

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



GUÍA PARA LA PROTECCIÓN RESPIRATORIA EN LA INDUSTRIA
FABRICANTE DE SACOS DE POLIPROPILENO

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

RUBÉN ANTONIO YELA CORZO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1996

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA CENTRAL

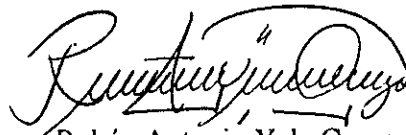
08
T(3837)
c.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a vuestra consideración mi trabajo de tesis titulado:

**GUÍA PARA LA PROTECCIÓN RESPIRATORIA EN LA INDUSTRIA
FABRICANTE DE SACOS DE POLIPROPILENO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.


Rubén Antonio Yela Corzo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1o.	Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
VOCAL 2o.	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL 3o.	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL 4o.	Br. Fernando Waldemar de León Contreras
VOCAL 5o.	Br. Pedro Ignacio Escalante Pastor
SECRETARIO	

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Marco Antonio Barrios Adler
EXAMINADOR	Ing. Francisco Arturo Hernández Arriaza
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Urrea Méndez
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

Guatemala,
30 de agosto de 1,996.


Ing. Jorge Peláez
Director de Escuela
Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Peláez.

Por este medio me permito informarle que he asesorado el trabajo de tesis titulado "Guía para la protección respiratoria en la industria fabricante de sacos de polipropileno", desarrollado por el estudiante Rubén Antonio Yela Corzo, carnet No. 87-11810, previo a optar al título de Ingeniero Industrial.

Con base en la revisión y corrección de dicho trabajo de tesis, considero que ha alcanzado los objetivos propuestos, por lo tanto, recomiendo su aprobación.

Atentamente,


Ing. Héctor Arnoldo Cárdenas Echeverría
Ingeniero Asesor
Colegiado No. 1842

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

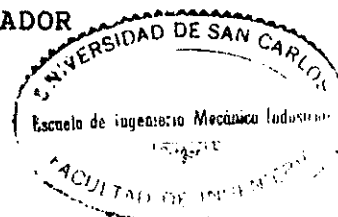
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Electrónica, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos y Escuela de Posgrado Maestría en Sistemas, Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial, Apartado Postal 217-1-01-907, Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica.

El Coordinador del Area de Ingeniería de la Producción de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, al contenido y la presentación del trabajo de tesis titulado, "GUIA PARA LA PROTECCION RESPIRATORIA EN LA INDUSTRIA FABRICANTE DE SACOS DE POLIPROPILENO", presentada por el estudiante universitario Rubén Antonio Yela Corzo, recomienda la aprobación del presente trabajo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sergio Torres Méndez'.

**Ing. Sergio Torres Méndez
COORDINADOR**



Guatemala, octubre de 1,996.



FACULTAD DE INGENIERIA

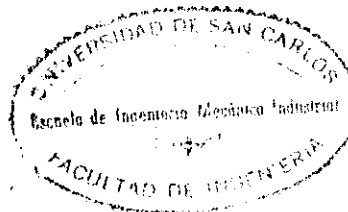
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Electrónica, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos y Escuela de Posgrado Maestría en Sistemas de Ingeniería Construcción y Mención Ingeniería Vial.
Apartado Postal 217-1-01-907, Guatemala
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Coordinador General de Tesis de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y del Licenciado en Letras, con el Visto Bueno del Coordinador de Area, así como el contenido y la presentación del trabajo de tesis titulado "GUIA PARA LA PROTECCION RESPIRATORIA EN LA INDUSTRIA FABRICANTE DE SACOS DE POLIPROPILENO", presentada por el estudiante universitario Rubén Antonio Yela Corzo, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Inq. Sergio Torres Méndez
COORDINADOR GENERAL DE TESIS
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL

Guatemala, octubre de 1,996



emds

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



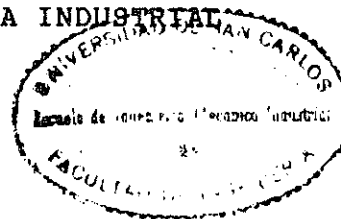
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas Ingeniería Electrónica, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos y Escuela de Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial.
Apartado Postal 217-01-907, Guatemala
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Coordinador de Area, del Coordinador General de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado **GUIA PARA LA PROTECCION RESPIRATORIA EN LA INDUSTRIA FABRICANTE DE SACOS DE POLIPROPILENO**, presentada por el estudiante universitario Rubén Antonio Yela Corzo, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Jorge Peñáz Castellanos
DIRECTOR
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, noviembre de 1,996.

emds

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de tesis titulado GUIA PARA LA PROTECCION RESPIRATORIA EN LA INDUSTRIA FABRICANTE DE SACOS DE POLIPROPILENO, presentada por el estudiante universitario Rubén Antonio Yela Corzo, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:


Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, noviembre de 1,996.

emds

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Y AUTORIA DE

ACTO QUE DEDICO

A Dios Todopoderoso

A María Auxiliadora

A mis padres: Juan Antonio Yela Leal
Gladys Sussette Corzo de Yela

A mis hermanos: Juan Pablo, Susan Karina, Gladys Carolina,
Julio Estuardo+

A mis abuelos: Rubén, Susana, Juan+, Julia

A mi sobrino: Erick Estuardo

A mi novia: Tere

A la memoria de: Tio Victor+ y Hugo Roberto+

A mis tios, a mis primos y a toda mi familia, muy especialmente, a mi tío Rodolfo y a mi tío Hugo.

ÍNDICE

Glosario	i
Introducción	iii
Capítulo 1	
Identificación de contaminantes en la industria fabricante de sacos de polipropileno	
1.1 Tipos de contaminantes existentes en la industria fabricante de sacos de polipropileno	1
1.1.1 Contaminantes en forma de partículas	3
1.1.2 Contaminantes en forma gaseosa	4
1.1.3 Contaminantes presentes en las diferentes áreas de la industria fabricante de sacos de polipropileno	4
1.1.3.1 Área de extrusores	4
1.1.3.2 Área de telares	5
1.1.3.3 Área de impresión	5
1.1.3.4 Área de cortadoras	5
1.1.3.5 Área de mantenimiento	5
1.1.3.6 Área de inyección y soplado	6
1.1.3.7 Área de tratamiento de desperdicio	6
1.1.3.8 Bodega de solventes y lubricantes	6
1.1.3.9 Área de cyreles	6
1.1.3.10 Bodegas de materia prima y producto terminado	7
1.2 Factores de peligrosidad de los contaminantes	7
1.3 Valores límite de exposición	8
1.4 Medida de concentraciones	11
1.4.1 Instrumentos de medida de partículas	11
1.4.2 Instrumentos de medida de contaminantes en fase gaseosa	12
1.4.3 Otros instrumentos de medición de concentración de contaminantes	13

Capítulo 2

Efecto de los contaminantes existentes en la industria fabricante de sacos de polipropileno

2.1 Antecedentes	14
2.2 Defensas del aparato respiratorio	16
2.3 Efectos de los contaminantes existentes en la industria fabricante de sacos de polipropileno	16
2.3.1 Efectos agudos	17
2.3.2 Efectos crónicos	18
2.4 Tamaño de las partículas	18
2.5 Enfermedades respiratorias causadas por los contaminantes, en la industria fabricante de sacos de polipropileno	20
2.5.1 Silicosis	20
2.5.2 Asbestosis	20
2.5.3 Pulmón negro	21
2.5.4 Bisinosis	21
2.5.5 Siderosis	21
2.5.6 Reacciones irritantes	22
2.5.7 Fiebre por humo de soldadura	22
2.5.8 Otras enfermedades	23
2.6 Análisis estadístico de los casos de abandono de labores causados por problemas respiratorios provocados por mala protección	23
2.6.1 Análisis de rotación de personal por área en la industria fabricante de sacos de polipropileno	23
2.6.2 Análisis de calidad de protección respiratoria actual de los trabajadores	24

Capítulo 3

Selección del equipo de protección respiratoria en la industria fabricante de sacos de polipropileno

3.1 Antecedentes	26
3.2 Equipos de protección respiratoria, adecuados, para la industria fabricante de sacos de polipropileno	26
3.2.1 Clasificación de equipos de protección respiratoria	26
3.2.1.1 Respiradores purificadores de aire	27
3.2.2 Respiradores con suministro de aire	30
3.2.3 Tipos de respiradores adecuados para cada área de trabajo	32
3.3 Ensayos, clasificación y selección de respiradores, normas NIOSH y CEN	33
3.3.1 Factor de protección	34
3.3.2 Filtros para partículas	34
3.3.2.1 Clasificación NIOSH	35
3.3.2.2 Clasificación CEN	36
3.3.3 Filtros para gases y vapores	37
3.3.3.1 Clasificación NIOSH	38
3.3.3.2 Clasificación CEN	40
3.3.4 Respiradores con aportación de aire	41
3.4 Determinación de áreas con posibilidad de protección respiratoria colectiva	41
3.4.1 Área de cortadoras	42
3.4.2 Área de mantenimiento	42
 Capítulo 4	
Adiestramiento en el uso y cuidado del respirador	
4.1 Introducción a la implantación de programas de protección respiratoria	43
4.2 Beneficios para la empresa	43
4.2.1 Productividad	43
4.2.2 Calidad	44
4.2.3 Comodidad del trabajador	44

4.2.4	Disminución de costos	45
4.2.5	Conformidad con la legislación	45
4.3	Beneficios para el trabajador	45
4.4	Importancia del programa de adiestramiento	46
4.5	Quiénes deben recibir el adiestramiento	46
4.6	Elementos que debería cubrir el programa de adiestramiento en protección respiratoria	47
4.6.1	Instrucciones de colocación y ajuste	48
4.6.2	Pruebas de ajuste	51
4.6.2.1	Pruebas cuantitativas	51
4.6.2.2	Pruebas cualitativas	51
4.6.3	Tiempo sin uso y efectos en la salud	53
4.6.4	Duración de los respiradores	55
4.6.5	Mantenimiento	56

Capítulo 5

La implantación de un programa de protección respiratoria

5.1	Programa administrativo de protección respiratoria en la industria fabricante de sacos de polipropileno	58
5.1.1	Evaluación de áreas de trabajo	58
5.1.2	Evaluación médica de los empleados	58
5.1.3	Selección del equipo de protección	58
5.1.4	Entrenamiento de los trabajadores	59
5.1.5	Pruebas de ajuste	59
5.1.6	Inspección y mantenimiento del equipo	60
5.2	Establecimiento de objetivos	60
5.3	Establecimiento de responsabilidades	61
5.3.1	Asignación de responsabilidades	61
5.4	Determinación de políticas adecuadas para la implementación del programa	63
5.5	Análisis del costo de la implementación del programa	64

5.5.1 Adquisición de equipo de protección personal	64
5.5.2 Adquisición de equipo de emergencia	68
5.5.3 Costo de reparación y mantenimiento de los equipos	68
5.5.4 Costo de capacitación del personal	68
5.6 Participación del programa dentro del presupuesto de seguridad	68
Conclusiones	iv
Recomendaciones	vi
Bibliografía	viii
Apéndice	ix

5.5.1 Adquisición de equipo de protección personal	64
5.5.2 Adquisición de equipo de emergencia	68
5.5.3 Costo de reparación y mantenimiento de los equipos	68
5.5.4 Costo de capacitación del personal	68
5.6 Participación del programa dentro del presupuesto de seguridad	68
Conclusiones	iv
Recomendaciones	vi
Bibliografía	viii
Apéndice	ix

GLOSARIO

ACGIH: American Conference of Government Industrial Hygienists (Conferencia americana de higienistas industriales del gobierno)

ANSI: American National Standards Institute (Instituto nacional americano de estándares)

ASBESTO: Un silicato de magnesio hidratado, en forma fibrosa. Se considera que las fibras son los componentes más peligrosos del polvo de asbesto. Se le llama también amianto.

CEE: Comunidad Económica Europea

CEN: Comité Europeo de Normalización

CFR: Code of Federal Regulations (Código de regulaciones federales)

CROMATOGRFÍA: Estudio gráfico de colores

EFTA: European Free Trade Association (Asociación Europea de Libre Cambio)

ELASTÓMERO: Polímero sintético de características similares al caucho; un caucho sintético o natural o un plástico blando, de plasticidad semejante al caucho con cierto grado de elasticidad a temperatura ambiente.

EN: Norma europea

ERGONOMÍA: Actividad multidisciplinaria que trata las interacciones entre el hombre y su ambiente de trabajo total más el estrés relacionado con los elementos de ese ambiente como son: atmósfera, calor, luz y sonido, así como todas las herramientas y equipos del lugar de trabajo.

FFP1, 2, 3: Categorías de los respiradores autofiltrantes contra partículas según norma EN-149

FIBROSIS: Condición caracterizada por el aumento de tejido fibroso intersticial

FP: Factor de Protección

HEPA: Filtro de alta eficiencia

IDHL: Nivel de contaminación inmediatamente peligroso para la salud o la vida

MASTER BACH: Nombre común de la mezcla constituida de polietileno, dióxido de titanio y carbono de calcio, utilizada como colorante que se agrega al polipropileno antes de la extrusión.

MICRÓN: Unidad métrica de longitud, que equivale a la milésima parte de un milímetro

NEUMOCONIOSIS: Pulmón sucio, como resultado de una inhalación continua de varios tipos de polvos y otras partículas

NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health (Instituto nacional de salud y seguridad ocupacional)

OSHA: Occupational Safety and Health Administration (Administración de salud y seguridad ocupacional)

P1, 2, 3: Categorías de filtros para partículas según norma EN-143

PPM: Partes por millón

TIL: Total Inward Leakage (fuga total hacia el interior)

TLV: Valor límite umbral

UEG: Límite inferior de explosión

WPF: Work Protection Factor (Factor de protección medido en el lugar de trabajo)

INTRODUCCIÓN

La Seguridad e Higiene en el trabajo cobran, cada día, más importancia alrededor del mundo. Sin embargo, es común que en muchos casos aún se desconozcan los riesgos respiratorios que existen en la Industria Fabricante de Sacos de Polipropileno, porque, a veces, no se pueden ver, oler, ni tocar de manera alguna. Además de esto, los efectos dañinos de los contaminantes en la salud no aparecen hasta pasado mucho tiempo.

En el presente trabajo de tesis se exponen los conceptos y acciones básicas para implementar un programa de protección respiratoria en la Industria Fabricante de Sacos de Polipropileno, desde la identificación de los riesgos presentes hasta la implantación del mismo. Estas acciones, básicamente, se resumen en: identificar los riesgos respiratorios, conocer el efecto de los contaminantes en la salud de los trabajadores, seleccionar el respirador adecuado y adiestrar en el uso y cuidados del mismo.

Las personas que, necesariamente, han de implicarse en una correcta implantación de un programa de protección respiratoria en la Industria Fabricante de Sacos de Polipropileno son muchas, empezando por el nivel operativo, pasando por los mandos medios hasta llegar al nivel ejecutivo. Estos últimos aunque no tienen contacto directo con los contaminantes, son los que toman la decisión de la implementación de un programa de protección de esta naturaleza.

La protección de los trabajadores frente a los agentes contaminantes de las vías respiratorias, hace indispensable contar con requisitos de seguridad para evitar las enfermedades y lesiones en el sistema respiratorio de la fuerza de trabajo y, con ello, reducir el alto costo económico y social que éstas generan.

CAPÍTULO 1

IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES EN LA INDUSTRIA FABRICANTE DE SACOS DE POLIPROPILENO

1.1 TIPOS DE CONTAMINANTES EXISTENTES EN LA INDUSTRIA FABRICANTE DE SACOS DE POLIPROPILENO

Existe una tendencia natural en el ser humano para no protegerse del aire que respira. Instintivamente, si no se ven sustancias o colores extraños en el aire o si no se nota un olor especial, se cree que no existen contaminantes, es decir que el aire está limpio. Sin embargo, los contaminantes pueden estar ahí y existir aunque no se vean y, en muchos casos, ser nocivos para la salud.

Las sustancias peligrosas pueden entrar en el cuerpo por tres vías diferentes:

- absorción, a través de la piel: puede producirse muy rápidamente si ésta se corta o erosiona. La piel intacta, sin embargo, constituye una barrera razonablemente buena para las sustancias químicas. Lamentablemente, existen muchos compuestos que pueden ser absorbidos a través de la piel intacta; los disolventes de pintura, el acrilonitrilo, la anilina y otros muchos productos, pasan a través de la piel y pueden afectar a diversos órganos,
- al tragar: en el lugar de trabajo las personas pueden ingerir, inadvertidamente, sustancias químicas peligrosas. Si el ambiente está contaminado, las sustancias nocivas pueden depositarse en las manos. Si éstas no se han lavado y tocan algún alimento, los contaminantes pasarán a la comida y, de ahí, al aparato digestivo. Los polvos tóxicos inhalados también pueden ser ingeridos en cantidades que pueden provocar inconvenientes,

- por la respiración normal: la inhalación incluye a todos aquellos contaminantes del aire que puedan ser inhalados, directamente, hasta los pulmones. Es una vía de penetración muy importante debido a la rapidez con que la sustancia puede ser absorbida por los pulmones.

