

**FACULTAD DE QUIMICA**



**"LA SEGURIDAD INDUSTRIAL EN UNA FABRICA DE PAPEL"**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO**

**PRESENTA**

**SAUL VALLEJO MUÑOZ**

365



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CLAS. Tesis  
AÑO 1975  
FECHA

PROB. M. I. 343 342



UNIVERSIDAD DE CHILE

▲ LA MEMORIA DE MI PADRE



A LA MEMORIA DE MI ABUELA MATERNA.

A MI MADRE.

A MI ABUELO MATERNO.

A MI ESPOSA E HIJOS.

A MIS HERMANOS Y TIOS.

## I N D I C E

INTRODUCCION

CAPITULO	I	Organización y Programa
CAPITULO	II	Investigación de Accidentes y Estadísticas
CAPITULO	III	Los Colores en la Industria
CAPITULO	IV	Seguridad en Maniobras pesadas y Manejo de Materiales
CAPITULO	V	Incendios
CAPITULO	VI	La Seguridad en el Manejo del Cloro
CAPITULO	VII	El Ruido, sus Efectos y su Prevención
CAPITULO	VIII	Areas Polvosas
CAPITULO	IX	Conclusiones

## INTRODUCCION

El uso del papel es uno de los factores que marcan el progreso de un país, y es por ello que en México se han establecido grandes plantas papeleras; habiendo constantemente la necesidad de incrementar este tipo de industria creando grandes centros de trabajo, y por ende la necesidad de resolver los problemas de higiene y seguridad que en ellos se presenten.

La Seguridad Industrial tiene como fin fundamental eliminar el accidente de trabajo que interrumpe la producción normal, elevando los costos de operación; así como de proteger moral y materialmente al trabajador haciéndolo más eficiente.

La prevención de los accidentes profesionales ha adquirido gran importancia ya que el industrial se ha percatado que no sólo es importante renovar y mejorar el sistema de producción y la maquinaria, sino también proteger la salud de los trabajadores, mejorando el medio en que éstos se desenvuelven, ayudando así a la optimización de la economía nacional.

Aunque este trabajo se realizó en la fábrica de papel Loreto y aparecen algunos datos y técnicas observadas en este lugar, que sirvieron como base para su realización, la mayor parte del contenido es esencialmente una recopilación de observaciones realizadas en diversas fábricas, así como de investigaciones hechas en la literatura actual.

Debo decir también que el campo de acción de la Seguridad Industrial en una fábrica de papel es muy amplia y aquí solamente abordo parte de todo aquello que en mi forma de ver reviste una capital importancia.

CAPITULO I

ORGANIZACION Y PROGRAMA

## I. ORGANIZACION

La organización de la Seguridad Industrial en una fábrica de papel no es marcadamente diferente a la de otras industrias con diferente tipo de procesos, ya que la organización tiene como fin fundamental reducir al máximo el índice de frecuencia de accidentes.

Organizar una fábrica de papel en departamentos como son: Departamento de Materias Primas, Departamento de Preparación de Pastas, Departamento de Producción, etc., no sólo reditúa beneficios a la seguridad sino a la producción misma. Para tener buenos resultados en la seguridad, es necesario que ésta aparezca en un centro fabril desde sus inicios, es más, cuando se proyecta la planificación de una nueva fábrica o para organizar una ya existente, deberán tomarse en cuenta muchos factores que influyen tanto en la seguridad como en la producción, tales como el emplazamiento, instalaciones para la manipulación y almacenamiento de materiales y equipo, pisos, iluminación, calefacción, ventilación, ascensores, calderas, instalaciones eléctricas, maquinaria, servicios de mantenimiento y servicios contra incendios.

Es muy importante tener presente las consideraciones de seguridad en el momento preciso de presentar los planos y no después de haber construido los edificios, por lo tanto, es recomendable que en el grupo de proyectistas participe un Ingeniero de Seguridad. Los buenos proyectos, además de eliminar riesgos, permiten realizar economías, de donde podemos concluir diciendo que cuesta menos hacer modificaciones en un proyecto que en un edificio.

Una vez funcionando una industria, la planificación continúa siendo indispensable para alcanzar un máximo de seguridad y eficiencia. Una serie de principios generales se pueden aplicar para lograr eficiencia y seguridad en la producción; he aquí algunos ejemplos:

- Reducir al mínimo la manipulación de materiales y productos.
- Proveer superficies para caminar sobre pisos, subir escaleras, recorrer plataformas, pasadizos, etc.
- Proporcionar un espacio adecuado para maquinaria y equipo.
- Disponer un acceso seguro a todo lugar donde deban entrar trabajadores.
- Atender a la seguridad del personal de conservación y reparaciones, tales como limpiadores de ventanas y personal que trabaja en materiales suspendidos.
- Establecer medios y procedimientos de transporte.
- Prever medios de escape adecuados en caso de incendios.
- Prever una futura ampliación de la fábrica.
- Aislar los procesos peligrosos, tales como preparación de soluciones de sulfato de aluminio, manejo de ácido sulfúrico y blanqueo de pastas con hidrosulfitos.
- Sólo comprar, en la medida de lo posible, máquinas con dispositivos de seguridad incorporados.

A continuación se mencionan algunas medidas que pueden adoptarse para reducir el peligro de accidentes en los procesos de producción:

- En la planta o en el taller se suele limpiar piezas o partes de motores con gasolina. El riesgo de incendio sería mucho menor si se utilizara queroseno.
- Los accidentes causados por rotura de cadenas o de cables a menudo se deben a una falta de inspección periódica; hay que hacerla sin interrupciones.
- Instalar sistemas automáticos para regular presiones que pueden originar una explosión.
- Revisar periódicamente los instrumentos eléctricos portátiles, muchos accidentes mortales causados por la electricidad suceden con esta clase de herramientas que se han dañado en el curso de su uso

normal y no han sido revisadas periódicamente; como resultado, la armazón se carga de voltaje del circuito y cuando el trabajador la toca en condiciones desfavorables, es electrocutado.

Algunas otras medidas de seguridad que son notorias en una buena organización son las siguientes:

- Mantenimiento del orden y de la limpieza.
- Ropa adecuada de trabajo.
- Pintar de colores las líneas de distribución.
- Colocar letreros, signos rótulos, en lugares estratégicos.
- Instalar una iluminación adecuada.
- Instalar una buena ventilación.
- Un buen control de temperatura y ruido.

Ahora bien, uno de los factores que marcan una buena organización en una fábrica de papel y en cualquier otra, es el apego a un programa de seguridad.

## 2. PROGRAMA

De estudios hechos recientemente se ha establecido que de las lesiones incapacitantes de trabajo, el 30% aproximadamente se produce en fábricas que tienen programas organizados de seguridad industrial; mientras el 70% se produce en instalaciones que no lo tienen.

Se nota frecuentemente que las fábricas que no tienen programa de seguridad, son instalaciones pequeñas cuya dirección tiene la impresión de que no puede permitirse un programa de seguridad, o que son demasiado pequeñas para tenerlo. En realidad el tener un programa de seguridad organizado es una necesidad desde el punto de vista económico y humano.

Los principios fundamentales de los programas de prevención de accidentes podemos considerar que son tres:

- 1o. Ingeniería
- 2o. Educación
- 3o. Cumplimiento

El primer principio es de tipo técnico y dependerá de la información y prestancia con que se resuelvan los desperfectos mecánicos que se presenten en la planta.

El segundo dependerá de la enseñanza de Seguridad Industrial que se proporcione a los afectados.

El tercero de ellos depende, dentro de la instalación, de que el trabajador observe las reglas señaladas por la empresa, y fuera de ella de que el Estado inspeccione y corrija posibles violaciones a la ley.

#### Elementos de un Programa de Seguridad Industrial

No es difícil comprender que desde el punto de vista económico la Seguridad es un buen negocio, y de acuerdo con esto todo negocio provechoso depende de factores tales como:

- Planeación hábil
- Producción máxima
- Costo mínimo
- Control de calidad
- Moral del personal
- Eficiencia general

Los instrumentos bases son:

- Hombres
- Máquinas
- Materiales



Cuando estos instrumentos sufren algún accidente o lesión, todos y cada uno de los elementos de la operación también sufren y resultan afectados.

Por lo tanto, la prevención de accidentes no es algo aparte o que se añade a la labor regular, sino que también es la combinación de condiciones y equipo seguros, así como procedimientos seguros de trabajo, entrelazados en todas y cada una de las fases de operación.

#### Causas de accidentes

El 98% de todos los accidentes y lesiones tienen como causa condiciones de trabajo inseguras, actos inseguros cometidos por el personal; o bien los accidentes se atribuyen a causas de fuerza mayor que no se pueden remediar.

Una condición insegura tiene su origen en el control inadecuado de las exposiciones físicas, mecánicas y del medio circundante del lugar de trabajo. El control cuidadoso de las condiciones y los actos impide accidentes y lesiones, y mejora la eficiencia de las operaciones.

#### Costo de los accidentes

El costo total de un accidente puede quedar incluido en dos categorías:

1a. Costos asegurados o costos directos que incluyen:

- Costos médicos
- Costos de indemnización
- Salario durante la incapacidad

2a. Costos no asegurados o costos ocultos

Normalmente los costos directos son cubiertos por el Seguro Social, o en algunos casos una compañía privada donde los trabajadores de la empresa están asegurados.

A menudo ocurre que una empresa confunda, en primer lugar, que no tiene problemas de accidentes en el trabajo con un número de lesionados muy pequeño, y en segundo, considera que el Seguro absorbe los costos del accidente. Esto es una apreciación equivocada porque se pierden de vista los costos ocultos.

Los costos no asegurados incluyen:

- Tiempo perdido de producción del trabajador accidentado al procurársele primeros auxilios o atención médica.
- Costo del tiempo ocupado en la investigación dando cuenta de las lesiones y atendiendo al trabajador accidentado.
- Costos de contratación y adiestramiento del sustituto del trabajador accidentado.
- Interrupciones y demoras causadas por los accidentes.
- Daños a máquinas y materiales, debido a accidentes.
- Otras ineficiencias y molestias indirectas.

