), oxígeno comprimido, aire líquido u oxígeno líquido.
- Para evitar la condensación o la congelación, el punto de rocío del contenido de agua debe ser más bajo que la temperatura ambiente.
- Monitorear el monóxido de carbono (CO) si el compresor funciona con un motor de combustión interna.
- Monitorear periódicamente la calidad del aire.

Auditoría del programa de protección respiratoria

- La persona administradora debe monitorear de manera continua y anual.
- Una auditoría externa debe hacerse según la frecuencia establecida por el tamaño y la complejidad de la operación y los hallazgos de las auditorías anteriores.

Elementos de auditoría que deben incluirse:

- | | |
|--|--|
| 1) Programa de protección respiratoria | 8) Uso |
| 2) Administración del programa | 9) Limpieza, mantenimiento e inspección de equipos |
| 3) Adiestramiento | 10) Cantidad y calidad del aire respirable |
| 4) Evaluación médica | 11) Almacenamiento |
| 5) Pruebas de ajuste | 12) Preparación para casos de emergencias |
| 6) Muestreo de aire y clasificación de riesgos | 13) Problemas especiales |
| 7) Selección y emisión | 14) Acciones correctivas |

Mantenimiento de registros



- Programa de protección respiratoria
- Evaluación médica
- Evaluación de riesgos
- Selección de respiradores
- Inspección de respiradores de emergencia
- Inspección y mantenimiento del sistema de aire respirable
- Adiestramiento
- Pruebas de ajuste
- Evaluación del programa

Otros elementos que deben considerar los(las) operadores(as) de minas

- Cualquier gasto relacionado con el programa de protección respiratoria debe ser cubierto por el empleador (operador de mina).
- La persona que realiza las pruebas de ajuste no necesita ser profesional de la salud; el personal administrativo puede realizar las pruebas
- Debe encontrar una clínica de medicina ocupacional para las evaluaciones medicas
- No debe enviar a los trabajadores al doctor primario, dado a que:
 - Se facturará al seguro médico del trabajador y el empleador está obligado por ley a cubrir los gastos
 - Es posible que el médico no conozca o no comprenda los riesgos de usar un respirador.

¿Preguntas o comentarios?



¿Tienes alguna inquietud o pregunta sobre la que te gustaría saber más?