El aire no contaminado está compuesto por un veintiuno por ciento de oxígeno, setentiocho por ciento de nitrógeno y uno por ciento de otros gases como el argón o el dióxido de carbono. Cuando aparecen otras sustancias, se pueden producir irritaciones, enfermedades, mareos o, incluso, la muerte. Dado que existe gran cantidad de sustancias tóxicas que se producen en algunos procesos industriales y, específicamente, en las plantas fabricantes de sacos de polipropileno, es necesario tomar medidas efectivas que impidan su entrada en el sistema respiratorio del trabajador. Pero, antes de decidir la manera de proporcionar dicha protección, es fundamental conocer los tipos de contaminantes, en qué forma se pueden presentar, cuál es su toxicidad, su concentración, etc. y ,así, saber contra qué se combate.

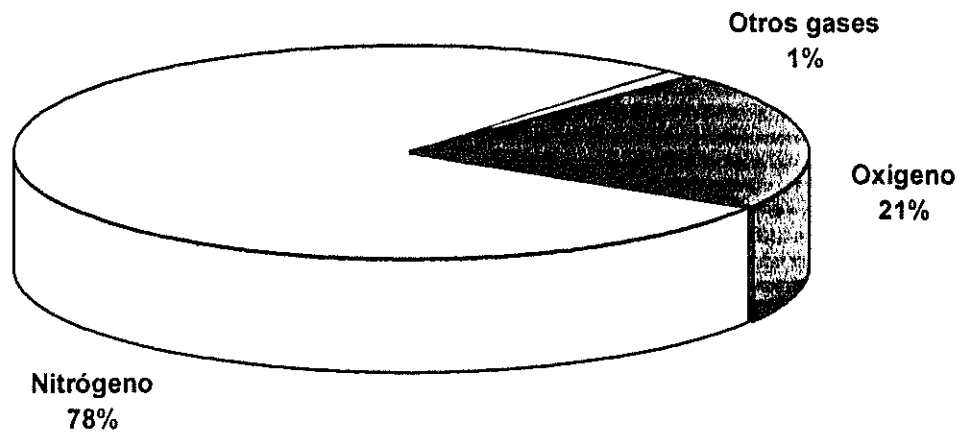


Figura 1-1
Composición del aire no contaminado

Existen dos grandes grupos de tipos de contaminantes que se pueden encontrar en la industria fabricante de sacos de polipropileno:

- contaminantes en forma de partículas,
- contaminantes en fase gaseosa.

Estos, a su vez se subdividen en cinco formas fundamentales.

1.1.1 CONTAMINANTES EN FORMA DE PARTÍCULAS

Polvos: son partículas sólidas generadas por manipuleo, trituración molienda, impactos, detonación y decrepitación (ruptura por calentamiento) de materiales orgánicos o inorgánicos como piedras, minerales, metales, carbón, madera, granos, etc. El término "polvo" se utiliza en la industria para describir partículas sólidas suspendidas en el aire hasta que se depositan por gravedad.

Nieblas: están formadas por pequeñísimas gotas en suspensión, generadas por la condensación de líquidos desde su fase vapor o por la dispersión de su estado líquido, ya sea por salpicadura, espuma, pulverización o atomización. Niebla es el término aplicado a un líquido finamente dividido en suspensión en la atmósfera. Existe presencia de nieblas en la industria fabricante de sacos de polipropileno, por ejemplo: en el área de impresión, cuando se mezclan y vierten las tintas o en el área de mantenimiento, cuando se pintan algunas piezas con atomizadores, ya que no todas las partículas líquidas creadas, alcanzan o se adhieren al objeto que se está pintando y, por lo tanto, forman una atmósfera contaminada alrededor del pulverizador, que puede ser fácilmente inhalada por el trabajador. Cuanto menor tamaño tengan, más tiempo permanecerán en el aire.

Humos: Son las pequeñísimas partículas que se forman cuando algunos materiales sólidos se vaporizan o subliman con calor y, luego, se enfrían bruscamente y se condensan. Estos contaminantes se encuentran en

el área de mantenimiento cuando, al soldar, los vapores del metal calentado se enfrían, solidifican y son aerotransportados.

1.1.2 CONTAMINANTES EN FORMA GASEOSA

Gases: son sustancias químicas que se presentan en fase gaseosa a presión y temperatura ambiente. Por ello, se mezclan íntimamente con el aire y se desplazan con facilidad. Este tipo de contaminantes pueden ser inodoros e incoloros y, por lo tanto, no siempre fácilmente detectables. Sus formas de actuación sobre el cuerpo pueden ser muy diferentes. Por ejemplo: los llamados asfixiantes simples desplazan el oxígeno del aire, provocando la asfixia. Otros gases actúan, sin embargo, atacando determinados órganos una vez que se incorporan al organismo al ser inhalados.

Ejemplos de gases son: el monóxido de carbono, producido por las combustiones incompletas, el oxígeno, el nitrógeno, el cloro, el dióxido de azufre, etc.

Vapores: son las emanaciones producidas por la evaporación de un líquido o un sólido, bien sea a temperatura ambiente o con aportación de calor. Los vapores de gasolina o de disolventes son los ejemplos más comunes.

Las anteriores, son las cinco formas simples en que se pueden presentar los contaminantes. En muchos casos no se encuentra únicamente un tipo, sino, combinaciones de ellos.

1.1.3 CONTAMINANTES PRESENTES EN LAS DIFERENTES ÁREAS DE LA INDUSTRIA FABRICANTE DE SACOS DE POLIPROPILENO

1.1.3.1 ÁREA DE EXTRUSORES

Cuando se realiza la mezcla de materias primas y luego se pasa por las máquinas extrusoras, se encuentra:

- carbono de calcio,
- polipropileno,
- master bach.

1.1.3.2 ÁREA DE TELARES

Dado que éste es un proceso puramente físico en el cual, únicamente, se entretajan las fibras extraídas de polipropileno, no se encuentra presente ningún contaminante.

1.1.3.3 ÁREA DE IMPRESIÓN

Cuando se realiza la preparación y mezcla de las tintas para imprimir los sacos, así como cuando las impresoras son alimentadas con tinta, se encuentran los siguientes contaminantes:

- tintas,
- etil acetato,
- alcohol isopropílico,
- tolueno.

1.1.3.4 ÁREA DE CORTADORAS

En esta parte del proceso, el saco de polipropileno se corta y se funde a temperatura de cincuenta grados celcius. Esto provoca la emanación de humo de polipropileno en toda el área.

1.1.3.5 ÁREA DE MANTENIMIENTO

Por las múltiples operaciones que se realizan en esta área, se encuentran los siguientes contaminantes:

- humos de soldadura autógena,
- ozono provocado por el arco de soldadura eléctrica,
- polvo de esmeril,
- solventes para limpieza de partes,

- barsol,
- polvo de metales,
- aerosoles.

1.1.3.6 ÁREA DE INYECCIÓN Y SOPLADO

La naturaleza de esta operación genera humo de polipropileno.

1.1.3.7 ÁREA DE TRATAMIENTO DE DESPERDICIO

Se encuentra humo de polipropileno.

1.1.3.8 BODEGA DE SOLVENTES Y LUBRICANTES

En esta área, se almacenan, se mezclan y se despachan los siguientes contaminantes:

- tolueno,
- alcohol isopropílico,
- tiner,
- etil acetato,
- etanol,
- butanol,
- percloroetileno,
- ácido muriático.

1.1.3.9 ÁREA DE CYRELES

Para la limpieza y preparación de fotopolímeros se utilizan mezclas que contienen:

- percloroetileno,
- butanol,
- ácido muriático.

1.1.3.10 BODEGAS DE MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO

Al hacer movimiento de materiales dentro de estas áreas, el aire se contamina con polvo.

1.2 FACTORES DE PELIGROSIDAD DE LOS CONTAMINANTES

Algunas sustancias contaminantes dispersas en el aire no producen efectos adversos en la salud de las personas, por lo que no se los considera riesgos respiratorios que pudiesen generar un aspecto negativo en la productividad de la industria. Otras, en cambio, sólo son peligrosas si se inhalan en grandes cantidades o durante largos períodos de tiempo. Algunas pueden atacar seriamente al organismo o llegar a producir la muerte rápidamente, incluso, habiendo inhalado pequeñas cantidades.

Según lo anterior, son muchos los factores que influyen al determinar la peligrosidad o riesgo que tiene un contaminante. Los cinco principales son los siguientes:

- tiempo de exposición: se refiere al período de tiempo que el trabajador permanece en la zona donde existen contaminantes,
- concentración: cantidad del contaminante presente en el aire del medio ambiente o entorno de trabajo,
- frecuencia respiratoria y capacidad pulmonar: número de inhalaciones y exhalaciones que hace el trabajador y volumen de aire respirado,
- toxicidad: capacidad intrínseca del contaminante para afectar al organismo del trabajador que se ve expuesto a él,
- sensibilidad individual: éste es un factor puramente individual, que varía de persona a persona; se refiere a la susceptibilidad de cada trabajador a sufrir los efectos de los contaminantes.

La verdadera peligrosidad del contaminante en cada puesto de trabajo está determinada por la combinación de estos cinco factores. Un ejemplo claro de esta

peligrosidad se da en el siguiente ejemplo: el monóxido de carbono (CO) es un gas que está siempre presente en el aire no contaminado, este gas, puede ser muy tóxico, pero, a muy bajas concentraciones no produce efectos nocivos. Si se deja un automóvil en marcha dentro de un ambiente cerrado, la concentración de monóxido de carbono (CO) irá aumentando y llegará en pocos minutos a niveles muy peligrosos para la salud. Entrar en dicho ambiente y respirar una sola vez, probablemente, no producirá ningún daño, pero, quedarse dentro, respirando durante diez minutos, puede traer consecuencias fatales. En el caso de contaminantes en forma de partículas en suspensión, el riesgo depende, además de la concentración y del tamaño de las mismas, dado que de esta característica depende, a su vez, la capacidad de alcanzar las zonas más interiores de los pulmones (véase sección 2.4).

Además de estos cinco factores fundamentales (toxicidad, concentración, frecuencia respiratoria, tiempo de exposición y sensibilidad individual) que siempre han de considerarse, hay otros muchos que se deben tener en cuenta en aquellos casos en que sean aplicables; son, por ejemplo: la temperatura ambiente (excesivo frío o calor), el estrés térmico, la humedad y los efectos aditivos de algunos contaminantes.

1.3 VALORES LÍMITE DE EXPOSICIÓN

Para saber cuánto tiempo se puede estar expuesto a un contaminante específico, sin necesidad de protección respiratoria o qué cantidad de contaminante se puede inhalar sin que se produzcan efectos adversos en la salud, existen los valores límite de exposición llamados “threshold limit values” (valores umbral límite) también conocidos como TLV. Son publicados todos los años por la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienist) y reflejan las concentraciones medidas en el tiempo, por debajo de las cuales se puede trabajar sin necesidad de protección respiratoria, ya que esa cantidad de contaminante inhalada no produce efectos dañinos en el organismo.

La ACGIH define tres límites de exposición, diferentes mismos que servirán como parámetros de referencia en el presente trabajo de tesis.

TLV-TWA (Threshold Limit Value-Time Weighted Average: valor límite umbral-promedio ponderado en el tiempo)

Se refiere a la concentración promedio ponderada en el tiempo, para una jornada normal de ocho horas y una semana laboral de cuarenta horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente, día tras día, sin efectos adversos para su salud.

TLV-STEL (Threshold Limit-Value-Short Term Exposure Limit: valor límite umbral-límite de exposición de corta duración)

Concentración a la que los trabajadores pueden estar expuestos de manera continua durante un corto espacio de tiempo sin sufrir:

- 1) irritación,
- 2) daños crónicos o irreversibles en los tejidos,
- 3) narcosis en grado suficiente para aumentar la probabilidad de lesiones accidentales, disminuir la autorrecuperación o reducir sustancialmente la eficacia en el trabajo y siempre que no se sobrepase el TLV-TWA diario.

No es un límite de exposición independiente, sino que, complementa al límite TLV-TWA cuando se admite la existencia de efectos agudos de una sustancia cuyos efectos tóxicos son, primordialmente, de carácter crónico. Los TLV-STEL se recomiendan solamente cuando se ha denunciado la existencia de efectos tóxicos en seres humanos o animales, como resultado de exposiciones intensas de corta duración.

El TWA-STEL se define como la exposición promedio ponderada en un tiempo de quince minutos, que no se debe sobrepasar en ningún momento de la jornada laboral, aun cuando el promedio ponderado en el tiempo que corresponde a las ocho horas sea inferior al TLV. Las exposiciones por encima del TLV-TWA hasta el valor STEL no deben tener una duración superior a quince minutos ni repetirse más de cuatro veces al día. Debe haber, por lo menos, un período de sesenta minutos entre exposiciones sucesivas de este rango.

TLV-C(Threshold Limit Value-Ceiling: valor límite umbral-techo)

Es la concentración que no se debe sobrepasar, en ningún momento, durante la exposición en el trabajo.

Adicionalmente, la ACGIH define ciertas categorías específicas para algunos contaminantes:

A1: compuestos confirmados como cancerígenos en el hombre. Compuestos químicos o sustancias asociadas con procesos industriales, a los que se les reconoce tener un efecto potencial cancerígeno.

A2: compuestos sospechosos de ser cancerígenos en el hombre. Compuestos químicos o sustancias asociadas con procesos industriales sospechosos de inducir cáncer, basándose, ya sea en la evidencia epidemiológica disponible o en la manifestación de carcinogénesis por métodos apropiados en una o más especies animales.

IDHL: otro valor límite muy utilizado es el llamado IDHL (inmediatamente peligroso para la vida o la salud), definido por la NIOSH/OSHA a efectos, únicamente, de selección de respiradores. Este valor es el correspondiente a la máxima concentración a la que en caso de que el respirador falle, se dispone de treinta minutos para escapar sin que la exposición sufrida signifique consecuencias irreversibles.

Es importante comprender que estas concentraciones están determinadas basándose en estudios epidemiológicos, en la experiencia y en el estudio de casos especiales. Por tanto, hay que insistir en que son guías orientadoras, no una línea exacta divisoria entre lo seguro y lo peligroso.

Es precisamente, por esto, por lo que los valores en algunos contaminantes varían anualmente, en algunos casos de forma dramática; por ejemplo: existe el caso del óxido etileno, cuyo TLV hace unos pocos años era 50 ppm. Pues bien, al irse descubriendo sus efectos en la salud, (malformación del feto, ceguera, etc.) bajó a 10 ppm y al año siguiente a 1 ppm, además de añadirsele la clasificación A2 (compuesto sospechoso de ser carcinógeno en el hombre).

1.4 MEDIDA DE CONCENTRACIONES

Como se ha expuesto, es fundamental conocer la concentración real del contaminante en el puesto de trabajo, para luego compararla con los valores umbral límite (TLV) y determinar si se necesita protección o no. Esta comparación se realiza obteniendo la relación entre la concentración existente y el correspondiente TLV. Dicha relación se denomina comúnmente: índice de riesgo o índice de exposición y cuando resulta mayor de uno, se está sobreexponiendo al trabajador y, por lo consiguiente, se hace necesario emplear medios de protección. Además, esta relación será un criterio fundamental a la hora de seleccionar un respirador.

Existen en el mercado instrumentos de medida de concentraciones que indican la concentración en el puesto de trabajo. De la misma forma que en el caso de contaminantes, en los instrumentos de medida de concentración existen dos grandes grupos: 1) los de medida de partículas y 2) los de medida de contaminantes en fase gaseosa.

1.4.1 INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE PARTÍCULAS

El instrumento más común para medir la concentración de los contaminantes en forma de partículas es la bomba con cassette. La bomba, una vez calibrada, aspira el aire contaminado por un tubo conectado al cassette. En dicho cassette está instalado un filtro que va recogiendo las partículas. Una vez terminado el muestreo se determina la concentración por diferencia de pesos entre el filtro con partículas recogidas y el filtro limpio en proporción al caudal de aire que ha pasado por él.

La bomba se coloca al operario en la parte de atrás de la cintura y el cassette debe situarse lo más cerca posible de la zona buco-nasal, por lo regular a la altura del cuello o de los hombros.

Para que un muestreo sea fiable y efectivo, debe realizarse durante todo el tiempo en que el trabajador está expuesto al contaminante y mientras realiza sus tareas habituales. Lo ideal es muestrear un turno

completo de trabajo y repetir la operación varias veces para confirmar los resultados.

1.4.2 INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE CONTAMINANTES EN FASE GASEOSA

En el caso de contaminantes en fase gaseosa hay varios instrumentos. Los más usuales son las bombas con tubos de carbón activo o colorimétricos y los monitores de difusión.

Las bombas actúan de la misma forma que en el caso de contaminantes en forma de partículas, pero, en vez de llevar acoplado un cassette, tienen un tubo de carbón activo. Dependiendo del tipo de contaminante que se quiera medir, será diferente el tubo a utilizar.

La colocación de la bomba y el tubo se realiza de la misma forma que para la medición de partículas.

Una vez finalizado el muestreo, el contenido del tubo debe analizarse lo antes posible por cromatografía de gases u otro método de análisis apropiado.