Por lo general los costos no asegurados ascienden a varias veces el monto de los costos asegurados. Por lo tanto, la prima para el seguro de indemnización de accidentes de trabajo es sólo una pequeña parte del costo total de los accidentes, a pesar de que sea el desembolso directo de dinero más manifiesto.

La prevención de accidentes es doblemente remuneradora, ya que rebaja las primas de seguro de accidentes del trabajo y reduce también todos los costos no asegurados.

### Responsabilidad

Las responsabilidades en materia de seguridad deben asignarse y aceptarse de la forma siguiente:

#### DIRECCION:

- Establecer una política en materia de seguridad y hacerla cumplir.
- Proporcionar un lugar y un medio ambiente de trabajo seguro.
- Señalar reglas y procedimientos seguros de trabajo.

- Proporcionar adiestramiento adecuado y supervisores competentes.
- Asignar responsabilidades y autoridad delegada a la supervisión.

## SUPERVISOR:

- Enseñar al personal las prácticas adecuadas de trabajo.
- Cuidar de que se observen las prácticas adecuadas.
- Proceder a una acción remediadora cuando se observen condiciones o métodos de trabajo inseguros.
- Investigar las causas de todos los accidentes.
- Mantener el equipo, las herramientas y el medio circundante en condiciones seguras.

## EMPLEADO:

- Observar las prácticas de trabajo establecidas.
- Dar cuenta al supervisor de cualquier riesgo que exista.
- Dar cuenta inmediatamente de todos los accidentes.
- Usar dispositivos y equipo de seguridad.

Medición de la actuación de seguridad

La medida de la frecuencia con que se producen los accidentes y la medida de la gravedad de éstos, según la AMERICAN STANDARD ASSOCIATION, se pueden calcular por medio de las siguientes fórmulas:

$$\text{Indice frecuencia de accidentes} = \frac{\text{No. de accidentes con pérdida de tiempo} \times 1'000,000}{\text{Horas-hombre de exposición al riesgo}}$$

$$\text{Indice de gravedad} = \frac{\text{Total de días perdidos} \times 1'000,000}{\text{Horas-hombre de exposición al riesgo}}$$

$$\text{O Indice de gravedad} = \frac{\text{Total de días perdidos} \times 1,000}{\text{Horas hombre de exposición al riesgo}}$$

Número de accidentes con pérdida de tiempo es el total de accidentes que han originado pérdida de tiempo.

Horas-hombre es el total de horas que trabajan todos los empleados.

La cifra 1'000,000 usada como unidad de exposición s debe a razones de facilidad y se acepta como norma siendo también un recurso de estabilidad. Equivale a 500 personas que trabajan durante un año, o bien la cifra 1,000 según recomendación de la VI Conferencia Internacional de Estadígrafos del Trabajo.

Un accidente con incapacidad es el accidente sufrido por un trabajador y que tiene como resultado: muerte, incapacidad total permanente, incapacidad parcial permanente o incapacidad total temporal.

Los índices de accidentes recopilados de acuerdo con esta forma pueden usarse para evaluar:

- 1o. La necesidad relativa de actividades para la prevención de accidentes en los distintos departamentos de un establecimiento.
- 2o. La gravedad del problema de los accidentes en la planta.
- 3o. La efectividad de las actividades de seguridad, llevadas a cabo en la planta con riesgos comparables.
- 4o. Los adelantos logrados en la prevención de accidentes dentro de un establecimiento.

### Registros

Los hechos pertinentes referentes a todos los accidentes deben registrarse como recordatorios y datos orientadores para el análisis y la acción.

Una forma útil será como sigue:

Nombre del lesionado \_\_\_\_\_

Fecha del accidente \_\_\_\_\_

Ocupación \_\_\_\_\_

Donde sucedió \_\_\_\_\_

Cómo se produjo el accidente \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Naturaleza del accidente \_\_\_\_\_

Acción remediadora \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### Comisiones

La seguridad es responsabilidad de todos y cada uno de los trabajadores en la labor que desarrollan.

Los resultados que se obtengan serán función de los interesados y de la forma en que participen en la prevención de los accidentes.

Las comisiones pueden ser valiosas, si tienen una finalidad, un objetivo y un plan de acción.

En la comisión pueden figurar: supervisores, empleados del departamento de personal y trabajadores o sus representantes sindicales.

#### Inspección

La inspección es la clave de todo esfuerzo para la prevención de accidentes. La llevan a cabo: supervisores, comisiones de seguridad y/o individuos.

Los supervisores inspeccionan constantemente, para observar si se siguen los procedimientos prácticos establecidos para el trabajo.

Los trabajadores inspeccionan sus máquinas, herramientas y lugares de trabajo para mantenerlos en estado adecuado de funcionamiento.

Las comisiones o los especialistas inspeccionan los problemas especiales de mantenimiento de control, de riesgo de incendio y de buen cuidado y orden de los locales.

Los objetivos de la inspección del sitio de trabajo son:

- Descubrir las condiciones peligrosas.
- Descubrir las prácticas o procedimientos peligrosos de los trabajadores.

La inspección del sitio de trabajo viene a ser el control de calidad en la prevención del accidente porque si se descuidan las buenas condiciones de trabajo la producción resulta afectada.

Durante la inspección debe darse principal atención a las condiciones de orden y de limpieza, puesto que si faltan serán una fuente de accidentes, en cambio, si se tienen, no solamente se logra evitar accidentes, sino que contribuyen a que el trabajador se sienta a gusto en el lugar de trabajo.

#### Análisis y la investigación del accidente

El accidente, independientemente de que produzca lesiones o no, es causado por actos inseguros y por condiciones inseguras, pero al examinar a fondo un accidente veremos que contiene cierta información que es de gran utilidad para la labor preventiva.

Del estudio de un accidente se encuentran los siguientes factores:

- AGENTE: El agente de la lesión se refiere al objeto o substancia más directamente relacionada con la lesión.

- PARTE DEL AGENTE: Es la parte específica del agente que produjo la lesión.
- CONDICION INSEGURA QUE INTERVIENE: En el accidente, falta de protección.
- TIPO DE ACCIDENTE: Se refiere a la forma de contacto de la persona lesionada con el objeto o substancia que causó la lesión o la explosión, o el movimiento de la persona que produjo dicha lesión.
- ACTO INSEGURO: Forma de proceder del accidentado que es en contra de lo establecido en las normas de trabajo.
- FACTOR PERSONAL DE INSEGURIDAD: El factor personal de la inseguridad viene a ser la explicación o razón por la cual el individuo sufrió el accidente. Este factor puede ser una actitud inadecuada de la persona como negligencia, falta de atención, etc., o bien, puede ser la falta de conocimiento o de habilidad. También puede ser un defecto mental o físico.

La importancia de un análisis estriba en que señala hacia donde puede enfocarse la acción correctiva. Indica por ejemplo, qué maquinaria o equipo y qué parte de éstos son peligrosos, qué condiciones y actos inseguros son los que se presentan más, qué tipos de accidentes son los más comunes y qué factores personales de inseguridad están interviniendo. Este tipo de trabajo le corresponde al técnico de seguridad.

#### Investigación del accidente e informe del supervisor

Los accidentes deben investigarse tan pronto como sea posible, después de ocurridos, con el fin de determinar sus causas e iniciar la acción remediadora. Todos los accidentes deben investigarse, no importa que hayan producido lesiones o no, los accidentes obedecen a condiciones o procedimientos que de no corregirse podrían ocasionar lesiones serias y aún fatales, además de los daños a la producción.

Como objetivos de una investigación pueden mencionarse:

- El propósito fundamental de la investigación no es determinar quién tuvo la culpa, sino cuáles fueron las causas.
- Toda investigación debe traer como consecuencia acción correctiva.

Para efectuar la investigación se deben llevar a cabo los siguientes cinco puntos:

1. Acudir al lugar del accidente lo más pronto posible.
2. Recoger la información necesaria y anotarla mediante las siguientes preguntas:

A quién le ocurrió?

Qué le ocurrió?

Dónde sucedió?

Cómo sucedió?

Por qué ocurrió?

3. Determinar qué debe hacerse para prevenir un accidente semejante en el lugar donde ocurrió y en lugares similares. Buscar las sugerencias del supervisor y de los subalternos.
4. Empezar la acción necesaria, consultar con el supervisor sobre aquellas medidas que no están en las manos del técnico implantar.
5. Comprobar el resultado de las medidas.

### Orientación Supervisora

En la operación industrial de nuestros días se considera al supervisor como hombre clave, aunque el éxito de todo programa de Seguridad



Industrial exige el esfuerzo sumado de la Dirección y el trabajador.

Todo buen supervisor sabe la importancia que tiene el establecimiento de una buena relación de trabajo en colaboración. La seguridad es un campo mütuo para el supervisor y el trabajador; el primero es el que tiene que mostrar el camino que crea el espíritu de equipo.

### Educación y adiestramiento

Al trabajador se le tiene que enseñar no sólo el modo en que ha de desarrollar su labor, sino también que reconozca y evite los riesgos asociados al trabajo.

El supervisor debe hacer análisis de todas y cada una de las labores, para determinar paso a paso el procedimiento más efectivo de realizarlas. En este procedimiento debe incluirse todos los riesgos, así como sugerencias para su control. Se debe adiestrar y hacer observaciones al trabajador para que siga exactamente el procedimiento seguro.

### Colaboración del empleado por medio de incentivos

Despertar interés por la seguridad y mantenimiento, es una labor que puede tomar diversas formas. Alentar a los trabajadores por medio del reconocimiento para que colaboren con el programa, es una actitud importante con el fin de conseguir la aceptación voluntaria de aquellos y para lograr esfuerzos continuos por parte de todo el personal.

Los concursos, sistemas de sugerencias, reuniones en materia de seguridad, las publicaciones periódicas, los carteles, los lemas y el reconocimiento del esfuerzo por medio de premios de diversos tipos, son medios representativos de cómo se puede crear interés. Los premios por el cuidado y orden en los departamentos, o por el mejoramiento de los índices de accidentes, proporcionarán un incentivo extra que puede representar la diferencia entre el conformismo y un programa activo.

Medios Auxiliares visuales

Este tipo de medios son una parte importante de la Seguridad Industrial, si se usan para señalar riesgos específicos o para resaltar un mensaje de seguridad.