Los monitores de difusión son muestreadores pasivos que no necesitan bomba que impulse el aire, puesto que tiene una membrana de difusión por la que pasa el contaminante para ser absorbido en un depósito de carbón activo situado en su parte posterior. No necesita manipulación especializada alguna, puesto que se coloca en la solapa del trabajador y ahí se deja durante todo el tiempo de exposición. De la misma manera que en los otros casos, lo ideal es mantenerlo durante una jornada completa de trabajo. Una vez finalizado el muestreo, se procede a la extracción del contaminante y a su análisis por cromatografía de gases u otro método apropiado.

Al igual que en los tubos de carbón activo, hay diferentes tipos de monitores dependiendo de la naturaleza del contaminante a medir.

Los tubos detectores, los tubos de carbón activo y los monitores de difusión, una vez analizados, indican la concentración de los contaminantes en el aire por unidad de volumen (ppm).

1.4.3 OTROS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES

El control de numerosas materias de trabajo, peligrosas o contaminantes en la industria, no es únicamente posible con los métodos mencionados anteriormente, sino, también, con métodos de medición físicos o físico-químicos que trabajan continuamente. Para la medición de: gases y vapores explosivos, gases tóxicos, falta y exceso de oxígeno, existe una amplia gama de aparatos portátiles y estacionarios que se pueden utilizar. En caso de peligro avisan al usuario óptica y acústicamente; los aparatos estacionarios están preparados para realizar otras funciones. Por ejemplo: el Multiwarn es un aparato de medición de tres gases, portátil, comandado por un microprocesador, para controlar el aire ambiental en el puesto de trabajo. El aparato mide continua y simultáneamente la concentración de sulfuro de hidrógeno, de monóxido de carbono y de oxígeno. También mide la parte proporcional de gases y vapores combustibles en el aire ambiental para detectar peligro de explosión. El gas a analizar es conducido hasta los sensores o, bien, por difusión o a través de una sonda de manguera de hasta 4 metros de longitud y una bomba integrada en el aparato. Las escalas de medición para el sulfuro de hidrógeno o el monóxido de carbono son de 0 a 200 ppm, para oxígeno, de 0 a 25% y para peligro de explosión de 0 a 100% UEG (límite inferior de explosión). Existe también un aparato de mano para medición de monóxido de carbono (CO). El dispositivo se instala en el bolsillo del pecho del trabajador y mide, continuamente, la concentración de CO en el aire ambiental del puesto de trabajo. Al sobrepasar el límite permisible (por ejemplo TLV-TWA) el aparato avisa

óptica y acústicamente. La concentración de CO medida es indicada continuamente en el indicador de cristales líquidos.

La variedad de aparatos de medición de concentración de contaminantes, es muy amplia y está en constante cambio y actualización tecnológica.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA 142174

CAPÍTULO 2

EFFECTO DE LOS CONTAMINANTES EXISTENTES EN LA INDUSTRIA FABRICANTE DE SACOS DE POLIPROPILENO

2.1 ANTECEDENTES

En el capítulo anterior, se analizó la mejor manera de identificar los contaminantes existentes en la industria fabricante de sacos de polipropileno. Seguidamente, es necesario saber cómo afectarán dichos contaminantes a los trabajadores que, de una u otra manera, se vean expuestos a ellos. Esta es la única manera de llegar a comprender la necesidad de instalar o proveer equipos de prevención y protección respiratoria en los diferentes puestos de trabajo que así lo requieran.

Cuando se realiza el acto de la respiración, el aire inhalado entra por la nariz y boca; seguidamente, atraviesa la tráquea y, finalmente, llega a los pulmones. Una vez en ellos, el aire se dispersa por multitud de pequeños tubos, los llamados bronquiolos y bronquiolos terminales, para llegar, finalmente, a los alvéolos. Estos alvéolos son diminutos sacos con una función exactamente determinada y fundamental: a través de sus paredes, de únicamente dos o tres células de espesor, se realiza el intercambio de oxígeno por el dióxido de carbono de desecho en la sangre. El dióxido de carbono hace, entonces, el cambio contraído desde los alvéolos, pasa por los bronquiolos hasta llegar a la tráquea y ser exhalado por la nariz o la boca.

Lo anterior evidencia lo importante que es para un ser humano mantener los alvéolos sanos y limpios. Si por alguna razón éstos estuviesen dañados, algo desgraciadamente muy difícil de conseguir, dada su delgadísima pared o si la acumulación de partículas extrañas los lesionase o destruyese, no podría producir la oxigenación de la sangre, lo cual tendría fatales consecuencias. Efectivamente, la destrucción del tejido pulmonar conlleva tanto a la pérdida de superficie de intercambio como la rigidez del pulmón, con la consiguiente disminución de la capacidad para respirar.

2.2 DEFENSAS DEL APARATO RESPIRATORIO

El aparato respiratorio no se encuentra totalmente desprotegido, por el contrario, posee ciertas defensas naturales que previenen el daño causado por los contaminantes en forma de partículas. Sin embargo, para que estas defensas naturales funcionen, los contaminantes no deben estar presentes en altas concentraciones, no deben ser partículas de tamaño muy pequeño o no deben ser intrínsecamente nocivos a muy bajas concentraciones.

Las defensas naturales del cuerpo contra partículas contaminantes son las siguientes:

- vellos nasales: forman la primera barrera contra partículas de gran tamaño, mismas que quedan atrapadas en el momento de ser inhaladas,
- cilios: es el conjunto de finísimos vellos que se alínean a lo largo de la vía respiratoria superior y que con su constante movimiento ondulante combinado con su cubierta mucosa, atrapan partículas y las devuelven a la cavidad bucal para ser expulsadas,
- cubierta mucosa: toda la vía respiratoria está cubierta con una capa mucosa que atrapa algunas de las partículas que han pasado entre los vellos nasales y los cilios,
- reflejos: existen actos reflejos que liberan el sistema respiratorio de partículas extrañas; tales actos son: toser o aclararse la garganta. Cuando una partícula es atrapada por la cubierta mucosa es transportada hacia la garganta, donde es percibida como un cuerpo extraño que provoca su expulsión mediante la tos.

2.3 EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES EXISTENTES EN LA INDUSTRIA FABRICANTE DE SACOS DE POLIPROPILENO EN EL ORGANISMO

Por lo regular el aire que se respira contiene múltiples contaminantes. Se ha determinado que los contaminantes en las distintas áreas de trabajo se pueden

presentar en forma de polvos, neblinas, humos, gases, vapores y combinaciones de los anteriores. Por encima de ciertas concentraciones estas sustancias pueden irritar, dañar o destruir los sacos alveolares y otras partes de los pulmones. Cuanto menos alvéolos sanos tenga un trabajador, más rápido tendrá que respirar para hacer llegar todo el oxígeno necesario para la sangre. Si el trabajador se encuentra en una zona contaminada, sin ninguna protección respiratoria, inhalará más sustancias nocivas que harán mayor el daño a los alvéolos. Así, llegará un momento en que será imposible para el trabajador mantener el intercambio de oxígeno mínimo para realizar las tareas cotidianas de una manera eficiente y confiable. Esto se ve reflejado en síntomas claros como la congestión, ahogos y los mareos por hiperventilación.

La destrucción de los alvéolos y pulmones es un proceso lento que puede llevar años, pero que, si no se previene desde el principio, puede llegar a ser fatal, trayendo consecuencias dañinas para la industria, tanto en su productividad como en su imagen.

Algunas sustancias, tales como el plomo, el manganeso o el cadmio, afectan al organismo de otra manera; desde los pulmones pasan directamente al torrente sanguíneo por un proceso de disolución y de ahí afectan a determinados órganos. Son los llamados venenos sistémicos que producen, entre otros, daños en el cerebro, en el hígado o en los riñones.

2.3.1 EFECTOS AGUDOS

Algunos contaminantes, al ser inhalados, producen una respuesta inmediata en el organismo. El trabajador que se ve expuesto a ellos puede toser, estornudar, marearse o sentir alguna irritación en la nariz, en la garganta o en la laringe. Este tipo de reacciones agudas, se asocia, por lo regular, con los gases y vapores, aunque también algunas partículas la producen, por ejemplo: el humo irritante.

Dado que estos efectos son tan rápidamente detectables, pueden ser reducidos acudiendo a equipos de protección respiratoria personal. El

trabajador podrá sentir la desaparición de las respuestas del organismo y, por tanto, no rechazará las medidas de protección que le sean sugeridas.

Para ilustrar este hecho, se hizo una prueba con 15 trabajadores y de éstos, 11 estuvieron de acuerdo en utilizar el equipo de protección sin ninguna objeción, 2 dijeron que les llevaría tiempo acostumbrarse y que se sentían incómodos y 2 dijeron que preferían seguir trabajando como hasta ahora ya que estaban acostumbrados hacía tiempo.

2.3.2 EFECTOS CRÓNICOS

Desafortunadamente, no todos los contaminantes provocan una reacción inmediata en el organismo. Existe gran cantidad de ellos cuyos efectos aparecen con el tiempo, debido, generalmente, a su acumulación en los pulmones. Dependiendo de la frecuencia de exposición, la concentración en el ambiente, etc., los síntomas pueden tardar en aparecer meses o, incluso, años. Por esta razón, el trabajador no está consciente del peligro al que está expuesto y rechaza los medios de protección respiratoria que se le pueden proveer.

2.4 TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS

Existen dos factores que determinan el riesgo potencial de las sustancias contaminantes presentes en el aire inhalado como suspensión de partículas sólidas o líquidas. El primero es la concentración y el segundo el tamaño de las partículas. Como se ha expuesto, las defensas naturales del organismo son un freno a la entrada de estas partículas, sin embargo, tienen un límite en cuanto a su tamaño. Por lo general, las partículas menores de diez micrones pasan las primeras defensas y pueden ir depositándose en la vía respiratoria, los pulmones y las zonas de intercambio de gases.

Es necesario tomar en cuenta que el límite de la visión humana es de cincuenta micrones, por tanto, la mayoría de los contaminantes que pueden penetrar en el sistema respiratorio, son totalmente invisibles al ojo. Puede darse el

caso de nubes de polvo visibles, que simplemente son el resultado de la gran concentración de partículas sin que se puedan ver. Para citar un ejemplo claro, se puede mencionar el tabaco. El humo que se observa cuando hay un cigarrillo encendido es debido a la gran concentración y a la reflexión de la luz sobre las partículas. Sin embargo, es imposible ver, a simple vista, las partículas de tabaco quemado, ya que su tamaño varía en tre 0.5 y 0.01 micrones.

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS CONTAMINANTES																	
	INVISIBLES AL OJO												VISIBLES AL OJO				
MICRONES ==>	0.0001	0.0005	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	500	1.000	5.000	10.000
GOTAS DE LLUVIA																	
NIEBLA																	
CABELLO HUMANO (DIAMETRO)																	
ESTORNUDOS																	
POLEN																	
NIEBLA METEREOLÓGICA																	
CENIZAS																	
POLVO DE CEMENTO																	
POLVO DE INSECTICIDA																	
CARBON																	
POLVO DE FUNDICION																	
BACTERIAS																	
PIGMENTOS DE BARNIZ																	
POLVO DE PLOMO																	
HUMO DE ACEITE																	
HUMO DE TABACO																	
HUMO DE PLOMO																	
HUMO DE OXIDO DE ZINC																	
POLVOS Y HUMOS METALICOS																	
NEGRO DE HUMO																	
SILICE																	
AEROSOLES																	
PIEDRA CALIZA MOLIDA																	
ROCIO DE LECTIF DESHIDRATADA																	

Figura 2-1

Tamaño de las partículas de los contaminantes

Las partículas cuyo tamaño es mayor de cinco micrones y menor de diez pueden ser expulsadas, ocasionalmente, de la tráquea y los bronquios. Sin embargo, las menores de cinco micrones penetran profundamente en los pulmones. Tal es el caso de las partículas que pueden penetrar en los bronquiolos cuyo tamaño oscila entre uno y cinco micrones y las que penetran en los alvéolos, que pueden llegar hasta 0.01 micrones.

2.5 ENFERMEDADES RESPIRATORIAS CAUSADAS POR LOS CONTAMINANTES, EN LA INDUSTRIA FABRICANTE DE SACOS DE POLIPROPILENO

2.5.1 SILICOSIS

Esta enfermedad se produce por la acumulación de partículas de sílice (dióxido de silicio) en las paredes de los pulmones, que generan la formación de un tejido rígido alrededor de las mismas. Esto restringe la cantidad de oxígeno que pasa por los pulmones a la sangre y de ahí a otros órganos. Las áreas donde existe mayor probabilidad de que se dé la silicosis es en el área de mantenimiento donde se realiza pulido y corte de metales, así como en este mismo departamento en las áreas donde se realizan pequeñas fundiciones de metales.

2.5.2 ASBESTOSIS

En general el cáncer en el pulmón, cáncer en el estómago, colon, recto y otras enfermedades no se hacen clínicamente evidentes hasta veinte años después del comienzo de la exposición. Este período está hoy ampliamente reconocido. Mientras algunos de estos tipos de cáncer pueden aparecer durante la segunda década luego del comienzo de la exposición ocupacional, el pico máximo de incidencia no se observa hasta los treinta o más años después. Esto sucede en el trabajo regular durante períodos prolongados y, también, luego de exposiciones breves, cortas o

intermitentes. Las partículas y fibras de amianto (asbestos) se enganchan y dañan las paredes de los bronquiolos y los alvéolos. De esta manera, forman pequeñas cicatrices difícilmente recuperables, que, como en el caso de la silicosis, impiden la correcta oxigenación de la sangre.

Los trabajadores que manejan amianto (asbestos) sin la protección respiratoria adecuada pueden desarrollar también un tipo de cáncer llamado mesotelioma, el cual se presenta en el recubrimiento de la cavidad torácica.

2.5.3 PULMÓN NEGRO

Neumocosis que se produce por la inhalación de partículas de carbón en grandes cantidades. Puede facilitar el desarrollo de otras enfermedades como la tuberculosis.

2.5.4 BISINOSIS

Esta enfermedad también conocida como “enfermedad del pulmón marrón”, puede afectar, principalmente, a los trabajadores del área, almacenamiento de materia prima y producto terminado, donde se guarda y utiliza el yute. Por su origen natural, este material despidе pequeñas fibras de algodón.

Los síntomas característicos de esta enfermedad son tirantez en el pecho, tos profunda y fiebre.

2.5.5 SIDEROSIS

El óxido de hierro, particularmente el exceso de humo que se produce en las operaciones de soldadura, puede provocar siderosis con una pigmentación negra de los pulmones de los soldadores. Las sombras radiográficas producidas por el óxido de hierro en los pulmones son algo semejantes a los de la silicosis. Debido a esta similitud, el diagnóstico diferencial con frecuencia presenta dificultades y las exposiciones

masivas a polvo y humo de óxido de hierro pueden ocasionar problemas médico-legales.

2.5.6 REACCIONES IRRITANTES

En individuos susceptibles, un gran número de materiales que se encuentran en forma de polvo pueden causar distintos tipos de reacciones alérgicas. Los sistemas del organismo generalmente involucrados en reacciones alérgicas, que pueden ser bastante severas, son: la piel, el sistema respiratorio y gastrointestinal. Ocasionalmente, participan dos o más sistemas. Fiebre de heno, asma y urticaria son algunas de las reacciones alérgicas. En general, el individuo sufre una serie de exposiciones sin que se presente ninguna reacción; durante este tiempo se produce la sensibilización. Estas exposiciones pueden ocurrir en forma continua durante años. Al final, el período de incubación que varía en cada individuo, se produce la reacción.

2.5.7 FIEBRE POR HUMO DE SOLDADURA

La fiebre por humo de soldadura es una condición aguda de corta duración causada por una exposición breve e intensa a humos de soldadura sin protección respiratoria. Los síntomas aparecen cuatro a doce horas luego de la exposición y consisten en fiebre y escalofríos. Generalmente, la recuperación es total al cabo de un día, por lo general el trabajador puede regresar al mismo trabajo sin recurrencia de los síntomas. Curiosamente, la exposición diaria confiere inmunidad aunque no en forma permanente. Si la exposición diaria se interrumpe durante un tiempo, como por ejemplo durante un fin de semana de tres días, la reexposición subsiguiente producirá una recurrencia de los síntomas.

2.5.8 OTRAS ENFERMEDADES

Otras enfermedades resultantes de la inhalación de contaminantes son: la bronquitis, enfisema pulmonar y cáncer de pulmón.

Una vez que los pulmones, bronquios y alvéolos se han visto afectados por los agentes contaminantes, el daño puede extenderse a otros órganos. Por ejemplo, las personas que sufren enfisema pulmonar, tendrán el corazón débil. Si no se transporta suficiente oxígeno desde los pulmones al hígado, riñones, cerebro o al sistema nervioso, esos órganos no podrán funcionar correctamente; con estos problemas, el rendimiento del trabajador se verá disminuido en calidad y eficacia y su vida puede estar en serio peligro.

2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS CASOS DE ABANDONO DE LABORES CAUSADO POR PROBLEMAS RESPIRATORIOS PROVOCADOS POR MALA PROTECCION

2.6.1 ANÁLISIS DE ROTACIÓN DE PERSONAL POR ÁREA, EN LA INDUSTRIA FABRICANTE DE SACOS DE POLIPROPILENO

Con base en el trabajo de campo realizado y en las entrevistas con supervisores y encargados de personal, de una muestra de 4 empresas nacionales de este tipo, se obtuvieron los siguientes datos de rotación de personal.

Área	% Rotación de personal
Extrusores	25%
Impresoras	50%
Cortadoras	31%
Mantenimiento	3%
Inyección y Soplado	25%
Tratamiento de desperdicio	0%
Bodega de solventes y lubricantes	0%
Cyrcles	0%
Bodega mat.prima y prod. terminado	14%
Total	17%

Para el cálculo porcentual de la rotación de personal se utilizó la relación: número de empleados retirados dividido el número de empleados en planilla por cien.

2.6.2 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA ACTUAL DE LOS TRABAJADORES

Para la realización de este análisis, se tomó una muestra de 4 empresas nacionales, en las cuales se efectuó una encuesta conteniendo las siguientes preguntas.

- ¿Cuántos empleados tiene su empresa en el área de producción y bodegas?
- ¿Cuántos equipos de protección respiratoria adquiere mensualmente?
- ¿Qué tipo de respiradores utiliza (marca y código)?

- ¿Cada cuánto le da entrenamiento a los trabajadores en el área de protección respiratoria?

Los resultados de la encuesta se tabulan a continuación.

Empre sa	No. trabaja dores	Cantidad de equi- pos adquiridos por mes	% de efectividad en el uso de los equipos	Factor de calidad
A	115	52	45%	20%
B	89	50	20%	11%
C	65	45	30%	21%
D	25	0	0%	0%
Total	294	147	24%	12%

CAPÍTULO 3

SELECCIÓN DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA EN LA INDUSTRIA FABRICANTE DE SACOS DE POLIPROPILENO

3.1 ANTECEDENTES

Cuando han sido identificados los contaminantes presentes en las áreas de trabajo y comprendidos y evaluados sus efectos sobre los trabajadores, se hace necesario seleccionar el equipo de protección respiratoria más adecuado para cada una de las áreas que así lo requieran. En el capítulo 1, se han expuesto las defensas naturales del organismo y se ha analizado a partir de qué tamaños estas barreras dejan de ser eficaces.

Como regla general, es necesario proveer al trabajador de protección respiratoria externa cuando están presentes:

- partículas de tamaño menor de diez micrones en concentraciones por encima del TLV,
- humos, cuando su concentración sea superior al TLV,
- gases y vapores en concentraciones por encima del TLV.

3.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA, ADECUADOS, PARA LA INDUSTRIA FABRICANTE DE SACOS DE POLIPROPILENO

3.2.1 CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA

Los equipos de protección respiratoria, también llamados respiradores, se clasifican en dos grupos:

- respiradores purificadores de aire,
- respiradores con suministro de aire.

3.2.1.1 RESPIRADORES PURIFICADORES DE AIRE

Esta clasificación se refiere a los equipos que filtran los contaminantes del aire antes de que sean inhalados por el trabajador que se ve expuesto a ellos. Pueden ser de presión positiva o negativa. Los primeros que también reciben el nombre de respiradores motorizados, son aquellos que disponen de un sistema de impulsión de aire. El aire impulsado, pasa a través de un filtro para que llegue limpio al aparato respiratorio del trabajador. Se pueden clasificar por los diferentes tipos de adaptadores faciales a los que se conecta el suministro de aire: media máscara, máscara completa, casco, capucha, etc. Cada uno de ellos proporciona el factor de protección mostrado en las figuras 1, 2, 3 y 4 del Apéndice. Los segundos, mucho más utilizados por su comodidad y su costo, también se llaman respiradores filtrantes simples; son aquellos en los que la acción filtrante se realiza por la propia inhalación del trabajador. A su vez, se subdividen en:

- respiradores sin mantenimiento: también se llaman autofiltrantes. Son aquellos que se desechan en su totalidad cuando han llegado al final de su vida útil o capacidad de filtración. No necesitan recambios ni mantenimiento especial, puesto que, prácticamente, la totalidad de su superficie es filtrante. Pueden llevar o, no, válvulas de exhalación e inhalación y cubren nariz, boca y barbilla,
- respiradores de filtros recambiables: a diferencia de los respiradores sin mantenimiento, se compone de una pieza facial (normalmente de caucho, silicona u otro elastómero) que lleva incorporadas las válvulas y uno o dos filtros acoplados que se desechan al final de su vida útil. Dado que la pieza facial es reutilizable, en este tipo de respiradores es necesario realizar un

Los elementos filtrantes de estos respiradores, ya sea con o sin mantenimiento, tienen tres formas de funcionamiento, según el tipo de contaminante para el que estén diseñados:

- las partículas (polvos, humos o nieblas) son atrapadas por mallas de fibra cargadas, electrostáticamente, o, no, que forman un entramado en el que quedan atrapadas dependiendo de su tamaño,
- los gases y vapores se absorben en microporos de carbón activado, en carbones con tratamientos químicos específicos o en otros absorbentes, dependiendo del tipo de compuesto a filtrar,
- cuando existe la combinación de dos formas de contaminantes, partículas y gases o vapores, será necesario utilizar filtros mixtos que son la combinación de los anteriores.

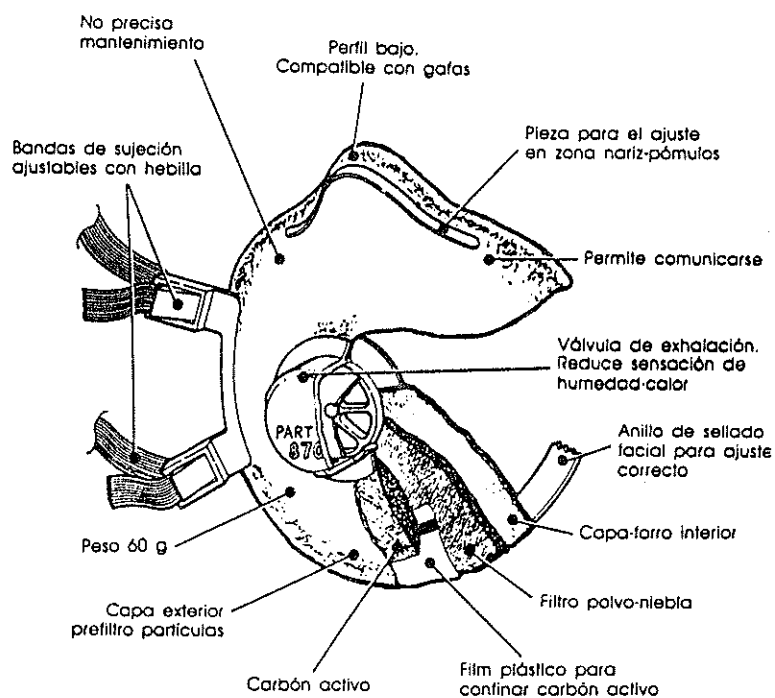


Figura 3-2

Respirador autofiltrante para partículas y gases o vapores

Es indispensable utilizar el filtro adecuado para cada tipo de contaminante. Por ejemplo, no sirve de nada proveer al trabajador con el mejor filtro de vapores orgánicos, si éste está siendo expuesto a humos metálicos, ya que éstos pueden pasar entre los huecos del carbón activado y ser inhalados en su totalidad. Lo mismo puede ocurrir al utilizar una alta protección para partículas cuando se está en presencia de gases; en este caso, la malla que forma el filtro, nunca puede impedir la inhalación total del gas.

Para conseguir una protección respiratoria efectiva con este tipo de respiradores hay que considerar tres factores importantes:

- el tipo de filtro: siempre debe ser el adecuado al contaminante,
- el ajuste del respirador a la cara del usuario: si este ajuste no es correcto, el contaminante podrá entrar por los espacios existentes entre el borde del respirador y la cara y ser inhalado sin resistencia alguna (ver capítulo 4),
- aceptación del trabajador: proveer un equipo de protección personal, sobre todo cuando se realizan trabajos duros, es siempre más incómodo que no llevarlo, por eso es importantísimo elegir aquellos equipos que, además de proporcionar el nivel adecuado de protección, sean los más cómodos, ligeros y ergonómicos posibles.

3.2.2 RESPIRADORES CON SUMINISTRO DE AIRE

Estos respiradores son equipos que aíslan del ambiente y proporcionan aire limpio de una fuente externa no contaminada. Se subdividen en dos grandes grupos: los que suministran aire desde otro lugar a través de una manguera y los equipos autónomos, que llevan incorporada la fuente de aire limpio. Los

primeros llamados equipos semiautónomos o de línea de aire, están diseñados regularmente para cubrir la totalidad de la cara. Un compresor trabajando en conjunto con mecanismos filtrantes y acondicionadores, proporcionan aire respirable a través de una manguera conectada a la pieza facial, casco o capucha. La principal ventaja de estos equipos es la cantidad, prácticamente, ilimitada de aire disponible. Por el contrario, tiene la desventaja de restringir los movimientos del trabajador debido a la longitud y posición de la manguera.

Estos equipos, al igual que cualquier otro tipo de respirador reusable, debe ser limpiado, desinfectado y almacenado de manera adecuada. Es necesario realizar un mantenimiento periódico del compresor para obtener siempre aire de calidad y, también, comprobar, periódicamente, el estado de la manguera al final de cada turno.

El otro grupo de equipos con aportación de aire es el autónomo. Se trata de respiradores de máscara completa suministrados de aire respirable desde unos tanques llevados por el trabajador en la espalda. Su capacidad de suministro, varía de cinco minutos a dos horas. Algunas de sus ventajas son el alto grado de protección ofrecido y su gran comodidad para realizar movimientos corporales. Su uso principal se da en situaciones de emergencia, cuando existe o se presupone que hay deficiencia de oxígeno, muy altas concentraciones de contaminantes o condiciones IDHL (inmediatamente peligrosas para la salud y la vida). Las desventajas de este sistema son: la capacidad limitada de aire disponible, que restringe el tiempo de trabajo operativo en la zona contaminada, el peso del tanque el cual puede fatigar en exceso al trabajador y el valor monetario del equipo.

3.2.3 TIPOS DE RESPIRADORES ADECUADOS PARA CADA ÁREA DE TRABAJO

Área de trabajo	Tipo de respirador adecuado
Extrusores	Respirador autofiltrante para polvos y nieblas
Impresión	Respirador autofiltrante de media máscara con filtros para vapores orgánicos
Cortadoras	Respirador autofiltrante para polvos y nieblas
Mantenimiento	Respirador autofiltrante para humos Respirador autofiltrante para polvos y nieblas Respirador de media máscara con filtros para vapores orgánicos
Inyección y soplado	Respirador autofiltrante para polvos y neblinas
Tratamiento de desperdicio	Respirador autofiltrante para polvos y neblinas
Bodega de solventes y lubricantes	Respirador de máscara completa con filtros para vapores orgánicos
Cyroles	Respirador de media máscara con filtros para vapores orgánicos
Bodegas de materia prima y producto terminado	Respirador para polvos

3.3 ENSAYOS, CLASIFICACIÓN Y SELECCION DE RESPIRADORES, NORMAS NIOSH Y CEN

Para completar este capítulo es necesario mencionar las exigencias que, deben cumplir los equipos, según las normas internacionales aplicables y qué criterios de selección adoptan tales normas.

En América, la OSHA es el organismo que emite las normas en relación a los riesgos en los ambientes laborales. Por otra parte, NIOSH es una sección de los servicios de salud ocupacional que realiza, verdaderamente, los ensayos de certificación de los equipos de protección respiratoria como sistemas completos y no componente a componente. Sin en algún momento existiese alguna modificación por parte del usuario de uno de estos equipos completos, quedará invalidada la certificación. Es necesario citar, también, a ANSI, entidad que emite normas, en principio, de cumplimiento no obligado, basándose en experiencias, estudios y recomendaciones de profesionales e instituciones relevantes.

La tendencia actual en América es basarse en normas con amplio consenso, por lo que las especificaciones NIOSH/OSHA están pasando por un proceso de revisión que conducirá a la futura adopción de normas basadas en las actualmente desarrolladas por ANSI en América y CEN en Europa.

Las normas sobre seguridad e higiene industrial, publicadas por la CEN, que se utilizan por parte de todos los países de la Comunidad Económica Europea así como los de la EFTA (European Free Trade Association: Asociación Europea de Libre Cambio), son de carácter obligatorio.

Dado que en Guatemala, los equipos de protección respiratoria pueden ser suministrados de cualquier parte de América o de Europa, se describe lo que NIOSH, por un lado, y, CEN, por otro, han establecido en relación con la certificación y selección de los equipos de protección respiratoria en función de los factores de protección que se le ha asignado a cada tipo de respirador.

3.3.1 FACTOR DE PROTECCIÓN

Este término es el más comúnmente utilizado al hablar de eficacia de los respiradores.

Se define como el cociente entre la concentración del contaminante en el exterior del respirador y la concentración existente entre el respirador y la cara del usuario.

El factor de protección (FP) se asigna a cada modelo concreto de respirador o a una familia completa de respiradores (por ejemplo: respirador modelo X o respiradores de media máscara con filtros químicos clase 1) con el objeto de indicar el grado de protección que éstos proporcionan a la gran mayoría de usuarios. Así, pues, no se trata de un índice aplicable con carácter individual y, por tanto, no debe confundirse con el factor de protección medido a un individuo determinado en un puesto de trabajo concreto (conocido por las siglas WPF). La selección del respirador apropiado deberá realizarse, por tanto, en función del factor de protección que legalmente se establezca, como mínimo, necesario para cada índice de riesgo.

3.3.2 FILTROS PARA PARTÍCULAS

Los filtros y respiradores para polvo, ofrecen protección contra cualquier tipo de partículas sólidas, pero, su eficiencia de filtración dependerá siempre de la naturaleza del material y del tamaño de sus partículas. Los humos, por ejemplo, debido al pequeñísimo tamaño de sus partículas, penetrarán el filtro más fácilmente que otras partículas más grandes y, por tanto, reducirán la eficacia del mismo. Es necesario tomar en cuenta lo anterior al momento de seleccionar un respirador para partículas.

3.3.2.1 CLASIFICACIÓN NIOSH

Requisitos.

Los filtros y respiradores sin mantenimiento se clasifican por su capacidad de protección frente a polvos, neblinas y humos. Los agentes contra los que se prueban son polvo de sílice, niebla de sílice y humo de plomo. Además, existe una categoría llamada de alta eficiencia (HEPA) que se ensaya frente a ftalato de dioctilo (DOP). De igual manera, se les somete a ensayos de resistencia a la respiración antes y después de la prueba de penetración.

Los requisitos más importantes son los siguientes:

	<u>Polvo</u>	<u>Niebla</u>	<u>Humo</u>	<u>Alta</u> <u>Eficiencia</u>
Agente	Sílice	Sílice	Plomo	DOP
Tamaño de Partícula	0.4-0.6 micrones	---	menos de 0.1 micrones	0.3 micrones
Concentración aerosol (mg/m ³)	50-60	20-25	15-20	100
Máxima Penetración (mg)	1.5	2.5	1.5	---
Eficiencia (5)	99.1	99.1	99.1	99.97
Tiempo de ensayo (min)	90	312	312	0.1 a 0.2

NIOSH también certifica respiradores con filtros para amianto (asbestos) pintura en aerosol y pesticidas.

Selección del filtro.

Para polvos y neblinas con TLV-TWA mayores de 0.5 mg/m³, se deberá utilizar el filtro “povos/neblinas”.

Para humos con TLV-TWA mayores de 0.05 mg/m³ se deberá utilizar el filtro “povos/humos/neblinas/radionúclidos”.

Para humos con TLV-TWA menores de 0.05 mg/m³ y radionúclidos, se deberá utilizar el filtro “povos/humos/neblinas/radionúclidos” (filtros HEPA).

Factor de protección.

A todos los respiradores de presión negativa y media máscara se les asigna un factor de protección de 10, siempre que el elemento filtrante se haya seleccionado correctamente en función del tipo de contaminante.

Para el caso de respiradores de presión negativa y máscara completa, el factor de protección, haciendo la misma salvedad, es 50.

3.3.2.2 CLASIFICACIÓN CEN

Requisitos.

Las normas EN 143 (filtros para partículas) y EN 149 (mascarillas autofiltrantes para partículas) hacen una división según la capacidad de filtración de la siguiente manera: P1, P2 y P3 para filtros y FFP1, FFP2 y FFP3 para los respiradores autofiltrantes. La clase 1 retiene, únicamente, partículas sólidas. Las clases 2 y 3 se subdividen de acuerdo con su eficiencia contra partículas sólidas y líquidas o sólidas, exclusivamente.