Algunos, entre otros de estos medios, serían:

- Carteles: Colocados en lugares donde los trabajadores se reúnen o pasan con frecuencia.
- Periódicos murales: Que se usan para exponer avisos, equipos de seguridad, etc.
- Películas: Para proyectarlas en las reuniones de Seguridad o como material de adiestramiento.

CUADRO SINOPTICO RESUMIDO DE LOS ELEMENTOS DE UN PROGRAMA  
DE SEGURIDAD EN RELACION CON:

LA EMPRESA	EL LUGAR DE TRABAJO	EMPLEADOS
1. Establecer una política de seguridad industrial	1. Eliminar los riesgos mecánicos y físicos	1. Selección
	a) Resguardo en la maquinaria	2. Colocación
2. Proporcionar un medio ambiente seguro	b) Mantener el buen orden y cuidado de los locales	3. Adiestramiento
	c) Métodos seguros para el manejo de materiales	4. Supervisión
3. Proporcionar su supervisión competente	d) Mantenimiento del equipo y herramientas	5. Estimular el interés
4. Delegar responsabilidades	e) Conexión a tierra y control de la electricidad	a) Comisión de Seguridad
	f) Superficies seguras de trabajo	b) Incentivos
5. Proporcionar adiestramiento y enseñanza		c) Medios auxiliares visuales
6. Disponer inspecciones de seguridad	2. Eliminar los riesgos químicos y del medio	
7. Investigación de los accidentes	a) Proporcionar ropas y equipo de protección personal	
	b) Controlar la contaminación del aire	
8. Apreciación de la actuación en materia de seguridad	c) Regular la temperatura y la humedad	
	d) Controlar las sustancias tóxicas y los agentes químicos	
9. Llevar registros	e) Alumbrado adecuado	
	f) Control del ruido	
10. Proporcionar respaldo permanente		

CAPITULO II

INVESTIGACION DE ACCIDENTES Y ESTADISTICAS

## INVESTIGACION DE ACCIDENTES Y ESTADISTICAS

### Generalidades

Para adoptar precauciones adecuadas contra los accidentes, es preciso saber qué sucede exactamente cuando ocurren. Esto se logrará merced a la investigación cuidadosa de cada caso.

En países como el nuestro, con régimen de Seguro Social, las causas de los accidentes suelen consignarse en términos tales como: "herramientas de mano", "caída de objetos", "descuido", indicaciones que no tienen mayor valor para la prevención de los accidentes. Se requiere información mucho más detallada, la cual, por lo general, deberá obtenerse mediante una investigación especial. Estas investigaciones suelen descubrir una serie de circunstancias o factores de cuya combinación o secuencia resultó el accidente. Cada una de esas circunstancias o factores constituyen un elemento esencial de la causa del accidente, pero sólo el orden en que intervinieron todos esos elementos provocó el accidente, que no habría sobrevenido si uno de ellos hubiera faltado.

Es obvio que las estadísticas de accidentes son indispensables a fin de organizar las actividades para prevenirlos y apreciar su eficacia. Merced a las estadísticas sabemos cuántos accidentes hay, de qué tipo, cuál es su gravedad, qué categorías de trabajadores son afectadas, qué máquinas y demás equipo los provocan, a qué tipo de comportamiento van aparejados, en qué horas y lugares ocurren con mayor frecuencia, etc. Las estadísticas dan una idea general de la situación. Sin ellas sería prácticamente imposible apreciar las necesidades o juzgar los resultados.

Para compilar estadísticas se han debido adoptar ciertas medidas preliminares. Ante todo, que los accidentes sean notificados a la

persona, autoridad o institución que recoge las estadísticas. Los informes sobre los accidentes deben contener el tipo de información necesaria para las series estadísticas que se desean, en forma que permita su elaboración y presentación. La información más sencilla se refiere únicamente al número total de accidentes. Si han de calcularse tasas de frecuencia, el número de accidentes debe estudiarse con relación al número de horas de exposición al riesgo. Para calcular las tasas de gravedad será menester conocer además el número de días perdidos. Para las estadísticas que clasifican los accidentes por causa, tipo de accidente, naturaleza de la lesión, equipo con el cual ocurrió, edad y sexo de la víctima, etc., se requiere aún más información, y cuanto más complicadas sean las estadísticas, más complicado será el formulario de notificación requerido.

#### Investigación de los accidentes

Hay varios métodos de efectuar dicha investigación, que no son ni demasiado complicados ni requieren demasiado tiempo. Para los accidentes leves se han obtenido buenos resultados mediante el método siguiente: La víctima va a la sala de primeros auxilios y, una vez atendida, recibe un formulario para la investigación del accidente que debe entregar al jefe inmediato. Este último lo llena y lo envía al ingeniero de seguridad, quien, según los casos, puede efectuar personalmente una investigación más detenida o, sencillamente, archivarlo para fines estadísticos o para examinarlo y tomarlo como ejemplo en una reunión de Seguridad con los trabajadores. Este método tiene la ventaja de hacer resaltar la responsabilidad del supervisor por la seguridad de su sección.

La investigación de los accidentes siempre debiera ser hecha en el lugar mismo en que se produjeron. Dicha labor se verá sobremano facilitada si el investigador encuentra la escena del accidente exactamente como estaba en el momento en que éste se produjo. Por eso, después de un accidente, el sitio debiera dejarse tal cual, a menos que hayan de adoptarse medidas para proteger al personal o para impedir mayores daños.

Si parte de una pieza de un aparato, como una cadena o un cable, se rompe, conviene descubrir la causa de esta falla, y para ello se deberá examinar y probar el material a fin de descubrir si era inadecuado, si había sido objeto de malos tratos o si, sencillamente, estaba desgastado. La Información necesaria podrá obtenerse mediante un examen microscópico, o mediante pruebas efectuadas con una muestra del material, o mediante análisis químicos.

Los accidentes pueden investigarse con dos propósitos: descubrir quién es el responsable o cómo impedir accidentes análogos. Determinar la responsabilidad en los accidentes puede ser algo muy distinto que prevenirlos. El aspecto responsabilidad puede relacionarse únicamente con cuestiones de indemnización o juicios por infracción a los reglamentos o diferentes sanciones morales o materiales, pero en ciertos casos puede ayudar a impedir que se repita el mismo tipo de accidente.

A menudo, la misma investigación de un accidente procura delimitar responsabilidades e impedir su repetición, lo cual puede entorpecer seriamente el descubrimiento de su causa. Si la persona interrogada estima que la investigación tiene por fin descubrir al responsable, es posible que, si su conciencia no está muy tranquila, no suministre la información correcta o completa. Entonces será imposible descubrir la causa del accidente y por ende, concebir un medio de prevención. Al investigar accidentes se debe tener siempre presente que es mucho más importante prevenirlos que limitarse a asignar responsabilidades.

### Análisis y clasificación de los accidentes

La gran diversidad de accidentes hace difícil idear un método de clasificación y de registro que proporcione información esencial para la prevención, sin ser excesivamente complicado.

En todas las clasificaciones se considera que cada accidente tiene una causa. El principio que suele adoptarse al determinar las causas es el de la prevención, o sea, atribuir al accidente la causa más

fácil de eliminar directamente. Sin embargo, las posibles causas de accidentes son múltiples y muchas de ellas, como las psicológicas, tal vez no sean susceptibles de análisis estadístico. Además, la mayoría de los accidentes se deben a una combinación de causas materiales, fisiológicas, psicológicas, de organización, educativas y de otro género. Por consiguiente, para que las estadísticas sobre accidentes sean más útiles, deben ser muy amplias. Algunos países publican una gran diversidad de datos sobre causas de los accidentes.

En algunas industrias de México, con ligeras variantes, se ha adoptado el método recomendado en Estados Unidos por la Asociación Americana de Normalización, para la compilación estadística de las causas de accidentes de trabajo que dispone su clasificación según:

1. El agente material o parte de éste de que se trate (máquinas, montacargas, calderas)
  2. La inseguridad de equipo o de las condiciones materiales existentes (objetos mal protegidos, objetos dispuestos en forma peligrosa en torno a un agente material, iluminación inadecuada, ventilación deficiente, indumentaria peligrosa)
  3. Los tipos de accidentes (golpes contra objetos, golpes dados por un objeto, aprensamiento, caída en el mismo nivel, resbalamiento, exposición a temperaturas extremas)
  4. El acto imprudente (proceder sin autorización, ejecutar una operación a velocidad peligrosa, inutilizar los dispositivos de seguridad)
  5. El elemento personal de inseguridad (por ejemplo: actitud impropia, falta de conocimiento o de habilidad, deficiencias corporales)
- 
1. El agente material o la parte de éste



El agente material es el objeto o substancia que se relaciona más directamente con el accidente, en consecuencia también la parte de éste. Por regla general hubiera podido corregirse o protegerse debidamente antes de suceder el accidente.

a) El agente material

Los objetos se subdividen en los siguientes grupos principales:

- A. Máquinas
- B. Bombas y motores primarios
- C. Ascensores
- D. Aparatos de izar
- E. Transportadores
- F. Calderas y recipientes de presión
- G. Vehículos
- H. Animales
- I. Aparatos de transmisión de energía mecánica
- J. Aparatos eléctricos
- K. Herramientas de mano
- L. Productos químicos

b) La parte del agente

Para las "Bombas y motores", por ejemplo, las partes indicadas son:

- B-1 correas, poleas, cadenas y piñones, cables y roldanas o engranajes
- B-2 partes en movimiento no clasificadas en otra categoría
- B-3 partes del encendido o del sistema de enfriamiento o de calefacción
- B-4 bastidor, asiento, etc.
- B-5 válvulas, etc.
- B-6 juntas, guarniciones, empaquetaduras, etc.
- B-7 dispositivos de seguridad

B-8 volantes

B-9 ...

B-10 partes de bombas y de motores primarios no clasificados en otra categoría.