Los agentes utilizados en las pruebas para establecer la eficacia del filtro o del respirador son el cloruro sódico y el aceite

de parafina. Su funcionamiento se mide por criterios de eficiencia de filtración, ajuste facial y resistencia a la respiración. En la norma de respiradores autofiltrantes se mide la fuga total hacia el interior (TIL) que comprendía las aportaciones de la eficiencia de filtración y las fugas por falta de ajuste, por lo cual, sirve para determinar el factor de protección. Dicho factor de protección se puede definir, entonces, como:

$$FP = \frac{100}{TIL}$$

En el caso de filtros, el TIL viene dado en la norma EN 140 para adaptadores faciales y es la suma de la penetración del filtro y de la fuga de sellado facial (FSL) que en este caso se miden por separado para ser, luego, sumadas. Las clasificaciones resultantes se exponen en el Apéndice.

3.3.3 FILTROS PARA GASES Y VAPORES

De la misma forma que en el caso de partículas (sección 3.3.2), existen diferentes niveles en la clasificación de filtros, dependiendo de la capacidad de absorción de los mismos. Además, existen diferentes tipos de absorbentes para los diferentes tipos de gases y vapores existentes y, cada uno, es eficaz sólo para un rango limitado de ellos.

En el proceso de absorción, las moléculas de gas se depositan en la superficie de los poros del absorbente. Una vez la superficie ha quedado completamente cubierta de moléculas de gas, la absorción ya no se puede seguir realizando y el contaminante pasa a través del filtro. Esto es lo que se conoce como saturación del filtro o fin de su vida útil y es lo que determina los límites de uso del filtro.

3.3.3.1 CLASIFICACIÓN NIOSH

Requisitos.

NIOSH también establece diferentes clasificaciones de respiradores contra gases y vapores, certificando éstos en el conjunto de todos sus componentes y no cada parte individualmente como podrían ser los distintos filtros utilizables con una pieza facial.

La certificación NIOSH establece distintos niveles de eficiencia de filtros, según la protección que confieren en las condiciones específicas del ambiente de trabajo para un tipo de contaminante, concentración y tiempo de uso requerido. Los filtros más comunes certificados por NIOSH se describen a continuación:

<u>Tipo de filtro</u>	<u>Descripción</u>	<u>Uso</u>
Cartuchos	Tamaño pequeño	Industria en general en condiciones inferiores al IDHL
	Normalmente utilizado en pares	Pintura en aerosol
	Puede incluir prefiltros contra partículas	Pesticidas
Filtro (medio)	Tamaño medio	Industria química en condiciones inferiores al IDHL
	Colocado a la altura de la barbilla	
Filtro	Tamaño grande colocado en espalda o pecho	

Estos filtros pueden utilizarse, tanto como respiradores de media máscara, como de máscara completa si tienen la aprobación de NIOSH.

Además, NIOSH establece diferentes códigos de color según la certificación del filtro:

vapores orgánicos	negro
gases ácidos	blanco
vapores orgánicos/gases ácidos	amarillo
amoníaco/metilamina	verde
formalehído	verde olivo.

Factor de protección.

Máximas concentraciones para las que NIOSH recomienda los cartuchos de gases y vapores.

Tipo de cartucho	Gas o vapor	Concentración (ppm)
Vapores orgánicos	CCL ₄	1000
Gases ácidos	SO ₄	50
	CL ₂	10
	HCL	50
Amoniaco	NH ₃	300
Metilamina	CH ₃ NH ₂	100

Adicionalmente y según el tipo de adaptador facial al que se acoplen los filtros, se asignan los siguientes factores de protección: para respiradores de media máscara 10, para respiradores de máscara completa 50.

3.3.3.2 CLASIFICACIÓN CEN

Requisitos.

La norma EN 141 especifica los requisitos que deben cumplir los filtros de gases y vapores y, también, los mixtos (combinación de partículas-gases/vapores). La clasificación se realiza de acuerdo con el contaminante para el que están desarrollados y la capacidad de absorción de los propios filtros, de tal forma que se dividen en tipos y clases. Existen cuatro tipos principales que pueden combinarse entre sí.

- Tipo A (color marrón): para uso contra vapores orgánicos.
- Tipo B (color gris): para uso contra ciertos vapores inorgánicos.
- Tipo E (color amarillo): para uso contra dióxido de azufre y otros gases ácidos.
- Tipo K (color verde): para uso contra amoníaco y sus derivados orgánicos.

Adicionalmente, se dividen en clases, según su capacidad de absorción.

- Clase 1: filtros de baja capacidad
- Clase 2: filtros de capacidad media
- Clase 3: filtros de alta capacidad

Factores de protección.

La clasificación para uso de estos filtros, según el factor de protección obtenido por su utilización con respiradores de media máscara o de máscara completa, se exponen en el Apéndice.

El factor de protección se asigna para un tipo de respirador dado, independientemente de que se equipe con filtros contra gases/vapores de clase 1,2 ó 3. La diferencia estribará, únicamente,

en las distintas capacidades de los filtros y, en consecuencia, en duraciones diferentes.

3.3.4 RESPIRADORES CON APORTACIÓN DE AIRE

Para el caso de respiradores con aportación de aire, asistidos o no asistidos, los factores de protección, según ANSI y CEN, se exponen en el Apéndice.

3.4 DETERMINACIÓN DE ÁREAS CON POSIBILIDAD DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA COLECTIVA

Existen dos formas de protección respiratoria bien diferenciadas: la protección colectiva y la protección personal. La primera es la forma fundamental de eliminación de riesgos: evitar totalmente la producción de los mismos o eliminarlos desde su fuente de origen. Esto se consigue con instalaciones adecuadas, como ventiladores, extractores, sistemas de captación de polvo etc.

En algunos tipos de industria, es posible cambiar las formulaciones y eliminar el uso de productos y químicos riesgosos; sin embargo, en la industria fabricante de sacos de polipropileno, un cambio en la formulación o la sustitución de materias primas y solventes actualmente utilizados, significaría estar por debajo de los niveles de calidad requeridos por el mercado.

Por otra parte, la naturaleza del proceso de producción de sacos de polipropileno, genera de por sí humos y nieblas que no se pueden evitar; sin embargo, es posible disminuir la concentración de contaminantes en algunas áreas.

En referencia a la colocación de colectores de polvo, en algunas industrias, se puede considerar el uso de ciclones, los cuales son aparatos que aprovechan la fuerza centrífuga para separar el polvo de la corriente de aire. Existen dos tipos de ciclones:

- ciclones de baja presión: son cilindros de chapa metálica colocados encima de un cono. El aire entra a un ángulo determinado por el costado del cilindro y da vueltas en su interior dirigiéndose hacia abajo,

luego, sube por un tubo central y sale por la parte superior del cilindro. La fuerza centrífuga arroja las partículas fuera de la corriente de aire hacia la base del cono. Las ventajas de este tipo de aparato son su bajo costo, su mantenimiento económico y su baja caída de presión. Su inconveniente es que el ciclón no puede recoger partículas finas. Concretamente su eficiencia alcanza sólo el 75% cuando se trata de partículas de 40 micrones y son ineficaces para polvos que tienen significado para la salud y, en realidad, para cualquier polvo que quede suspendido en el aire,

- ciclones de alta eficiencia: están fabricados combinando varias unidades de pequeño diámetro y alta resistencia. Pueden obtenerse eficiencias del 75% para partículas de 10 micrones, sin embargo, esta eficiencia es insignificante para polvos que interesan por su efecto para la salud. Algunas consideraciones adicionales respecto de la eficiencia de los ciclones se presentan en el Apéndice.

3.4.1 ÁREA DE CORTADORAS

Es factible colocar extractores de humo cerca de las máquinas cortadoras. Esto puede disminuir la concentración de este contaminante en el ambiente; sin embargo, los trabajadores que se encuentren a una distancia de tres a cinco metros de las cortadoras, necesitarán utilizar respiradores, invariablemente.

3.4.2 ÁREA DE MANTENIMIENTO

La presencia de humos de soldadura en esta área, podría afectar a todos los trabajadores que se encuentran en ella. Si se quiere evitar que todos los trabajadores utilicen equipo de protección respiratoria, se puede proveer de una buena ventilación industrial. De igual manera, los trabajadores que hagan operaciones de soldadura, lijado o esmerilado deberán, invariablemente, utilizar respiradores durante la realización de estas tareas.

- ausentismo: los trabajadores pueden faltar, ocasionalmente, a trabajar por sentirse indispuestos,
- menor productividad por cansancio, mareo, dolores de cabeza, etc.,
- incapacidad total o parcial del trabajador por haber desarrollado alguna enfermedad ocupacional de las mencionadas en el capítulo 2. Esto tiene como consecuencia un costo adicional por reclutamiento de personal, inducción, entrenamiento, inexperiencia del nuevo personal, etc.

4.2.2 CALIDAD

Los trabajadores con buen estado de salud son más cuidadosos y productivos en sus tareas y obligaciones. La mayor capacidad de concentración en su trabajo se traduce en productos de mayor consistencia y calidad. Esto redundará en un aumento del grado de satisfacción del cliente, mejor imagen externa de la empresa, menor costo de reproceso, reparaciones y devoluciones. También se puede agregar mejor cuidado de las máquinas y calidad en el mantenimiento preventivo de las mismas.

4.2.3 COMODIDAD DEL TRABAJADOR

Cuando a un trabajador se le reducen las incomodidades causadas por contaminantes irritantes, malos olores, molestias de garganta, etc., el resultado de la mayor comodidad se traduce en un trabajador más productivo y eficiente.

Además, se puede conseguir un beneficio adicional al mejorar la actitud del trabajador hacia la empresa. Cuando los trabajadores se dan cuenta del interés del patrono por su salud y seguridad, se pueden mejorar las relaciones laborales entre ambos.

4.2.4 DISMINUCIÓN DE COSTOS

Mantener a los trabajadores con buena salud en el puesto de trabajo durante mucho tiempo, le evita al patrono el costo de entrenamiento de nuevos empleados, así como el costo de reparación de los errores cometidos por personal sin experiencia.

4.2.5 CONFORMIDAD CON LA LEGISLACIÓN

Las industrias con un programa de protección respiratoria efectivo, evitan el riesgo de ser multados por el Instituto Guatemateco de Seguridad Social, por no cumplir con las disposiciones legislativas vigentes.

4.3 BENEFICIOS PARA EL TRABAJADOR

La clave del éxito de un programa de protección respiratoria depende de la aceptación del trabajador. Los respiradores son una buena inversión para el patrono, pero, el mayor beneficio es para el trabajador.

Algunos de los beneficios obtenidos por un trabajador protegido, adecuadamente, son:

- buen estado de salud, ya que la oxigenación de todos sus órganos será la adecuada durante las horas de trabajo;
- mayor eficiencia en su trabajo, lo cual, dependiendo de la forma de remuneración que tenga, regularmente conlleva a una mejora en sus ingresos personales, ya que será más productivo;
- una persona que se encuentra físicamente sana, se siente bien y tiene mejor estado de ánimo, mejores relaciones interpersonales y mejor aceptación en un grupo,
- disminución de la fatiga.

4.4 IMPORTANCIA DEL PROGRAMA DE ADIESTRAMIENTO

Es importante mencionar que la única manera de conseguir protección efectiva, es utilizando el equipo correctamente y en buenas condiciones. No resulta de gran ayuda decir que un respirador tiene un cierto factor de protección si no se lleva ajustado, adecuadamente o no se le da el mantenimiento necesario o no se usa durante todo el tiempo de exposición o no se sabe cuándo el respirador ha perdido sus propiedades y es necesario reemplazarlo. Por consiguiente, un programa de protección respiratoria no ha concluido ni da los resultados requeridos hasta que se ha aportado el debido adiestramiento en el uso y mantenimiento del equipo de protección respiratoria a todo el personal implicado y haber asegurado su correcta utilización.

4.5 QUIENÉS DEBEN RECIBIR EL ADIESTRAMIENTO

La mejor forma de que un programa de protección respiratoria funcione, adecuadamente, es a través del adiestramiento de todo el personal involucrado en él. Es necesario partir del hecho de que, tanto los trabajadores como los supervisores y gerentes, no conocen cómo debe colocarse y usar un respirador o máscara si no se les ha proporcionado el debido entrenamiento.

La reglamentación internacional sobre seguridad e higiene industrial establece las necesidades de formación e información al trabajador en materia de seguridad e higiene. En cualquier lugar en el que se use un equipo de protección individual se debe incluir el debido entrenamiento en el uso de ese equipo. Todo usuario debe ser adiestrado en el uso del equipo de protección respiratoria, tanto en su colocación como en sus limitaciones. Tanto supervisores como gerentes deben estar informados sobre el por qué se está utilizando un equipo de protección respiratoria y cómo se coloca, adecuadamente. Aquellas personas

encargadas del mantenimiento, limpieza y conservación del equipo y aquellas que seleccionan el equipo también necesitan entrenamiento.

4.6 ELEMENTOS QUE DEBERÍA CUBRIR EL PROGRAMA DE ADIESTRAMIENTO EN PROTECCIÓN RESPIRATORIA

El adiestramiento debe incluir, tanto elementos teóricos como prácticos, en el uso de los equipos y debe realizarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del equipo de protección respiratoria. La extensión del adiestramiento en el uso variará con la complejidad y funcionamiento del equipo, pero, en general, los aspectos que debería incluir en su parte teórica se describen a continuación.

- Explicación del riesgo que supone la exposición a contaminantes, así como por qué es necesaria la utilización de un equipo de protección para controlar dicha exposición.
- Conceptos básicos sobre el funcionamiento de un respirador.
- Exposición de las consecuencias que tiene para la salud, el hecho de no utilizar o utilizar mal un equipo de protección respiratoria.
- Determinación de la duración de un respirador y cuándo se debe reemplazar en su totalidad o alguno de sus componentes.
- Operatividad, efectividad y limitaciones en el uso de un equipo de protección respiratoria.
- Cuidado y mantenimiento adecuado de los respiradores.

Por otro lado, en su parte práctica, especialmente, dirigida al usuario, el programa debe incluir: instrucciones de colocación y ajuste, pruebas de ajuste, tiempo sin uso y efectos en la salud, duración de los respiradores, mantenimiento y evaluación periódica.

4.6.1 INSTRUCCIONES DE COLOCACIÓN Y AJUSTE

En cualquier equipo de protección respiratoria que incorpore una pieza facial, ya sea un respirador de media máscara, máscara completa o mascarillas autofiltrantes, la efectividad y, por tanto, el grado de protección o capacidad de disminuir la exposición al contaminante, depende del buen ajuste con la cara. Por consiguiente, es importante que el fabricante aporte lo necesario para conseguir un ajuste óptimo, tal como distintos tamaños de respirador disponibles e instrucciones de colocación, ajuste y comprobación del ajuste.

El trabajador puede evaluar de una forma sencilla el ajuste del respirador, cada vez que vaya a entrar en un área donde existan contaminantes, mediante pruebas de ajuste a presión negativa y/o presión positiva.

- Prueba de presión positiva:
 - a) colocación del equipo siguiendo las instrucciones dadas por el fabricante;
 - b) en respiradores autofiltrantes tapar el cuerpo del respirador con ambas manos; en respiradores de filtros con válvula de exhalación, tapar la válvula con la mano;
 - c) exhalar con fuerza;
 - d) si no se detectan fugas de aire por los bordes del respirador, éste estará correctamente colocado;
 - e) si existen pérdidas se deberá reajustar el respirador.
- Pruebas de presión negativa:
 - a) colocación del equipo siguiendo las instrucciones dadas por el fabricante;

- b) en respiradores con filtros, tapar la entrada de aire a las válvulas de inhalación con las manos o con ayuda de trozos de papel u otro material,
- c) inhalar para crear vacío;
- d) si el vacío se mantiene y no se detecta ninguna entrada de aire, el respirador estará ajustado, adecuadamente;
- e) en el caso que se detecte entrada de aire por los bordes, se deberá reajustar de nuevo el respirador.

Las instrucciones de colocación y comprobación pueden ir incorporadas en la caja del equipo de protección e, incluso, se recomienda la utilización de otro tipo de material didáctico por ejemplo posters, videos, etc.