## 2. Inseguridad del equipo o de las condiciones materiales

La inseguridad del equipo o de las condiciones materiales es el estado en que se encontraba el agente material, que hubiera podido ser debidamente protegido o mejorado. En esta categoría se clasifican causas tales como:

2-1 agentes mal protegidos

2-2 agentes defectuosos

2-3 instalaciones o actos imprudentes en o sobre el agente, o cerca de éste

2-4 iluminación inadecuada

2-5 ventilación inadecuada

2-6 ropa inadecuada

## 3. Tipo de accidentes

El tipo de accidente consiste en la naturaleza del contacto entre la persona afectada y el objeto o substancia que causa el accidente, se trate de la exposición al riesgo o del movimiento de la persona afectada que ha provocado el accidente. Hé aquí algunos tipos de accidentes:

3-1 golpes contra objetos (se trata generalmente de contactos con su superficies cortantes o ásperas que producen cortaduras, escoriaciones, pinchazos, etc., por efectos de golpes contra un objeto, arrodillándose o resbalando sobre un objeto)

3-2 golpe dado por un objeto (caída de un objeto que salta, resbala o se mueve)

3-3 aprisionamiento en o entre objetos

3-4 caída en el mismo nivel

4. El acto de imprudencia

Acto de imprudencia es el que, en violación de una medida de seguridad admitida generalmente, ha provocado el tipo de accidente en cuestión.

Entre otros actos de imprudencia, cabe citar:

- 4-1 proceder sin autorización, no proteger o advertir
- 4-2 ejecutar un trabajo u operación a velocidad peligrosa
- 4-3 inutilizar los dispositivos de precaución
- 4-4 emplear equipo inadecuado, servirse de las manos en vez del equipo o utilizarlo de manera imprudente
- 4-5 imprudencia al cargar, colocar, mezclar o combinar materiales
- 4-6 posición o postura imprudente

5. El elemento de inseguridad personal

El elemento de inseguridad personal es parte de la disposición mental o física que ha hecho posible o causado el acto de imprudencia.

Este factor se divide en los siguientes grupos:

- 5-1 actitud impropia
- 5-2 falta de conocimiento o de habilidad
- 5-3 deficiencias corporales

Cada grupo se subdivide en una clasificación detallada. Por ejemplo, bajo 5-1 actitud impropia se consigna:

- 5-1-1 inobservancia deliverada de las instrucciones
- 5-1-2 carácter violento
- 5-1-3 distracción
- 5-1-4 intención de lesionar
- 5-1-5 nerviosidad, excitación, etc.
- 5-1-6 falta de comprensión de las instrucciones

Como ya se ha mencionado, en este caso la circunstancia esencial se indica en el punto 2. y por ahí debería comenzar la labor de prevención de accidentes. Si de paso puede hacerse algo con respecto a los puntos 4. y 5. tanto mejor, pero el punto 2. sigue siendo esencial para evitar nuevos accidentes de este tipo.

Cabe señalar que cuando se considera el acto imprudente (4.) y el factor personal de inseguridad (5.), se entra en el terreno de la psicología. Según el método recomendado en Estados Unidos, la víctima del accidente suele cometer el acto imprudente y el factor personal de inseguridad siempre es imputado a ésta. Sin embargo, en estos momentos se están investigando a fondo las actitudes impropias, la falta de conocimiento y otros factores personales de inseguridad del personal dirigente y de los supervisores, como elementos que intervienen en la causa de los accidentes.

En su forma actual, los puntos 4. y 5. del método recomendado en Estados Unidos, dan la impresión de que las causas psicológicas de los accidentes casi siempre emanan del trabajador y no ponen de relieve factores tales como la incompetencia de los supervisores, la mala administración del personal y el ritmo excesivo de trabajo. Sin embargo, es la mejor clasificación de las causas de los accidentes publicada hasta ahora. En efecto, pocos son los países que publican clasificaciones ni siquiera aproximadas a ésta, en cuanto al detalle.

#### Estadísticas acerca del "Factor Humano" en el origen de los accidentes

Se han reunido estadísticas para determinar cómo se distribuyen los accidentes a lo largo de la jornada de trabajo y cuántos accidentes ocurren en cada día de la semana. Esta información es muy interesante porque en este caso es mucho más probable que el "factor humano" sea la causa de las variaciones. En general, estas estadísticas revelan que suceden más accidentes en las últimas horas del turno de la mañana o de la tarde que en las demás horas de la jornada. La figura 1 constituye un ejemplo de tales estadísticas, presentadas en forma de gráfica.

Para saber si los trabajadores más experimentados tienen más o menos accidentes que los más novatos, puede recurrirse a estadísticas que revelan la distribución de los accidentes entre los trabajadores según su antigüedad, o las que dan información sobre los accidentes en los que intervienen trabajadores calificados y no calificados que trabajan en circunstancias análogas.

Las estadísticas que indican la relación existente entre el número de accidentes y la edad de los trabajadores ilustran otro aspecto importante de la influencia del "factor humano". La figura 2 nos proporciona un buen ejemplo. Estas estadísticas dan información interesante sobre varios factores distintos. Sin embargo, es difícil interpretar esta información con exactitud, ya que a primera vista no se percibe si, por ejemplo, las diferencias consignadas pueden atribuirse únicamente a los factores mencionados (edad, hora de la jornada, día de la semana) o si intervienen asimismo otros factores. Este inconveniente podría superarse en parte si las estadísticas abarcaran un número suficiente de trabajadores, pero su interpretación seguirá dando lugar a dudas. Sin embargo, de estas estadísticas pueden sacarse algunas conclusiones bastante concretas. La figura 2, por ejemplo, revela claramente la necesidad de ocuparse especialmente de los trabajadores jóvenes. La figura 1 demuestra que el máximo de accidentes se registra hacia el final de la mañana y de la tarde. Este fenómeno también despierta interés, pero no es fácil descubrir su causa. ¿Se trata de la fatiga o de un factor inherente a los hábitos de los trabajadores que acaso no siempre trabajan al mismo ritmo? o ¿intervienen otras causas? En este caso, las estadísticas revelan una situación que es menester mejorar; según parece se requiere proceder a investigaciones especiales para descubrir por qué hay más accidentes en esas horas de la jornada y qué ha de hacerse para reducir su número.

Investigaciones hechas con el personal de la fábrica Loreto han reflejado que, por ejemplo, en la gráfica figura 2. hay una línea con una pendiente que la mantiene horizontal (en 9%). Este porcentaje de accidentes lo sufren jóvenes menores de 20 años de edad, con trabajo eventual; jóvenes que generalmente son estudiantes y trabajan en su tiempo

libre o vacaciones. Podría decirse que en sus orígenes, tales accidentes se deben al desconocimiento de las técnicas observadas en la planta, es por ende que su trabajo se relaciona únicamente a limpieza de pisos y trabajos de oficina y de ninguna manera trabajan cerca de las máquinas productoras de papel y otros sitios peligrosos. Con esto, en esta fábrica se trata de reducir el porcentaje de estos accidentes al mínimo. Debe tomarse en cuenta que lo propio sería no emplear personal de esta edad, pero esto ayudaría el desempleo y la vagancia, lo cual estaría en contra de la política nacional.

Importancia relativa del agente material y de la conducta del trabajador como causas de accidentes

Generalmente se distinguen dos grupos de accidentes, los imputables a causas tecnológicas, mecánicas o físicas, y los imputables al comportamiento imprudente del trabajador.

El primer grupo comprende causas tales como partes defectuosas, máquinas no protegidas, cables eléctricos en mal estado y cuerdas para izar gastadas. En el segundo grupo se encuentran la distracción, la negligencia, la temeridad, la ignorancia del peligro, etc. Comúnmente se considera que el 15% de los accidentes corresponde al primer grupo y el 85% al segundo, de ello se desprende que los esfuerzos debieran concentrarse en el grupo más numeroso, o sea el que comprende el 85% de accidentes.

Si éste se examina se advertirá que muchos accidentes que se clasifican en este último grupo (por ejemplo, accidentes debidos a la mala organización de la fábrica, por los cuales no es necesariamente responsable el trabajador) podrían figurar perfectamente en el grupo más reducido.

Rara vez un accidente es debido únicamente a un acto de imprudencia. Como ya se ha dicho, los accidentes suelen ser causados por una serie de circunstancias; el acto imprudente puede ser una de ellas, pero

es muy probable que también se encuentren presentes condiciones materiales inseguras y, por lo tanto, también estaría justificado clasificar el accidente como causado por dicha inseguridad del equipo o de las condiciones materiales.

En la práctica, la mayoría de los accidentes podrían clasificarse de tal modo que el acto imprudente de un trabajador no aparezca como causa primaria, o sea, como el factor sobre el que debieran redoblar los esfuerzos a fin de impedir su repetición.

De nada serviría citar circunstancias imposibles de impedir; por lo tanto, el descuido, la negligencia y la distracción, así como otros defectos, no debieran ser considerados causas principales de los accidentes, aunque contribuyan a ocasionarlos. Es necesario que en el Departamento de Seguridad un psicólogo forme parte de su personal, para resolver problemas y ayudar a evitar accidentes ocasionados por las causas antes mencionadas.

#### Gravedad de los accidentes

Las estadísticas demuestran que por cada 29 accidentes con lesiones leves y por cada 300 que no causan lesión (o sea, accidentes fallidos) ocurre un accidente del tipo que de ordinario da derecho a indemnización.

Algunos investigadores consideran que la relación existente entre las tres categorías de accidentes es 1 : 20 : 200, sea cual fuere la más exacta, el hecho es que por cada accidente grave suceden muchos que no causan lesiones. Sabido esto, es posible proyectar con eficacia programas de Seguridad, ya que si se presta suficiente atención a los accidentes que no provocan lesiones, es muy probable que disminuya el número de accidentes que sí las provocan, especialmente cuando éstos son graves. De todos modos, será preciso estudiar detenidamente los accidentes leves o fallidos, porque a menudo la gravedad del accidente no constituye en lo absoluto un índice de frecuencia con que se repetirá, ni el hecho de

que un accidente no haya causado lesión a nadie, constituye, en un caso dado, una garantía de que en circunstancias análogas no ocurrirá un accidente grave en lo futuro. Por consiguiente, sería un gran error si, de los 330 accidentes mencionados, sólo se adoptaran medidas para impedir que uno de ellos se repita, ignorando los 329 restantes. Es de primordial importancia descubrir y evitar las causas de los 300 accidentes fallidos.

Es fácil disponer que los accidentes que hagan perder días de trabajo sean notificados al ingeniero de Seguridad o a otro jefe y la mayoría de las 29 lesiones leves a la enfermera de primeros auxilios, pero ¿qué hacer en el caso de los 300 accidentes fallidos? Algunas empresas consideran importante que sean notificados también, pues entre éstos se dan casos de tropezones, resbalones, caídas, etc., que podrían haber provocado una lesión, que hubieran podido ser serios pero que por casualidad no lo fueron. Si estos casos pudiesen descubrirse, ello permitiría adoptar medidas para impedir su repetición y, probablemente, reducir así el número de accidentes que causan lesiones y días perdidos.

#### Compilación de estadísticas de accidentes

Pueden compilarse estadísticas para una sola empresa o todas las industrias de un país. Pueden prepararse estadísticas especiales para determinados tipos de accidentes, como por ejemplo, accidentes con la electricidad, accidentes con escaleras, etc.; para ciertas categorías de trabajadores, como por ejemplo, jóvenes; o para otros propósitos. Las estadísticas del mismo tipo llevadas durante varios años sirven para saber si el número de accidentes aumenta o disminuye y para comprobar, por lo tanto, si la labor de prevención tiene o no resultados positivos en la empresa, región o industria de que se trate. Las estadísticas preparadas para diversas empresas, donde se trabaja en condiciones más o menos análogas, permiten determinar si una empresa dada se destaca sobre el término medio, o si debe mejorar mucho desde el punto de vista de la prevención de accidentes.



Por consiguiente se echa de ver que las estadísticas de accidentes debieran ser comparables no sólo de un año a otro, sino entre industrias, regiones y, en lo posible, países. La principal limitación a la comparabilidad de las estadísticas de accidentes estriba en el doble objetivo para el cual han sido concebidas: La prevención de los accidentes y su indemnización. Para efectos de prevención, las estadísticas debieran proporcionar información completa sobre la causa, frecuencia, industria y ocupación, así como también otros factores que influyen el riesgo. Por otra parte, las estadísticas para la indemnización se utilizan sobre todo con fines administrativos y deben consignar el número de accidentes y su grado de gravedad, la duración de la incapacidad y el importe de las indemnizaciones pagadas. A tal efecto, en la definición de un accidente se incorporan las diversas condiciones legales a las cuales se supedita el otorgamiento de una indemnización. Un grave obstáculo para las estadísticas en su utilización con fines preventivos ha sido que en algunos casos no se han comprendido las diferencias entre esas dos finalidades. Las estadísticas que han de utilizarse con propósitos preventivos no debieran ser ideadas con el fin primordial de satisfacer las necesidades de las autoridades encargadas de pagar indemnizaciones a los trabajadores.

A fin de que las estadísticas de accidentes tengan el mayor grado posible de comparabilidad con fines preventivos, es preciso aplicar los principios siguientes:

- Las estadísticas de accidentes debieran compilarse partiendo de una definición uniforme de los accidentes de trabajo: en general para los efectos de la prevención, y en particular, para medir la magnitud de las tasas de riesgo. Todos los accidentes definidos de esta suerte debieran ser notificados y tabulados uniformemente.
- Las tasas de frecuencia y de gravedad debieran ser compiladas utilizando métodos uniformes; debiera haber una definición uniforme de accidentes, métodos uniformes para calcular el tiempo de exposición al riesgo y métodos uniformes para expresar las tasas de riesgo.

- La clasificación de industrias y ocupaciones para los efectos de estadísticas de accidentes debiera ser uniforme en todas partes.
- La clasificación de las causas y de los accidentes debiera ser uniforme y debieran aplicarse los mismos principios en todos los casos para determinar las causas de los accidentes.

#### Cálculo de las tasas de accidentes y algunas estadísticas

Para poder comparar el número de accidentes ocurridos en una fábrica año con año con los de otra del mismo ramo, debe tenerse en cuenta la incidencia del mayor o menor número de trabajadores de uno y otro lado. A tal efecto, es preciso calcular la tasa de frecuencia de los accidentes, o sea el número de lesiones por cada millón de horas-hombre de exposición al riesgo. Para poder comprender mejor estos cálculos se dan a continuación una serie de ejemplos:

En una empresa con 400 trabajadores, donde se trabajan 50 semanas de 48 horas por año, ocurrieron 50 accidentes durante ese período. Por motivos de enfermedad, el 6% del total del tiempo trabajado faltó.

Del número total de horas-hombre ( $400 \times 50 \times 48 = 960,000$ ) debe substraerse un 6% (57,600), lo cual nos da un número real de horas-hombre de trabajo de 902,400. Así pues, la tasa de frecuencia es:

$$F = \frac{50 \times 1,000,000}{902,400} = 55.40$$

Esta tasa de frecuencia revela que en un año ocurrieron 55.40 accidentes por cada millón de horas-hombre trabajadas.

Hasta ahora sólo se ha considerado el número de accidentes, y esto no da una medida muy exacta de sus efectos. Para darse una idea

más cabal de la situación debe calcularse asimismo la tasa de gravedad.

Si en el ejemplo dado para el cálculo de la tasa de frecuencia el número de días perdidos como resultado de esos 50 accidentes fue de 1,200, la tasa de gravedad sería la siguiente:

$$S = \frac{1,200 \times 1,000}{902,400} = 1.329$$

Así pues, esto significa que en un año se ha perdido alrededor de 1 1/3 días por cada mil horas-hombre de trabajo (1,329 días por millón de horas-hombre, según el sistema de Estados Unidos)

El cálculo de las tasas de gravedad es más difícil cuando un accidente provoca una incapacidad permanente o la muerte. Para estos casos suele existir una tabla nacional que especifica, a los efectos estadísticos, el número de días que han de considerarse perdidos por cada tipo de incapacidad.

La norma norteamericana contiene una escala de ese tipo que asigna distintos períodos de ausencia por mutilación de miembros o por pérdidas de su funcionamiento. El máximo es de 6.000 días perdidos en caso de muerte y descuentos menores por pérdida o lesión de distintas partes del cuerpo. La Sexta Conferencia Internacional de Estadígrafos del Trabajo de 1947, recomienda que los accidentes mortales se cuenten como una pérdida equivalente a 7.500 días de trabajo.

Si además de los 50 accidentes con pérdida de días de trabajo, mencionados en los ejemplos anteriores, hubiese ocurrido un accidente mortal, la tasa de frecuencia hubiera sido:

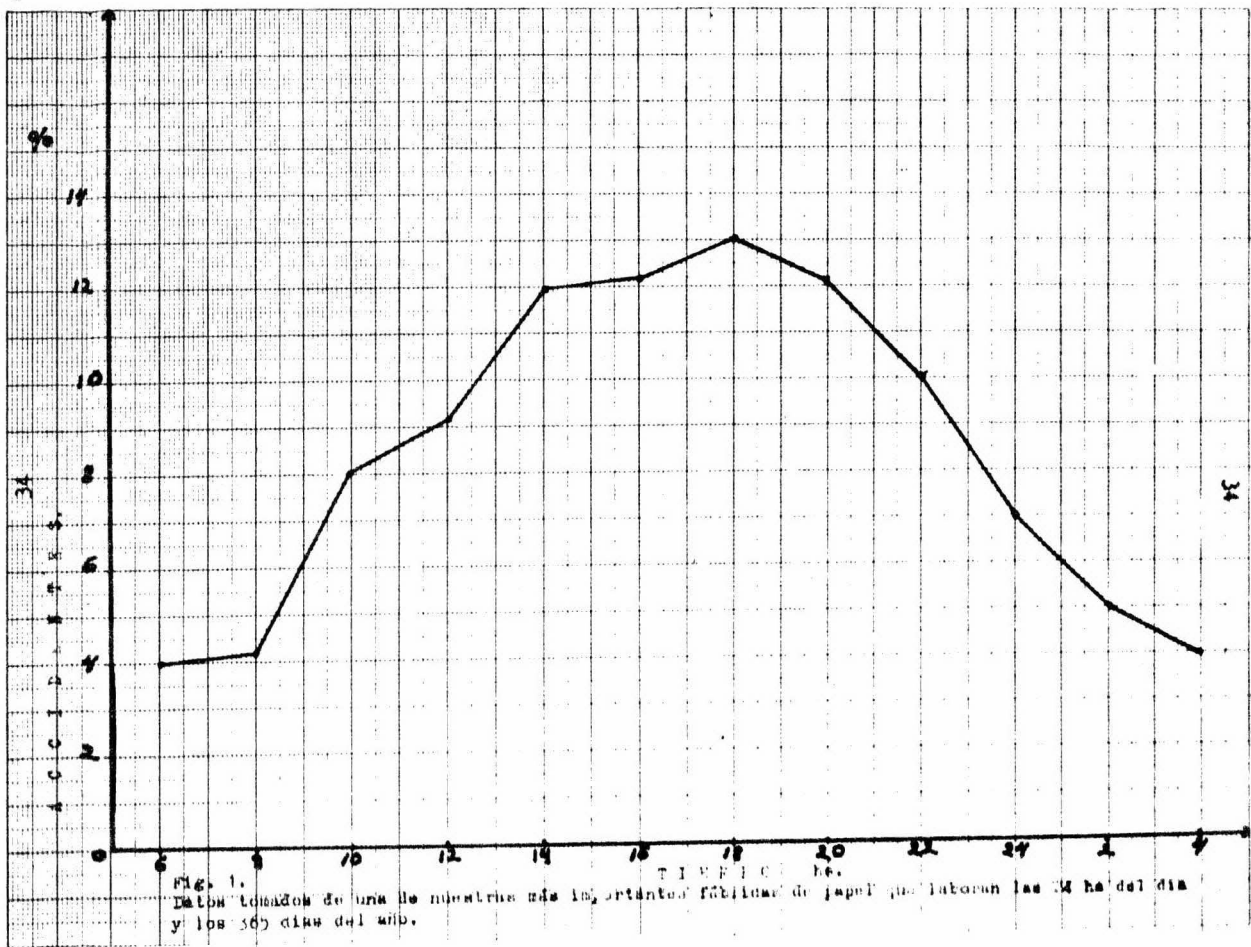
$$F = \frac{51 \times 1,000,000}{902,400} = 56.51$$