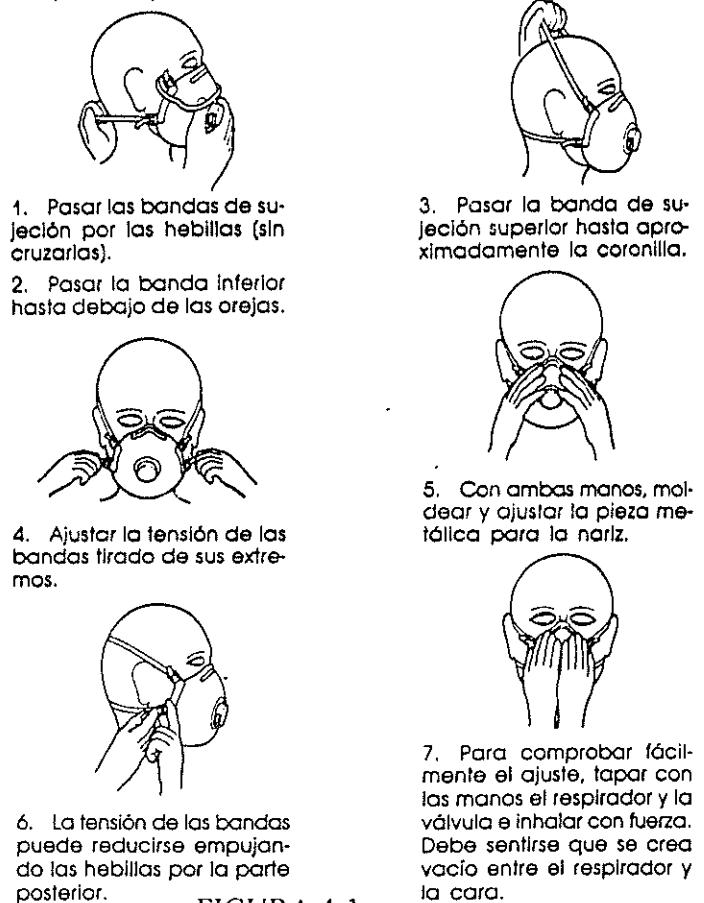


FIGURA 4-1

Colocación y comprobación de ajuste de un respirador sin mantenimiento para gases/vapores (prueba de presión positiva)

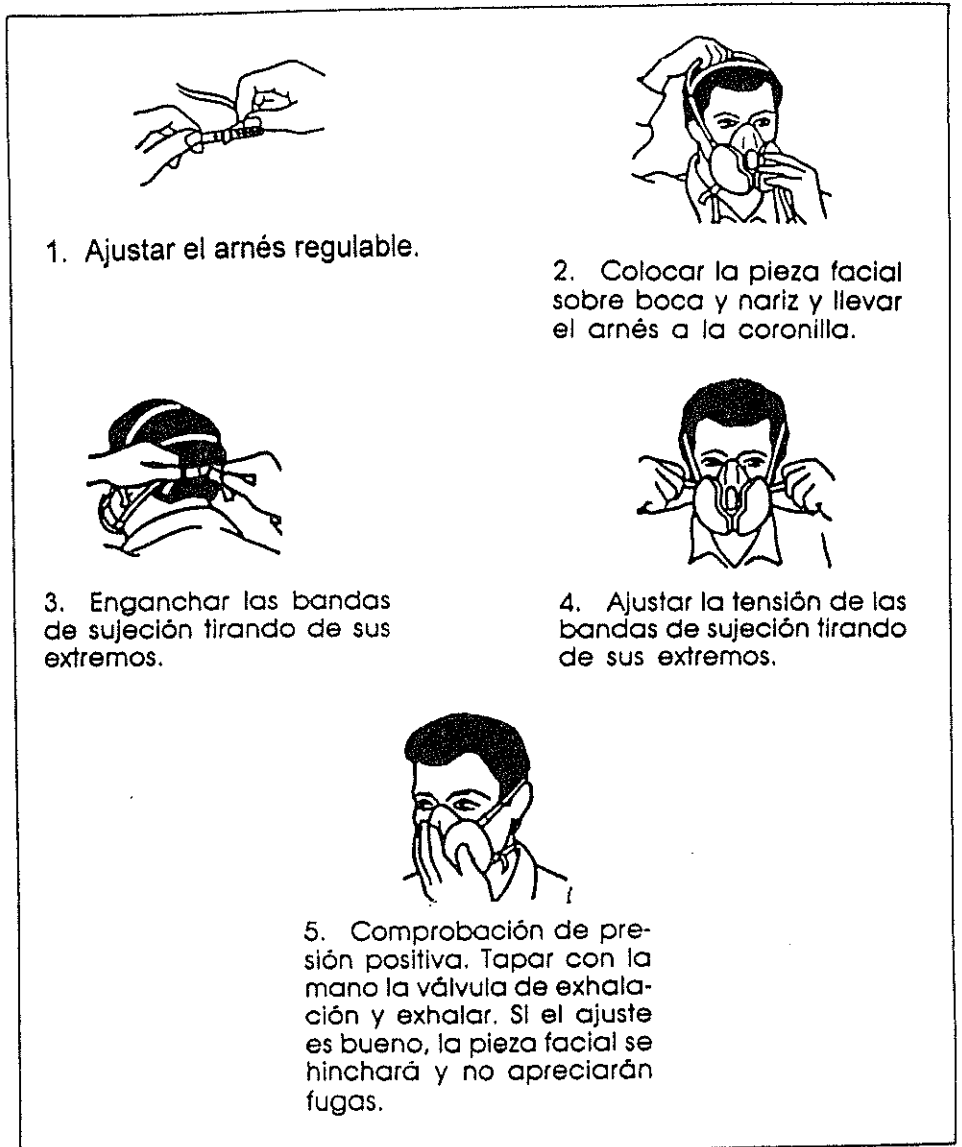


FIGURA 4-2

Colocación y comprobación de ajuste de respirador sin mantenimiento de bandas ajustables (prueba de presión negativa).

4.6.2 PRUEBAS DE AJUSTE

Todo respirador debe ajustarse, adecuadamente, al contorno facial del trabajador a fin de aportar la protección adecuada. Un respirador con un ajuste insuficiente permite el paso de contaminantes entre la cara y el respirador.

Algunas características físicas como llevar barba, grandes patillas, cicatrices en la cara, etc., pueden impedir un ajuste correcto. De cualquier manera, siempre debe realizarse uno o varios tipos de prueba de comprobación de ajuste para evitar la situación de estar exponiendo al trabajador a contaminantes, aunque se considere que se le está protegiendo.

Las pruebas de comprobación de ajuste pueden ser cuantitativas o cualitativas, según se quieran medir con exactitud o no las fugas entre la cara del usuario y el respirador.

4.6.2.1 PRUEBAS CUANTITATIVAS

En este tipo de pruebas se somete al trabajador y su respirador a una atmósfera de ensayo y se coloca una sonda entre el respirador y la cara. Esta sonda permitirá medir, suponiendo una total eficiencia del filtro del respirador, qué cantidad de contaminante de la atmósfera de ensayo penetra entre los bordes del respirador y la cara. Para la realización de esta prueba, es necesario contar con un lugar especialmente diseñado para este fin.

4.6.2.2 PRUEBAS CUALITATIVAS

Estas pruebas son más fáciles de realizar, pues, no se requieren los equipos sofisticados de sondeo y detección como sucede en el caso de las cuantitativas. Se basan, simplemente, en si el trabajador a prueba detecta sabor, olor

o irritación de una sustancia que puede ser niebla de sacarina, acetato de isoamilo o humo irritante, al introducirse la misma entre cara y respirador, si el ajuste no es correcto. Además, estas pruebas tiene aprobación de la OSHA y el costo que representa su realización es muy bajo.

La prueba cualitativa basada en la nebulización de una solución acuosa de sacarina es muy fácil de hacer en los lugares de trabajo y, además, es muy fiable una vez comprobado que el trabajador es sensible al sabor de la sacarina. Para la realización apropiada de esta prueba se necesitan los siguientes elementos:

- un capuchón con una pequeña abertura frontal,
- dos nebulizadores,
- dos disoluciones de sacarina, una diluida y otra concentrada.

El procedimiento más apropiado para la realización de la prueba es el siguiente: se coloca el capuchón sobre un trabajador que no lleva respirador y se nebuliza disolución diluida de sacarina a través de la abertura del capuchón. Al respirar por la boca, el trabajador percibirá el sabor dulce de la sacarina. De no ser así, entonces, la sensibilidad del trabajador para detectar el sabor no es buena y no se puede emplear este método de comprobación de ajuste.

Una vez que se ha determinado que el trabajador es capaz de percibir el sabor de la sacarina, se debe colocar y ajustar el respirador en forma apropiada. Seguidamente, se coloca nuevamente el capuchón y se nebuliza, esta vez, la disolución concentrada se solicita al trabajador que realice algunos movimientos de cabeza e, incluso, que hable. Si se

diera el caso de que el trabajador perciba el sabor, se pueden obtener tres conclusiones:

- es necesario revisar el procedimiento e instrucciones de colocación y ajuste;
- el respirador no tiene las características apropiadas de protección;
- el trabajador no es apto para conseguir el ajuste correcto con ese tipo de respirador y se deberá buscar protección respiratoria alternativa para él.

El cuidado y mantenimiento de este equipo de prueba es muy importante, por tanto, limpiar con agua el nebulizador después de cada uso para evitar depósitos de sacarina es una buena medida preventiva.

4.6.3 TIEMPO SIN USO Y SUS EFECTOS EN LA SALUD

No utilizar el respirador durante pocos minutos puede reducir su efectividad de manera seria. La figura 4-3 muestra cómo disminuye la protección real conforme aumenta el tiempo sin uso. Esto se hace más patente cuanto mayor es el grado de protección aportado por el equipo.

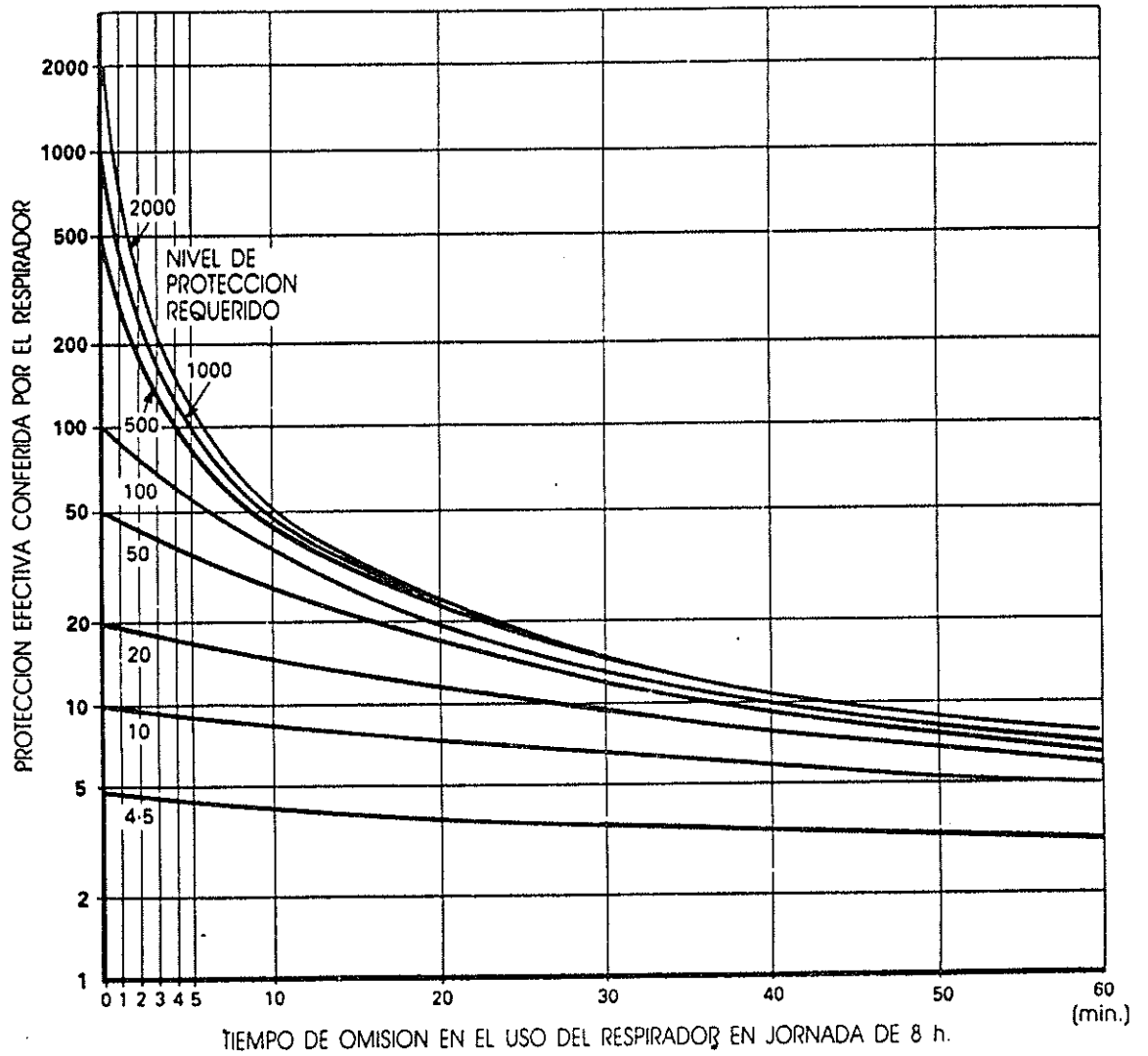


FIGURA 4-3

Efecto de la omisión en el uso de los respiradores

4.6.4 DURACIÓN DE LOS RESPIRADORES

La duración exacta de los filtros o respiradores es una pregunta muy común de los usuarios de equipo de protección respiratoria. ¿Cuándo hay que desechar un respirador?, ¿Cuándo se deben cambiar los filtros?, ¿Cuántas horas o días puede llevarse puesto un equipo con la seguridad de que sigue proporcionando protección?

Dado que existen muchos factores que influyen al determinar la peligrosidad de un contaminante, éstos afectarán de igual manera a la duración de un respirador: cuanto más concentración, más tiempo de exposición, más frecuencia respiratoria, etc., la duración del equipo será menor.

De cualquier manera, existen algunas reglas básicas que permiten saber fácilmente cuándo se debe realizar el cambio.

Los respiradores o filtros para partículas, deberán cambiarse cuando se note un aumento brusco en la resistencia a la respiración. Esto es debido a que la malla que conforma el filtro se va obstruyendo con las partículas atrapadas y llega un momento en que todos los huecos están tapados (el filtro o el respirador está saturado). A partir de ese momento, el filtro pierde sus cualidades protectoras ya que no es capaz de albergar más partículas.

Por otra parte, los respiradores o filtros para gases y vapores, deberán cambiarse en el momento en que se detecte el contaminante, ya sea por su olor, su sabor o porque se note irritación en la boca o vías respiratorias.

Esto sucede porque los poros del carbón activado están ya saturados de contaminante y el proceso de absorción no puede seguir realizándose, por lo cual, no existen barreras que paren el contaminante y éste pasa a través del filtro.

4.6.5 MANTENIMIENTO

En el mercado de respiradores se pueden encontrar respiradores con y sin mantenimiento. En respiradores sin mantenimiento, cuando el filtro ha perdido sus propiedades, el respirador se reemplaza por uno nuevo en su totalidad; en respiradores con mantenimiento, cuando esto sucede, se recambian los filtros por otros nuevos. Sin embargo, aunque ésta sea en sí misma una operación sencilla, este tipo de respiradores necesitan, además, una serie de cuidados que incluyen limpieza, almacenaje, inspección y recambio de partes.

Un mantenimiento efectivo del equipo de protección es esencial para asegurar que el equipo continúa aportando el grado de protección para el que fue diseñado, así como otras características propias del equipo.

En general, los equipos de protección respiratoria deben ser examinados por el trabajador antes de cada uso, prestando especial atención a las partes más vulnerables, tales como la pieza facial, las válvulas de exhalación e inhalación, el arnés de la cabeza y el visor si lo hubiera, procediendo a reemplazar las partes dañadas tan pronto como sea posible.

Las piezas faciales deben limpiarse con agua tibia y jabón siguiendo las especificaciones del fabricante, de acuerdo con el material que estén fabricadas.

Un mantenimiento simple, como es el cambio de filtros, puede ser efectuado por el trabajador; sin embargo, reparaciones más complicadas las debería realizar personal, especialmente entrenado, para este fin. Siempre se deben utilizar las partes y repuestos adecuados para cada equipo, ya que el uso de piezas diferentes de las originales podrían dejar el producto fuera de las

especificaciones del fabricante y provocar protección inadecuada a los trabajadores.

Cuando los equipos no están siendo utilizados deben guardarse en lugares fuera del área contaminada y dentro de algún empaque que los mantenga aislados. Una buena forma de hacer lo anterior es, al final de cada turno, guardarlos dentro de una bolsa de polietileno cerrada con un nudo en el extremo; con esto se logra evitar una innecesaria exposición del filtro al contaminante y, por consiguiente, alargar su tiempo de vida útil.

CAPÍTULO 5

LA IMPLANTACIÓN DE UN PROGRAMA DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA

5.1 PROGRAMA ADMINISTRATIVO DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA EN LA INDUSTRIA FABRICANTE SE SACOS DE POLIPROPILENO

5.1.1 EVALUACIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO

Se identificarán los contaminantes presentes en el área de trabajo a través de una inspección física. Debe realizarse un muestreo periódico para garantizar un ambiente saludable a los trabajadores, permanentemente. Los resultados de esta pruebas marcarán áreas en las que se requiere protección respiratoria y el tipo de contaminante en cada área. En cada área de trabajo se deben colocar rótulos indicando qué tipos de contaminantes existen y qué tipo de equipo de protección se debe utilizar.

5.1.2 EVALUACIÓN MÉDICA DE LOS EMPLEADOS

Se debe conocer el efecto de los contaminantes existentes sobre los trabajadores. Por tanto, es necesario realizar exámenes físicos a los candidatos a un puesto a fin de asegurar que se encuentran en adecuadas condiciones de salud, es decir, físicamente aptos para desempeñar su trabajo y que puedan usar el equipo de protección respiratoria requerido. Se realizarán exámenes físicos periódicos a los empleados a fin de controlar su estado de salud. Adicionalmente, se realizarán análisis de sangre y orina en aquellos casos en que las condiciones los precisen. Los análisis médicos en la empresa ayudarán a establecer y comprender la relación entre los contaminantes y su efecto sobre la salud.

5.1.3 SELECCION DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN

Los respiradores deben ser seleccionados y aprobados por la gerencia de producción, gerencia de personal y gerencia general. La

selección se debe realizar con base en las propiedades físicas y químicas de los contaminantes y el nivel de concentración encontrado. Es necesario establecer una relación que especifique qué respirador se requiere para cada aplicación.

Los respiradores de repuesto y los repuestos del equipo deberán estar siempre disponibles en número suficiente (dependiendo del número de empleados con que cuente la empresa). Se debe contar con una lista en la que se especifiquen los respiradores aprobados por la empresa.

5.1.4 ENTRENAMIENTO DE LOS TRABAJADORES

Todo trabajador asignado a un área que requiere el uso de protección respiratoria debe recibir información sobre sus responsabilidades dentro del programa de protección respiratoria.

El programa de entrenamiento debe conseguir que todos los trabajadores que deben utilizar el equipo de protección respiratoria sean conscientes de:

- la necesidad del equipo de protección respiratoria en su puesto de trabajo;
- las limitaciones de dichos equipos;
- el correcto procedimiento de colocación y ajuste del equipo de protección respiratoria;
- el correcto cuidado y mantenimiento de los equipos.

5.1.5 PRUEBAS DE AJUSTE

Antes de que el trabajador haga uso del respirador dentro del área contaminada, se deben realizar las pruebas de ajuste que permitan evaluar la correcta colocación del respirador. Los equipos seleccionados deben incluir, en el empaque, instrucciones precisas sobre colocación y limitaciones de los mismos. Estas deben ser explicadas y demostradas

ampliamente a los trabajadores. Para la industria fabricante de sacos de polipropileno, las pruebas de ajuste cualitativas son suficientes como comprobación frente a los contaminantes existentes.

Se deberán colocar señales visuales (afiches) con instrucciones gráficas explícitas y sencillas, referentes al ajuste adecuado de los respiradores en cada área.

5.1.6 INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

- El trabajador debe realizar la inspección de su equipo todos los días.
- El gerente, supervisor o responsable del área revisará, periódicamente, el ajuste, uso y estado del respirador.
- Los respiradores que pueden ser utilizados en más de un turno, se deberán limpiar a diario, siguiendo las instrucciones proporcionadas por el fabricante.
- Los respiradores no desechables se marcarán y almacenarán de manera que se facilite su identificación por parte del propietario y, así, se asegure su uso personal. Cuando un respirador es utilizado por más de un trabajador, se debe limpiar y desinfectar, inmediatamente.

5.2 ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS

Todo programa debe incluir los objetivos a cumplir a fin de hacer, posteriormente, una evaluación de resultados. El programa está diseñado para ayudar a reducir la exposición de los trabajadores a contaminantes del ambiente de trabajo como polvos, neblinas, humos, gases y vapores. El principal objetivo es prevenir una posible sobreexposición a esos contaminantes. Los objetivos se pueden englobar en los siguientes:

- determinar los contaminantes existentes en la industria fabricante de sacos de polipropileno y las consecuencias que éstos podrían tener en la salud de los trabajadores que se ven expuestos a ellos,

- proveer a los trabajadores que lo necesiten, del equipo de protección respiratoria adecuado para su área de trabajo,
- concientizar a los trabajadores de la necesidad que existe de utilizar protección respiratoria, a través de un programa de capacitación, adecuado, que enfatice los beneficios personales que esto le traerá,
- generar un ambiente de seguridad dentro de las diferentes áreas, enfatizando el hecho de que el patrono se preocupa por la seguridad del trabajador,
- incrementar la productividad en el desempeño de los trabajadores a través de la buena salud de los mismos.

5.3 ESTABLECIMIENTO DE RESPONSABILIDADES

El patrono es responsable de determinar las operaciones que requieren el uso de equipos de protección respiratoria, así como de proporcionar el equipo adecuado para cada aplicación específica. Los trabajadores, supervisores y gerentes deben ser adiestrados e instruidos en la colocación, ajuste, uso y mantenimiento de los equipos.

Por otra parte, los gerentes y supervisores encargados de cada área tienen la responsabilidad de asegurarse que todo el personal a su cargo conoce, perfectamente, las especificaciones sobre protección respiratoria de las áreas en que trabaja.

El trabajador tiene la responsabilidad de conocer las especificaciones de protección respiratoria en su área de trabajo, según se lo explique su supervisor. El empleado también es responsable del uso correcto del equipo de protección respiratoria puesto a su disposición y de mantenerlo en buenas condiciones de uso, así como de almacenarlo, adecuadamente, después de cada jornada.

5.3.1 ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES

- Los supervisores, el departamento de seguridad e higiene industrial y el departamento de personal son responsables de la

ejecución del programa. Además, es necesario designar una persona como coordinador del programa que nombrará responsabilidades de cada aspecto y evaluará el funcionamiento del mismo.

- El departamento médico de la empresa es responsable de evaluar la salud de los trabajadores mediante un programa médico de salud que incluya exámenes físicos periódicos.
- Los departamentos de ingeniería y seguridad e higiene industrial, son responsables de dirigir y coordinar los proyectos de ingeniería que estén relacionados directamente con la protección respiratoria.
- El departamento de seguridad e higiene industrial es el responsable de la selección, entrenamiento y realización de las pruebas de ajuste de todos los respiradores utilizados en la empresa, incluyendo el control de certificaciones y aprobaciones internacionales de los equipos.
- Todas las personas implicadas en la implantación del programa deben proceder a evaluaciones periódicas del mismo, al menos, una vez al año, para comprobar su eficacia y corregirlo o mejorarlo. Esta evaluación deberá contemplar los siguientes puntos:
 1. contaminantes: investigar si siguen siendo los mismos que cuando se diseñó el programa y si ha habido modificación en los procesos,
 2. aceptación: verificar si los trabajadores utilizan sus respiradores,
 3. adiestramiento: revisar que el entrenamiento ha sido el adecuado,

4. productividad: después de un año valdrá la pena evaluar el efecto sobre la productividad, ausentismo, aceptación y salud general de la fuerza de trabajo,
5. satisfacción del trabajador: investigar la opinión de los trabajadores respecto del uso de los respiradores.

5.4 DETERMINACIÓN DE POLÍTICAS ADECUADAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA

- Deberán establecerse, por escrito, los procedimientos estándares que rigen la selección y el uso de los respiradores.
- Los respiradores deben elegirse sobre la base de los peligros a los cuales el trabajador está expuesto.
- El trabajador deberá ser instruido y entrenado en el empleo correcto y en las limitaciones de los respiradores.
- Los respiradores deben ser asignados en forma individual, de modo que cada trabajador use el suyo, exclusivamente.
- Los respiradores deberán ser limpiados y desinfectados, regularmente. Los asignados para empleo exclusivo del trabajador deberán ser limpiados después de cada día de uso. Los que son utilizados por más de un trabajador tendrán que ser limpiados y desinfectados, cuidadosamente, después de cada uso.
- Los respiradores serán guardados en lugar conveniente, limpio e higiénico.
- Los respiradores que se usen, rutinariamente, deberán ser inspeccionados durante la limpieza. Las partes gastadas o deterioradas serán cambiadas. Los respiradores para uso de emergencias, tendrán que ser inspeccionados, por lo menos, una vez al mes y después de cada empleo.

- Deberá mantenerse una vigilancia apropiada de las condiciones del área de trabajo y del grado de exposición del trabajador.
- El programa deberá ser inspeccionado y evaluado, al menos, una vez al año para determinar la efectividad del mismo.
- Los respiradores aprobados o aceptados serán usados cuando estén disponibles. El respirador que se provea brindará protección respiratoria adecuada contra el peligro particular para el cual ha sido diseñado.
- Los respiradores defectuosos serán reparados por personas con experiencia.

5.5 ANÁLISIS DEL COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA

Para realizar este análisis se tomó, como base, una industria fabricante de sacos de polipropileno con capacidad de producción de, aproximadamente, veinticinco millones de sacos de polipropileno al año. El costo total anual por la implementación del programa es de Q 50,851.42. El detalle de esta suma se describe en los siguientes puntos de este capítulo.

5.5.1 ADQUISICIÓN DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

ÁREA DE EXTRUSORES

Número de trabajadores expuestos a contaminantes en el área: 12

Equipo recomendado: respiradores para polvos y neblinas

Cantidad de equipos: 12 (1 por trabajador)

Costo unitario del equipo: Q 8.75

Duración máxima del equipo: 1 semana

Costo anual para el área: **Q 5,460.00**

ÁREA DE IMPRESIÓN

Número de trabajadores expuestos a contaminantes en el área: 6

Equipo recomendado: respiradores de media máscara con filtros para vapores orgánicos

Cantidad de equipos: 6 (1 por trabajador)

Costo unitario del equipo: Q 195.00

Costo de los filtros: Q 75.00 /par

Duración máxima del equipo: 12 meses

Duración máxima de los filtros: 1 mes cada par

Costo anual para el área: **Q 6,570.00**

ÁREA DE CORTADORAS

Número de trabajadores expuestos a contaminantes en el área: 13

Equipo recomendado: respiradores para polvos y neblinas

Cantidad de equipos: 13 (1 por trabajador)

Costo unitario del equipo: Q 8.75

Duración máxima del equipo: 1 semana

Costo anual para el área: **Q 5,915.00**

ÁREA DE MANTENIMIENTO

Número de trabajadores expuestos a contaminantes en el área: 30

Equipo recomendado:

- respiradores para polvos y neblinas para polvo de esmeril,
- respiradores para humos de soldadura,
- respiradores de media máscara con filtros para vapores orgánicos.

Cantidad de equipos:

- 22 respiradores para polvos y neblinas,
- 6 respiradores para humos de soldadura (1 para cada soldador)

- 2 respiradores de media máscara con filtros para vapores orgánicos (para los trabajadores que utilizan solventes para limpieza de partes)

Costo unitario del equipo:

- respiradores para polvos y neblinas: Q 8.75
- respiradores para humos de soldadura: Q 40.85
- respiradores de media máscara: Q 195.00
- filtros para vapores orgánicos: Q 75 /par

Duración máxima del equipo:

- respiradores para polvos y neblinas: 2 semanas
- respiradores para humos de soldadura: 3 semanas
- respiradores de media máscara: 12 meses
- filtros para vapores orgánicos: 5 semanas

Costo anual para el área: **Q 11,202.58**

ÁREA DE INYECCIÓN Y SOPLADO

Número de trabajadores expuestos a contaminantes en el área: 12

Equipo recomendado: respiradores para polvos y neblinas

Cantidad de equipos: 12 (1 por trabajador)

Costo unitario del equipo: Q 8.75

Duración máxima del equipo: 1 semana

Costo anual para el área: **Q 5,460.00**

ÁREA DE TRATAMIENTO DE DESPERDICIO

Número de trabajadores expuestos a contaminantes en el área: 4

Equipo recomendado: respiradores para polvos y neblinas

Cantidad de equipos: 4 (1 por trabajador)

Costo unitario del equipo: Q 8.75

Duración máxima del equipo: 1 semana

Costo anual para el área: **Q 1,820.00**

BODEGA DE SOLVENTES Y LUBRICANTES

Número de trabajadores expuestos a contaminantes en el área: 2

Equipo recomendado: respiradores de máscara completa con filtros para vapores orgánicos

Cantidad de equipos: 2 (1 por trabajador)

Costo unitario del equipo: Q 2,070.50

Costo de los filtros: Q 71.34/par

Duración máxima del equipo: 3 años

Duración máxima de los filtros: 1 mes/par

Costo anual para el área: **Q 5,853.16**

ÁREA DE CYRELES

Número de trabajadores expuestos a contaminantes en el área: 1

Equipo recomendado: respirador de media máscara con filtros para vapores orgánicos

Cantidad de equipos: 1

Costo unitario del equipo: Q 195.00

Costo de los filtros: Q 75 /par

Duración máxima del equipo: 18 meses

Duración máxima de los filtros: 5 semanas

Costo anual para el área: **Q 910.00**

BODEGAS DE MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO

Número de trabajadores expuestos a contaminantes en el área: 35

Equipo recomendado: respiradores para polvos

Cantidad de equipos: 35 (1 por trabajador)

Costo unitario del equipo: Q 1.75

Duración máxima del equipo: 1 semana

Costo anual para el área: **Q 3,185.00**

5.5.2 ADQUISICIÓN DE EQUIPO DE EMERGENCIA

60 respiradores para polvos y neblinas	Q 525.00
2 respiradores de media máscara	Q 390.00
6 pares de filtros para vapores orgánicos para respirador de media máscara	Q 450.00
1 respirador de máscara completa	Q 2,070.50
2 pares de filtros para vapores orgánicos para respirador de máscara completa	Q 142.68
50 respiradores para polvos	Q 87.50
Total	Q 3,665.68

5.5.3 COSTO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS

4 sets de reparación para respirador de media máscara	Q 360.00
1 set de reparación para respirador de máscara completa	Q 450.00
Total	Q 810.00

5.5.4 COSTO DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

Se logró determinar que las empresas proveedoras de equipo de protección respiratoria en el mercado nacional, proporcionan este servicio sin ningún recargo adicional a la adquisición de los equipos, por tanto, no existirá ningún costo directo para la empresa en este rubro.

5.6 PARTICIPACIÓN DEL PROGRAMA DENTRO DEL PRESUPUESTO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Se estima que una industria de estas dimensiones debería asignar, anualmente, presupuesto aproximado de Q 75,000.00 para el rubro de seguridad e higiene industrial. Si se agregan Q 50,000.00, específicamente

para protección respiratoria, esto significaría una participación del 40% dentro del presupuesto de seguridad e higiene industrial.

CONCLUSIONES

1. Es importante evaluar la calidad del aire, así como determinar el tipo de contaminantes existentes en cada una de las áreas de trabajo, ya que sólo así se podrá entender el efecto de éstos sobre los trabajadores.
2. Las enfermedades respiratorias provocadas por la exposición de trabajadores a contaminantes, pueden provocar daños permanentes en otros órganos del cuerpo y no únicamente en las vías respiratorias.
3. Un respirador que no se ajusta correctamente al rostro del trabajador, resulta tan ineficaz como no utilizar ninguna protección.
4. La exposición de los trabajadores a contaminantes en su área de trabajo, trae consecuencias negativas en la productividad de la empresa
5. Actualmente, el 50% de los trabajadores de la industria fabricante de sacos de polipropileno en Guatemala que está expuestos a contaminantes, no utilizan protección respiratoria, el restante 50% está siendo protegido con un 12% de efectividad; lo cual puede ser una de las causas más importantes de la alta rotación de personal en este tipo de industria (17%).
6. Un equipo de protección respiratorio que no se utiliza durante todo el tiempo de exposición a los contaminantes, no proporcionará los resultados de protección esperados.
7. Para llevar a cabo la implementación de un exitoso programa de protección respiratoria en la industria fabricante de sacos de polipropileno es indispensable para involucrar a todos los trabajadores de la empresa, desde los de nivel operativo, hasta los de nivel ejecutivo.
8. La implementación adecuada de un programa de protección respiratoria en la industria fabricante de sacos de polipropileno traerá notables beneficios a la empresa, a los trabajadores y a la sociedad.
9. Para la implementación de un programa de protección respiratoria, es necesario un buen trabajo en equipo y un alto grado de concientización de los trabajadores de las consecuencias de una exposición inadecuada a contaminantes.