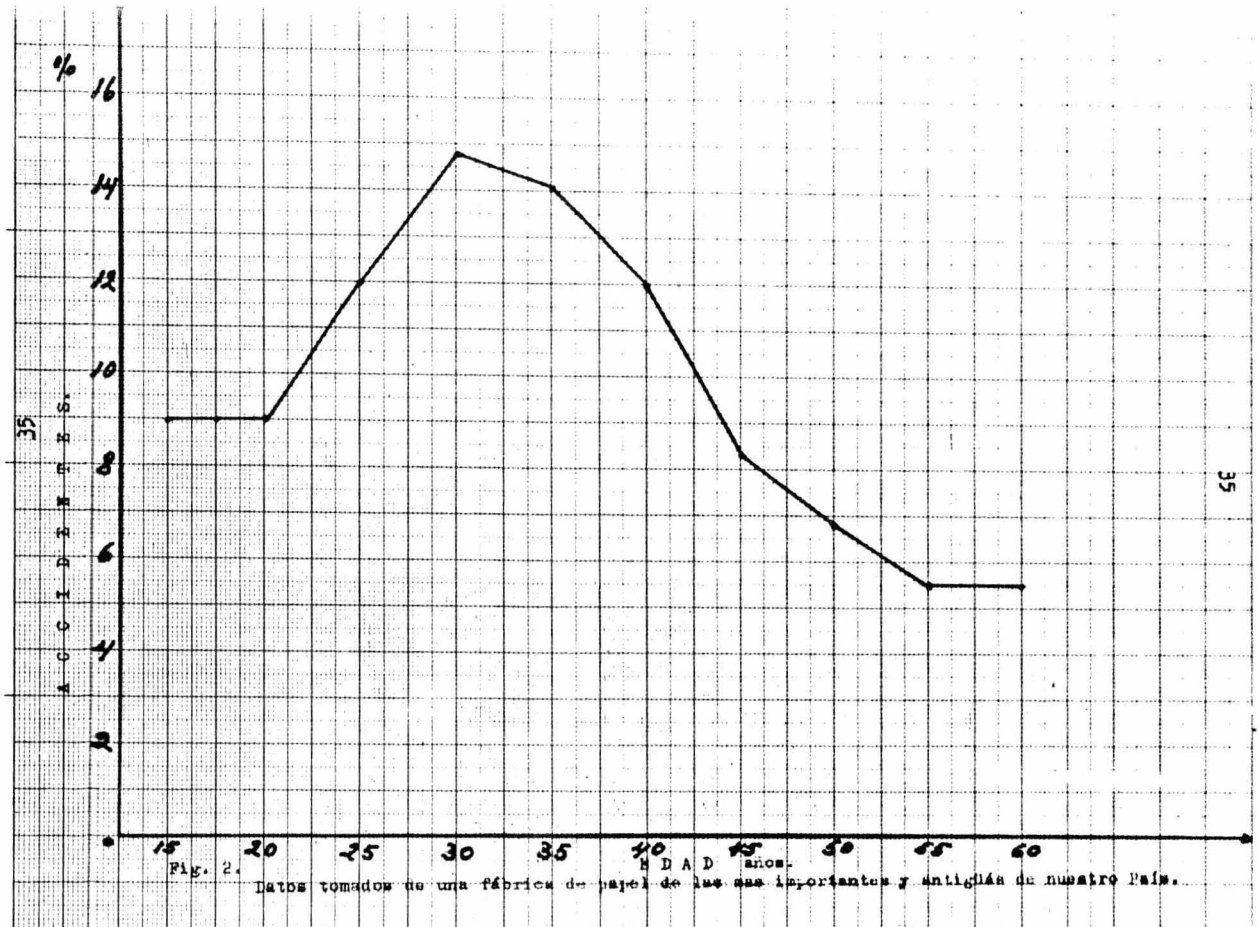
Los días perdidos en cada caso, conforme a la recomendación de la Sexta Conferencia Internacional de Estadígrafos del trabajo hubiera sido (1,200 + 7,500) 8,700 y la tasa de gravedad:

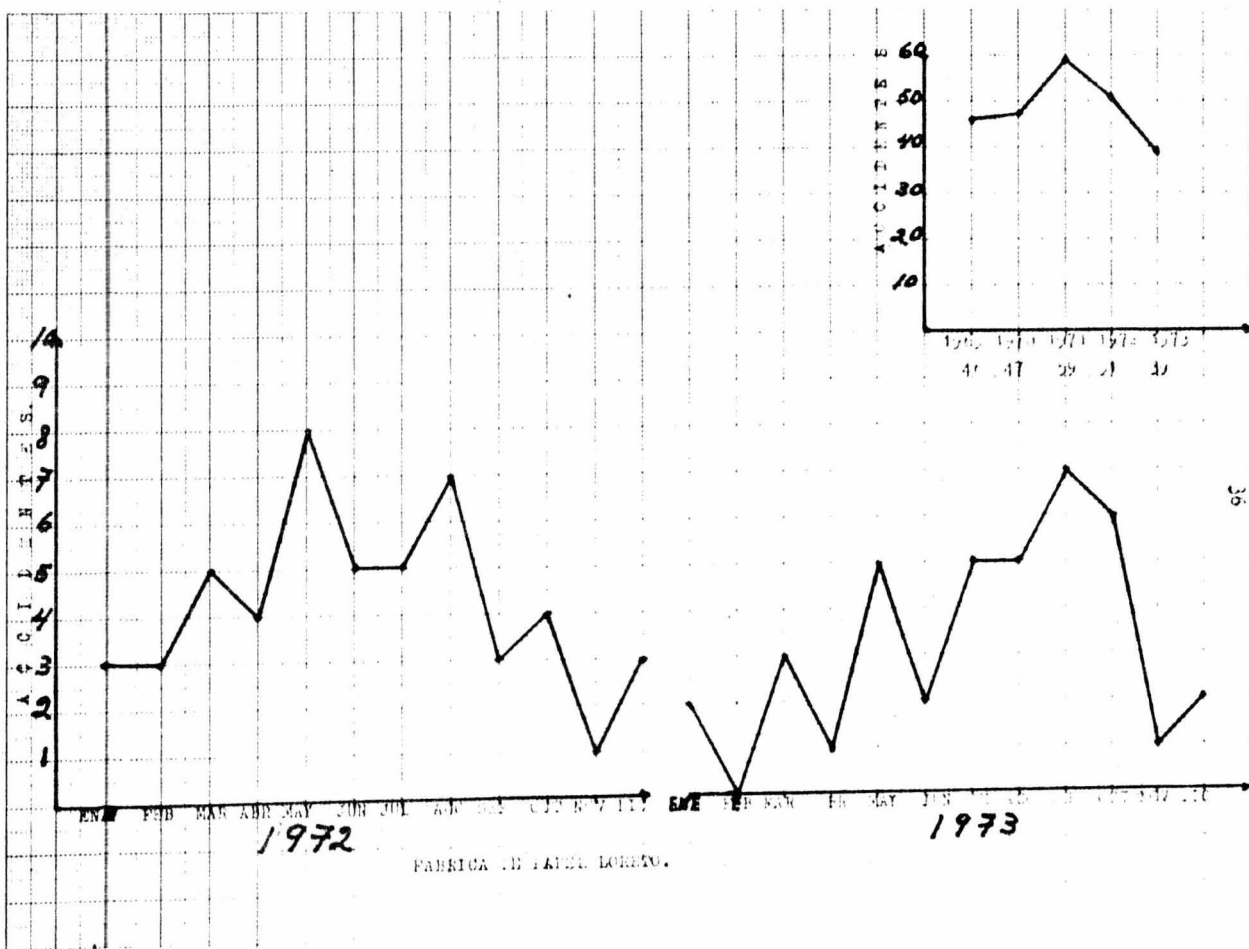
$$S = \frac{8,700 \times 1,000}{902,400} = 9.64$$

Mediante las tasas de frecuencia y de gravedad de los accidentes se obtiene información valiosa sobre la seguridad en una fábrica, tanto en términos absolutos como con respecto a la situación existente en otras fábricas donde se trabaja en condiciones análogas.

Las estadísticas de accidentes no se compilan únicamente con fi nes de investigación y estudio de la prevención de accidentes. Aunque esta sea la razón principal, también es importante que todos los interesa dos conozcan debidamente cuál es la situación existente en cuanto a acciden tes, para alertarlos y avivar su interés, ayudándoles a cobrar conciencia de la Seguridad. Para ello, a veces conviene presentar los datos estadísticos no sólo en cifras, sino también en forma gráfica, que a menudo se captan mejor que las cifras.







FABRICA DI FATEL DORNO.

CAPITULO III

LOS COLORES EN LA INDUSTRIA



## LOS COLORES EN LA INDUSTRIA

### Generalidades

Tomando en cuenta la enorme importancia que tiene el uso de los colores en la prevención de los accidentes en el trabajo; se dan a continuación una serie de normas y consideraciones que están de acuerdo con el código de colores del I.M.S.S., el cual está basado en normas internacionales de seguridad e higiene que son necesarias para mejorar las condiciones de trabajo y proteger la salud y la vida de los trabajadores.

### Selección de colores

En la selección técnica de colores se toman como base las tres características siguientes: visibilidad, contraste y efecto psicológico.

De acuerdo con lo anterior, los colores más importantes, y sus características por lo cual fueron escogidos, son:

- Rojo: Por estar asociado al fuego y ser de gran visibilidad.
- Verde: Por simbolizar mundialmente la seguridad y el auxilio médico.
- Azul: Por tener cierta asociación con el color del arco eléctrico.
- Naranja: Por su gran visibilidad y contraste y por estar formado por la combinación de los colores amarillo y rojo.
- Magenta: Por ser un color muy novedoso y tomar gran visibilidad y estar formado por el violeta y el rojo.

Blanco: Por tener gran visibilidad y producir un marcado contraste con el negro.

Amarillo: Por estar dotado de gran visibilidad bajo cualquier condición normal de iluminación.

Negro: Por hacer contraste muy visible con la mayoría de los colores.

Gris: Por ser la mezcla del negro y el blanco y producir excelente contraste con la mayoría de los colores.