10. En Guatemala no existen reglamentaciones estrictas en cuanto a protección respiratoria de los trabajadores

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

RECOMENDACIONES

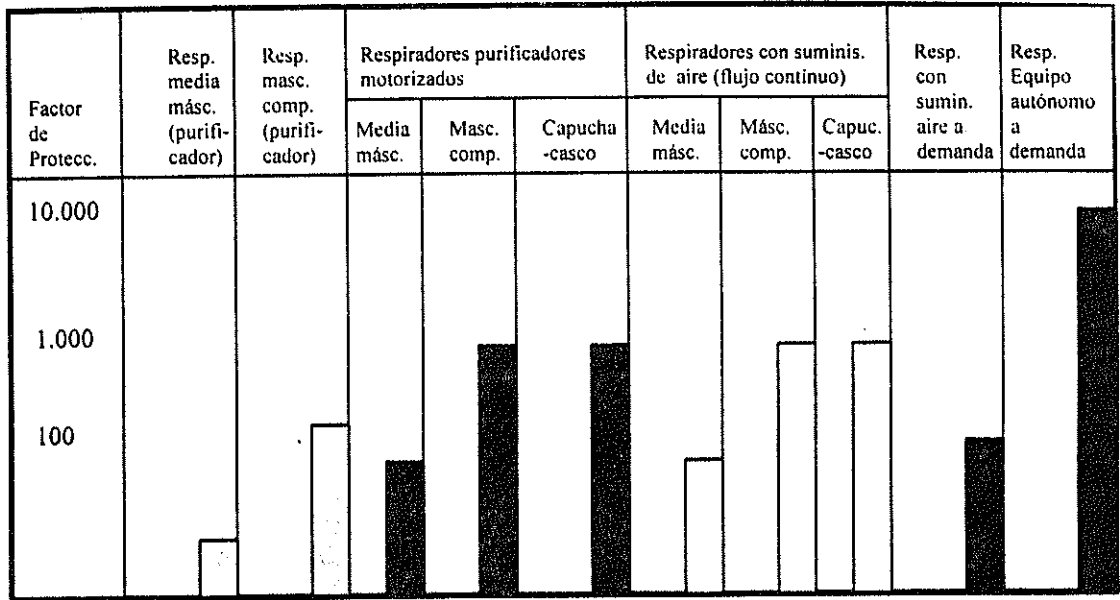
1. Se recomienda hacer una evaluación del programa de protección respiratoria, al menos, una vez al año, para asegurar la efectividad del mismo a largo plazo.
2. Para la selección del proveedor de equipo de protección respiratoria, se recomienda tomar en cuenta que sus equipos cuenten con las aprobaciones de OSHA y NIOSH (cada equipo las debe llevar marcadas, originalmente, de la fábrica en un lugar visible). De igual manera, debe existir de un compromiso por parte del proveedor, para capacitar, constantemente, a todo el personal de la empresa sin ningún costo adicional.
3. En lo referente a pruebas de ajuste de respiradores, se recomienda utilizar las de tipo cualitativo, ya que son sumamente fáciles de realizar; no requieren de equipo sofisticado y pueden realizarse en las mismas instalaciones de la empresa.
4. En cuanto al tiempo de vida útil que aparece en las especificaciones de los diferentes equipos de protección, éstas indican, efectivamente, la duración de los mismos frente a un agente de prueba determinado, a una concentración fija y con un caudal constante. No se debe caer en el error de llevar estos datos directamente a la práctica, puesto que las condiciones de especificación son siempre condiciones de laboratorio y, por lo regular, extremas. En el caso real de un puesto de trabajo hay que comprobar la duración real de los equipos, ya que puede, eventualmente, ser distinta de la obtenida por el fabricante.
5. Se recomienda colocar señales gráficas claras y de fácil interpretación en todas las áreas de trabajo que requieran el uso de protección respiratoria.
6. Es recomendable involucrar, directamente, a los líderes de cada área en el programa de protección respiratoria, ya que éstos pueden influir, positivamente, en sus compañeros y los pueden ayudar a entender mejor la necesidad de protección respiratoria que existe.
7. Una vez entrenados los trabajadores de cada área, es recomendable hacer entrega de un reconocimiento por escrito, donde se haga constar que cada grupo ha sido correctamente adiestrado en el uso y cuidado de su equipo de protección respiratoria.

8. Se recomienda incluir dentro del programa de inducción de nuevos trabajadores, una sección de entrenamiento en protección respiratoria.
9. Aunque el uso de respiradores en ciertas áreas de trabajo sea obligatorio, el programa de protección respiratoria, no debe presentarse como una imposición arbitraria de las autoridades de la empresa; por el contrario, debe venderse la idea a los trabajadores como un beneficio adicional que se les brinda y cuyo objetivo primordial es el mejoramiento de la calidad de vida de todos los trabajadores.

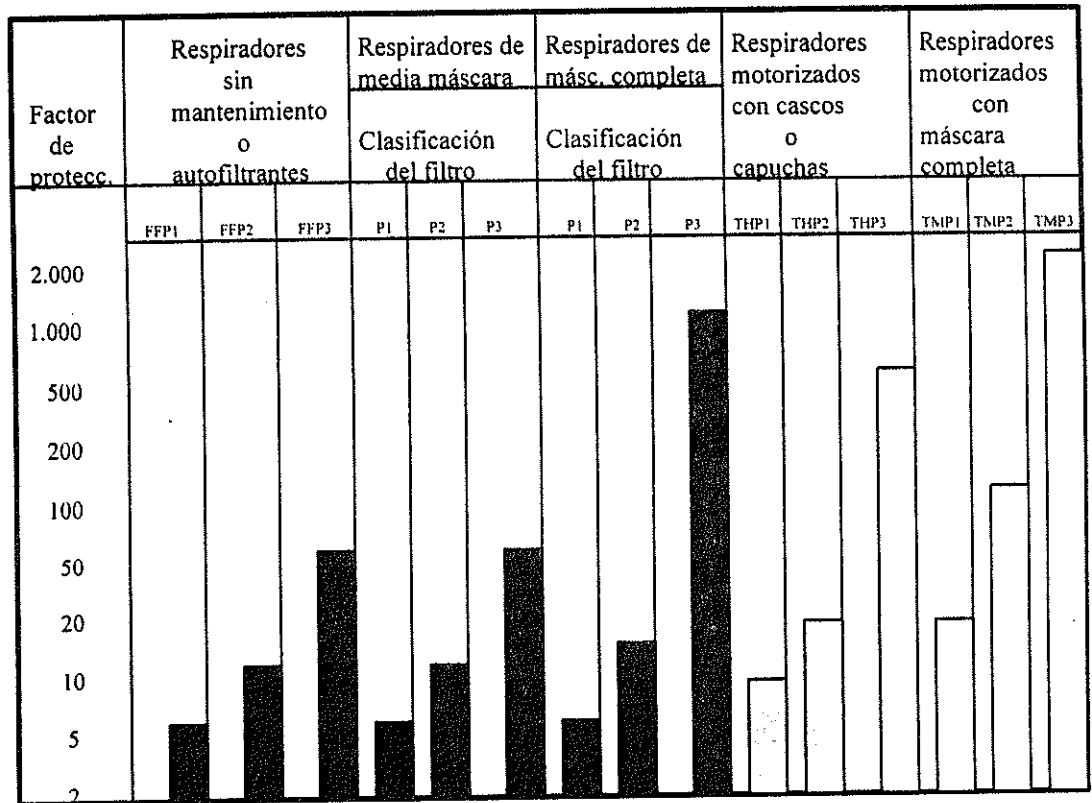
BIBLIOGRAFÍA

- CONSEJO INTERAMERICANO DE SEGURIDAD. *et. al.* Manual de fundamentos de higiene industrial. Estados Unidos de América: Edit. CIAS. 1,991. 1,284 pp.
- JOHNSTONE, Richard. *et. al.* Enfermedades ocupacionales y medicina ocupacional. Estados Unidos de América: Edit. W.B. Saunders. 1,960. 389 pp.
- LEICHNITZ, Kurt. Manual de los tubos de control. 7a. edición. República de Alemania: Edit. Graphische GmbH. 1,988. 309 pp.
- NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. *et. al.* Pocket guide to chemical hazards. 15a edición. Estados Unidos de América: s.p.i. 1,990. 198 pp.
- OLSON, Paul. *et. al.* Manual 3M para la protección respiratoria. España: Edit. Mapfre S.A.. 1,992. 166 pp.
- PATY, Federick. Higiene industrial y toxicología. 3a. edición. Estados Unidos de América: Edit. Interscience Publishers. 1,978. 225 pp.
- PERRY, Robert. *et. al.* Manual del Ingeniero Químico. 6a. Edición. México: Editorial McGraw-Hill. 1,992. 1586 pp.
- PETERSON, James. Salud industrial. Estados Unidos de América: Edit. Prentice-Hall. 1,977. 350 pp.

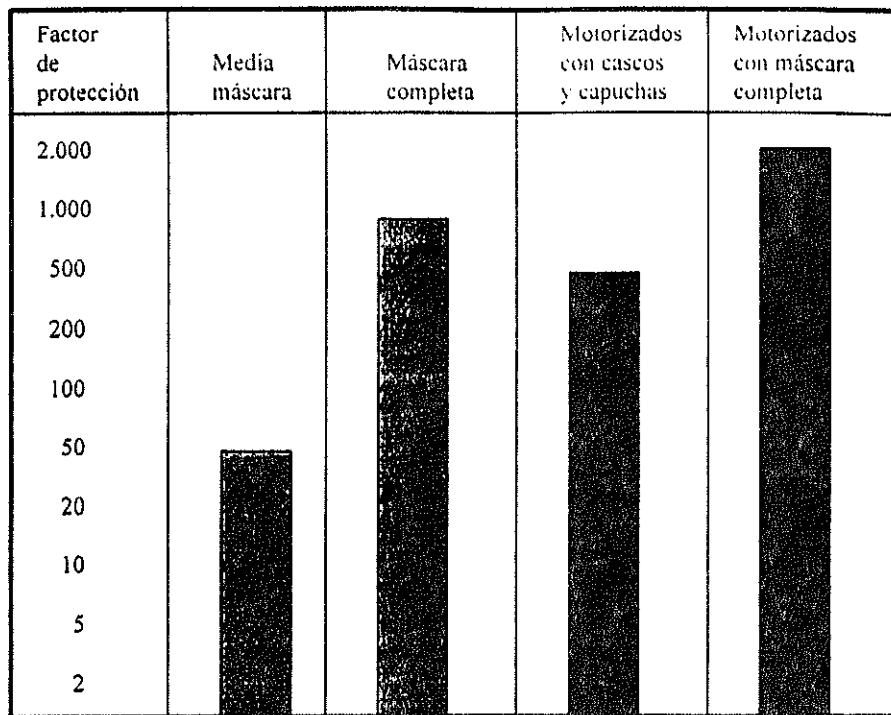
APÉNDICE



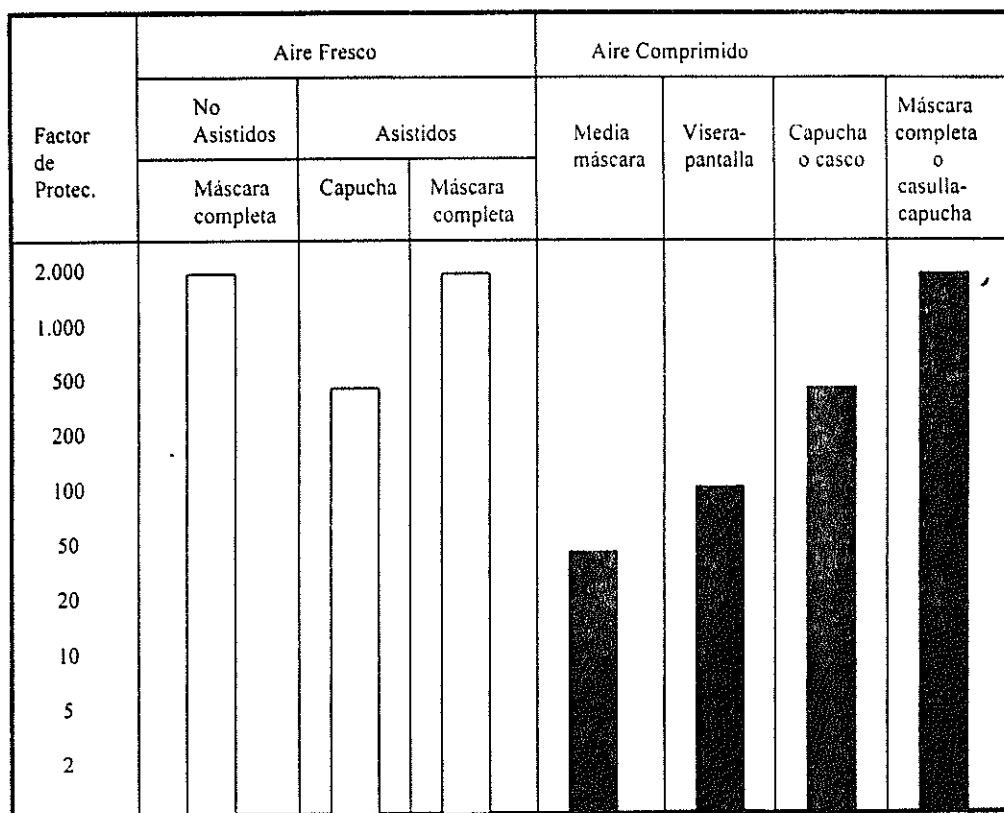
Gráfica 1. Factores de protección asignados por ANSI.



Gráfica 2. Selección de respiradores y filtros para partículas según el factor de protección en las normas CEN.



Gráfica 3. Selección de respiradores para gases y vapores, según el factor de protección en las normas CEN.



Gráfica 4. Selección de respiradores con suministro de aire, según normas CEN.

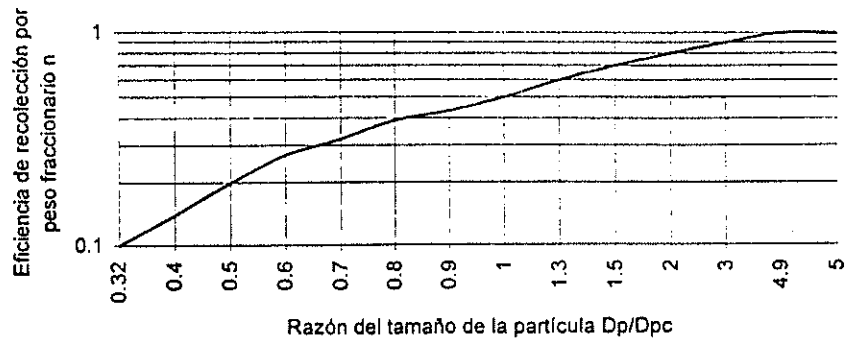
Respiradores autofiltrantes (EN 149)

Respirador	TIL (%)	% Penetración del filtro (cloruro sódico)	Aceite parafina
FFP1	22	20	n/d
FFP2S	88	6	n/d
FFP2SL	8	6	2
FFP3S	3	2	n/d
FFP3SL	3	2	1

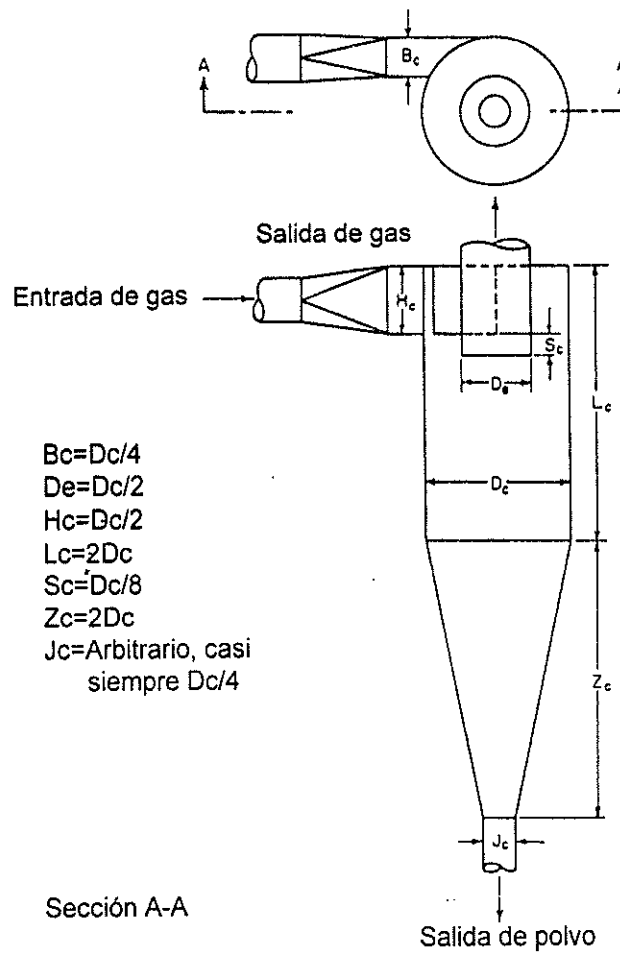
Filtros y adaptadores faciales (EN 143)

Filtro	Cloruro sódico Penetración (%)	Aceite parafina Penetración (%)	FSL(%)	TIL(%)
P1	20	n/d	2	22
P2S	6	n/d	2	8
P2SL	6	2	2	8
P3S	0.05	n/d	2	2
P3SL	0.05	0.01	2	2

Eficiencia de separación de ciclones



$$n = \frac{(D_p/D_{pc})^2}{1 + (D_p/D_{pc})^2}$$



- $B_c = D_c/4$
- $D_e = D_c/2$
- $H_c = D_c/2$
- $L_c = 2D_c$
- $S_c = D_c/8$
- $Z_c = 2D_c$
- $J_c = \text{Arbitrario, casi siempre } D_c/4$

Proporciones de un ciclón

Eficiencias experimentales de recolección de un ciclón¹

Velocidad de entrada al ciclón: 13.4 m/s
 Caída de presión del ciclón: 1.0 kPa
 Concentración de polvo en la entrada: 4.6 a 11.5 g/m³
 Densidad relativa del polvo: 3.0
 Proporciones del ciclón $B_c = D_e/6$
 Gas: aire atmosférico

Análisis de tamaño de partícula del polvo en la entrada

Diámetro partículas micrones	% acumulativo mayor que tamaño
5	74
10	64
20	43

Diámetro del ciclón	Polvo recolectado %			
6	Total 90	-5micrones	66	+5micrones 98
9	Total 83	-10micrones	60	+10micrones 99
24	Total 70	-20micrones	47	+20micrones 98

¹ Datos presentados por Anderson en Perry, Chemical Engineers Handbook, 2a. ed., p.1860, McGraw-Hill, New York.