Además de lo anterior, todos estos colores son los que producen el mayor grado de excitación en los elementos receptivos del ojo humano.

Los colores seleccionados anteriormente son los aceptados en la mayoría de los países que tienen un desarrollo industrial importante y se les utiliza como medio de gran eficacia para contribuir a la seguridad en el trabajo.

En cuanto al estudio del tono más adecuado para cada color, hay ligeras variantes en cada país. Pero independientemente de esto, los colores anteriores son aceptados universalmente.

#### Significado de los colores

Rojo: Se utiliza para marcar los equipos y aparatos contra-incendio y para señalar el sitio de su ubicación. Se aplica en forma de un círculo lleno; y sobre él se pinta todo el equipo o solamente la figura de un extinguidor.

Verde: Se usa para marcar los equipos de seguridad y de primeros auxilios, así como para señalar el lugar donde estén colocados, se marcan con la forma de un círculo lleno, con una cruz blanca en el centro.

Azul: Indica riesgo eléctrico: contacto, llave de paso o arranque de equipo. Se aplica en forma de un círculo lleno en azul.

Naranja: Se utiliza para pintar los interiores de las tapas de las cajas que contienen partes en movimiento o conexiones que deben estar cerradas (cubiertas), para que de esta manera sean lo más notorias a la vista del trabajador cuando estén abiertas y de inmediato las cierre.

Magenta: Se usa para indicar el peligro de riesgos por radiaciones ionizantes. Se marcará con un círculo central pequeño y tres aspas -en color magenta- sobre fondo amarillo.

Blanco con barras negras:

El color blanco se empleará para pintar los depósitos de basura y marcar su localización; así como los pasillos de tránsito. El blanco con barras negras indica obstáculos en el tránsito, que deben respetarse.

Amarillo con barras negras:

El color amarillo se usa de fondo para contrastar las barras negras que se marcan encima; indicando diferencia de niveles en el piso o partes salientes en el tránsito.

Sistema de tubería

Mediante el uso de los colores en los sistemas de tuberías se ayuda a la identificación del material líquido o gaseoso que conducen, para contribuir a la mayor seguridad en el trabajo.

Puede pintarse toda la tubería del color respectivo y sobre el propio color se marca el nombre del material que contenga y señalando en la misma forma, con flechas, el sentido de la circulación.

Cuando la longitud de las tuberías lo permiten deben pintarse en toda su extensión y, cuando no sea posible, puede hacerse solamente a tramos en forma de marcas equidistantes, en marbetes o anillos, pintando el nombre del material y la flecha de circulación sobre dicho fondo pintado.

Debe tenerse la precaución de pintar estas marcas parcial o totalmente cuando las tuberías cambian de sentido o atraviesan muros. También deben pintarse estas marcas en los puntos de unión, distribución, cierre de válvulas o cambios de dirección, cuando en el mismo sitio existan varios sistemas.

#### Materiales que pueden contener las tuberías

Debido a la importancia que tienen estos materiales, no sólo en una fábrica de papel sino para la industria en general, se han agrupado de la siguiente manera:

I. Equipo y materiales para la protección contra el fuego

(Marcados con la letra F)

Materiales y equipos incluyendo sistemas de rociador, hidrantes, mangueras y puertas de escape.

II. Materiales peligrosos

(Marcados con la letra D)

Este grupo comprende los materias de mayor riesgo: tóxicos, corrosivos, inflamables, explosivos, de alta presión o de alta temperatura.

III. Materiales no peligrosos

(Marcados con la letra I)

Este grupo comprende los materiales de grado mínimo de peligrosidad y de manejo fácil: no tóxicos, no corrosivos, no inflamables, no explosivos, de presión o temperatura bajas.

IV, Materiales de protección

(Marcados con la letra P)

Son materiales que se utilizan en la prevención de los riesgos: antídotos, materiales para contrarrestar humos y descargas.

Ejemplos de materiales más comunmente usados en una fábrica de papel:

<u>Grupo</u>	<u>Material</u>	<u>Observaciones</u>
I	Agua	De protección contra el fuego
II	Cloro	Líquido o gases. Peligroso.
II	Acido sulfúrico	Líquido. Sumamente peligroso.
II	Hidrosulfito de Zinc	Peligroso.
II	Solución sulfato de Aluminio	Corrosivo.
II	Hidrógeno	Extremadamente inflamable. Gaseoso.
II	Acetona	Extremadamente inflamable. Líquido.
II	Aire	Con alta presión.
IV	Bióxido de Carbono	Para la extinción del fuego.
II	Oxigeno a presión	Para soldadura.

Colores que deben usarse en las tuberías según la clase de material que contengan

Rojo

I. Equipo de protección contra el fuego

Amarillo o naranja

II. Materiales peligrosos

Verde (o colores armónicos: blanco, negro, gris o aluminio)

III. Materiales no peligrosos.

Azul claro

IV. Materiales de protección

Tipo y tamaño de las letras para las leyendas en la tubería

Las letras de 1/2" a 3 1/2" se recomiendan para las tuberías muy gruesas y de 3/4" para las delgadas.

Cuando las líneas de la tubería están situadas a distancia del operador en dirección horizontal, las leyendas serán también en forma horizontal. Si se emplean marbetes en forma de cuello o faja, éste tendrá el color correspondiente, abarcando todo el diámetro del tubo y servirá para el fondo de la leyenda y la flecha indicadora.

En los casos en donde sea necesario pintar por completo cada tubo del sistema de una tubería, el tamaño de las leyendas deberá estar sujeto a las especificaciones siguientes:

Diámetro de tuberías (en pulgadas)	Ancho de bandas (en pulgadas)	Tamaño de las letras (en pulgadas)
de 3/4 a 1 1/4	8	1/2
de 1 1/2 a 2	8	3/4
de 2 1/2 a 6	12	1 1/4
de 8 a 10	24	2 1/2
más de 10	32	3 1/2

Color que debe usarse en las leyendas según la banda correspondiente

	Color bandas	Color letras
I. Material contra fuego	Rojos	Blanco
II. Material peligroso	Amarillos	Negro
III. Materiales no peligrosos	Verdes	Negro
IV. Materiales de protección	Azules	Blanco

CAPITULO IV

SEGURIDAD EN MANIOBRAS PESADAS

Y

MANEJO DE MATERIALES

## SEGURIDAD EN MANIOBRAS PESADAS Y MANEJO DE MATERIALES

### Generalidades

La ejecución de maniobras pesadas y el manejo de materiales en una fábrica de papel no difiere mucho de las que se realizan en otras fábricas que atienden a otros procesos, en cuanto a que siempre se registra un gran porcentaje de accidentes, cuando no se toman en cuenta las normas de seguridad.

Se puede observar más adelante, que este trabajo es un estudio de la forma en que el personal de nuestra industria ejecuta dichas funciones y algunas consideraciones más para mejorarlas como medio de reducir los riesgos.

La Seguridad en nuestra industria, prescindiendo del problema humano, plantea problemas de enorme importancia desde el punto de vista económico.

Un somero análisis de los índices de frecuencia y gravedad de cualquiera de nuestras fábricas confirmará inmediatamente lo anteriormente expuesto.

Un examen detenido de los accidentes aislados, muchas veces con consecuencias fatales, lleva a la conclusión de que su causa primordial está en la imprudencia, en el desconocimiento del método o de la manipulación del material empleado y en una actitud involuntariamente negativa, o por lo menos descuidada, ante las órdenes y prescripciones dictadas.

En el manejo de materiales y en las maniobras pesadas se origina el 22% de la totalidad de los accidentes industriales, representando



ello la cantidad de cinco mil novecientos cuarenta millones de pesos anuales, al considerar las estadísticas de la Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad, A.C., que dicen que se tendrá en el país un costo superior a los veintisiete mil millones de pesos para el año de 1974.

#### Maniobras pesadas

Las maniobras pesadas que generalmente se realizan en las fábricas de papel son:

- Montaje de equipo nuevo. Dentro de este tipo de equipo se encuentra todo aquel que se usa para integrar los procesos de transformación de nuestra industria y entre los cuales pueden encontrarse tanques de diferentes tipos con sus correspondientes aditamentos; reactores, partes de máquinas diversas, grandes bombas de vacío, cilindros, secadores, cajas de vacío, etc.
- Mantenimiento de equipo existente. Dentro de este renglón puede encontrarse algún equipo como el ya mencionado entre otros.
- Movimientos de maquinaria. Esto involucra la recepción de maquinaria nueva en las espuelas del ferrocarril o en la plataforma de carros pesados, bajarla, conducirla al sitio en donde deberá montarse, lo cual significa tener que subirla, bajarla a muchos metros sobre o bajo el nivel del piso.
- Traslado de rollos de papel. La elaboración de papel lleva consigo en el lado seco de la máquina la formación de rollos que serán transportados a los departamentos de acabado o a lugar donde deberán almacenarse; cuando están todavía dentro del perímetro de la máquina se manejan con grúas viajeras y después deberán manipularse con montacargas con capacidad suficiente. La formación de estibas con los rollos de papel es generalmente obligada y esta operación representa riesgos.

La ejecución de maniobras pesadas involucra el uso de equipo especial como: grúas de elevación, malacates, gatos de diferentes tipos, palancas, grúas viajeras, estrobos, cables de todas clases, cadenas, soportes de todos tipos, etc. Este equipo, por la urgencia con que normalmente se necesita en el sitio de trabajo no es sometido a un mantenimiento o reposición adecuada, usándolo casi sin ninguna inspección. El personal que trabaja en la ejecución de maniobras pesadas, normalmente pertenece a contratistas y éstos, por la eventualidad de las obras, tienen a su cargo personal también eventual. Este personal eventual, excepto el que cae dentro de la clasificación de obrero calificado como son: soldadores, paileros, tuberos y mecánicos, no posee una disciplina industrial y aún teniéndola, su formación no ha adquirido todavía la conciencia necesaria de seguridad tan indispensable en el desempeño de estos menesteres.

Se tiene entonces un personal que puede desconocer las instalaciones donde se encuentra trabajando, las disposiciones particulares en materia de seguridad, los peligros del sistema de producción, las limitaciones de los apoyos que normalmente elige a su criterio usando columnas, tubos, soportes, etc., ya construídos y que en no pocas veces ocasionan graves accidentes. La deficiente formación educacional y ocupacional origina que este personal viole constantemente las más elementales reglas de seguridad manifestadas en ocupaciones como las siguientes:

- Soldar sin la protección ocular adecuada.
- Soldar y maniobrar a grandes alturas sin estar amarrados.
- Escalar sitios cercanos a líneas de alto voltaje, sin ninguna precaución.
- No revisar cuidadosamente los elementos de trabajo.
- No respetar las indicaciones de seguridad instaladas.

Todas las fallas mencionadas son también en menor o mayor grado posibles de encontrar en el personal propio.

Las consecuencias de tales descuidos no se hacen esperar: accidentes fatales de todos los tipos tales como fracturas en diversas partes del cuerpo, luxaciones, amputaciones, heridas, quemaduras con vapor,

con reactivos químicos, así como con fuego, caídas a nivel diferente, machucones, prensamientos contra otros cuerpos, etc.

#### Recomendaciones de seguridad al ejecutar maniobras pesadas

La revisión periódica del equipo especial para la manipulación de cargas pesadas es imprescindible, con objeto de verificar su buen estado.

Cables. Los cables se fabrican de fibras vegetales, de fibras sintéticas y de fibras de acero.

Los cables de fibras vegetales son los de menor resistencia con relación a diámetros iguales, pero por su economía son los más usados. Todos los cables vegetales se deterioran al contacto directo de gases o líquidos corrosivos, disminuyendo considerablemente su resistencia a la ruptura. Igualmente se deterioran al estar expuestos a radiaciones caloríficas. Conviene lavarlos periódicamente y secarlos posteriormente, no se recomienda guardarlos húmedos, aunque es mejor esto que humedecer y secar alternadamente.

Además de los cables de acero, los hay fabricados de otros materiales como: nylon, dacrón, orlón, polietileno. En general, los cables hechos de estos materiales resisten a los aceites derivados del petróleo, a los solventes más comunes y a diferentes derivados químicos, pero son afectados por los aceites secantes como el de linaza y los ácidos minerales como el sulfúrico y el muriático. Son, en términos generales, dos y media veces más resistentes que los cables de origen vegetal.

Revisión de los cables. Cuando están nuevos se recomienda hacer una revisión cuidadosa en toda su extensión, después, y a condiciones normales de uso, revisar cada 30 días y en períodos más cortos en caso de ser utilizados en andamiajes. Para condiciones de uso más drásticas, revisarlos diariamente. Esta revisión indica: verificar desgaste, partes luídas, fibras rotas o cortadas, desplazamiento de torones, varia-

ción del tamaño o redondez de los torones, decoloración del cable y localización de partes podridas.

Cuidado de los cables. Conviene limpiar los cables antes de guardarlos, la limpieza se hace con agua y se secan antes de guardarlos. No exponerlos a fuentes caloríficas porque se seca el aceite que el fabricante les ha puesto. No secar ni mojar alternadamente, porque disminuyen más las características de resistencia. En todo caso, es mejor dejarlos mojados.

Cables de acero. Se usan para maniobras y transmisión de fuerza motriz. Se prefieren a los vegetales porque tienen mayor resistencia a igualdad de diámetros. Su resistencia no varía estando secos o mojados. Su longitud y su mayor durabilidad no varía con la temperatura. La seguridad de vidas y de bienes exige que se escoja el cable de acero, dándole el cuidado adecuado y el uso correcto.

Otros aditamentos. En la ejecución de maniobras pesadas se usan otros aditamentos como: poleas, diferenciales con cadenas de eslabones, estrobos, herramientas en general, etc. Conviene revisar las condiciones de estos auxiliares previniendo la corrosión, las roturas y el desgaste, dándole a todo esto un mantenimiento adecuado.

En cuanto al personal que ejecuta estas maniobras hay que considerar que está sujeto a riesgos muy especiales, los cuales ya se mencionaron. Es aconsejable instruirlo a base de pláticas con él, con indicaciones precisas sobre el trabajo a desarrollar, incluyendo en todas ellas lo referente a la seguridad.

### Manejo de materiales

#### Consideraciones generales

Para manejar materiales se dispone del siguiente equipo:

- Carretilla motriz guiada a mano. Es recomendable para acarreos cortos, hasta de 45 m. Son ideales para relocalización de cargas y movimientos de las mismas entre puntos de trabajo.
- Montacargas con capacidad hasta de 2,700 Kg. para acarreo hasta de 120 m. Resultan eficaces cuando hay que transportar y acomodar. Es error común emplearlos para acarreos muy largos y no aprovechar la horquilla al máximo para elevar los materiales hasta 5.6 m.
- Carretillas de plataforma. Son económicas para transportes horizontales rápidos, con recorridos de más de 300 m.
- Equipo diverso como transportadores helicoidales, de tablillas, de cangilones, de banda, de rodillos, etc.; cada uno con su aplicación particular.

Tarde o temprano se reconoce que el manejo de materiales es uno de los factores más importantes que contribuyen al costo de producción, sin añadir nada al costo del producto aún en las plantas mejor administradas, el manejo de materiales consume el 25% del costo del producto, llegando a ser en ocasiones hasta del 40%.

Es fácil detectar los problemas en el manejo de materiales, observando si:

- Se pierde mucho tiempo en el manejo de materiales.
- Hay alta incidencia de accidentes.

Cuando es necesario solucionar los problemas de maneje de materiales no olvidar:

- Eliminar los movimientos innecesarios
- Mantener los materiales en movimiento.
- Dentro de lo posible, procesar los materiales mientras están en movimiento.

### Análisis del problema

Para disfrutar ampliamente de un buen sistema de manejo de materiales y evitar problemas posteriores, conviene determinar qué tipo de material hay que manejar: si es ligero o pesado; voluminoso o pequeño; metálico o de otro tipo; sólido o a granel. También hay que determinar la cantidad de materiales a manejar, incluyendo incrementos por aumento en la producción.

En esta actividad es útil el empleo de gráficas que representan las diversas etapas del manejo, las cuales en un momento dado pueden decir la eficacia con que esta operación se realiza, detectando las posibles obstrucciones, el progreso del manejo, cantidad de materiales almacenados, suministros requeridos entre operación y operación y entre turno y turno. También pueden servir para detectar las necesidades de espacio y de equipo.

Analizado lo anterior, pueden adoptarse medidas correctivas como cambios simples de procedimientos, adquisición de equipo nuevo o hacer cambios radicales en la programación del trabajo.

También es aconsejable evaluar:

- La localización de columnas, puertas y andenes de carga.
- Ancho de los pasillos y de los accesos.
- Cargas que los pisos pueden soportar, dentro de límites seguros.
- Disposición de las máquinas y de las áreas de almacenamiento.
- Tipo de construcción en la que se hará el manejo de materiales.

### Selección de equipo

La selección de equipos para manejo de materiales, como transportadores, montacargas y tractores, depende de si hay que hacer desplazamientos horizontales o verticales. Otros factores a considerar son: frecuencia de los movimientos, distancias, espacio de trabajo y peso de la carga.

Otro gran problema lo significa la elección del combustible. Si todas las operaciones son dentro de espacios cubiertos, no debe olvidarse la emanación de gases tóxicos, lo que obliga a una buena ventilación. El manejo de materiales con transportadores es probablemente el método más antiguo y más comunmente usado. Tienen gran flexibilidad, pocas limitaciones y pueden hacerse para desempeñar varias funciones. Por ejemplo, pueden hacerse trabajos sobre los transportadores mientras el material es transportado, así como: pesar, transformar, medir, contar, acumular o eliminar.

Algunas reglas que ayudan a seleccionar equipo son:

- La gravedad es la fuerza motriz más barata.
- El equipo diseñado para moverse, debe mantenerse en movimiento, el equipo ocioso es costoso.
- El movimiento continuo del material es más económico que el movimiento intermitente.
- El costo del manejo de materiales es generalmente proporcional al tamaño de la carga.
- El costo del equipo se justifica sólo si responde afirmativamente a una o más de las siguientes preguntas:
  - ¿Aumenta la producción?
  - ¿Conserva la energía humana?
  - ¿Disminuye el cansancio?
  - ¿Elimina la imagen del empirismo?
  - ¿Aumenta la seguridad?

Todo lo anteriormente mencionado puede resumirse diciendo que un buen sistema para el manejo de materiales debe:

- Reducir los costos indirectos
- Aumentar la producción y al mismo tiempo reducir el volumen de trabajo en el proceso.
- Permitir que los operadores trabajen a un nivel de productividad más consistente, porque hay menor fatiga.
- Mantenimiento más fácil de las normas de producción.
- Reducción de tiempo y trabajo en los puntos de carga y descarga

permitiendo mejor control de inventarios.

- Proveer más seguridad industrial y mejor moral para los trabajadores, porque operan con equipo mecánico, en vez de realizar operaciones manuales pesadas.
- Estimular y reforzar las instalaciones de equipo y edificios.
- Procurar bajar los costos en el mantenimiento del equipo.

### Riesgos en el manejo de materiales

Los accidentes más comunes en manejo de materiales en una fábrica de papel son tres: los que lesionan al personal, los que deterioran el equipo, productos e instalaciones, y los que causan ambos daños.

#### Accidentes que causan lesión:

- Atropellamiento de peatones.
- Choque entre equipo para el manejo de materiales.
- Fracturas de piernas al tropezar con las uñas levantadas de montacargas estacionados.
- Golpes contusos a los peatones por transitar con las uñas del montacargas levantadas.
- Machucones en los pies.
- Prensado de personas contra productos estibados o contra paredes y columnas del edificio.
- Proyección del operador hacia afuera del vehículo al operar erróneamente en espuelas de carga.
- Luxación lumbar al operar en pisos en mal estado.
- Luxaciones varias al tratar de reacomodar la carga.

Estas lesiones pueden evitarse estableciendo lo siguiente:

- Velocidad máxima de transporte: 10 K.p.h. En este sentido habrá que hacer hincapié en que ninguna prisa justifica un accidente.
- Revisión periódica al equipo con el fin de que todos sus mecanismos estén en perfectas condiciones de operación.



- Obligar el tránsito sólo por los pasillos.
- Delimitar perfectamente bien los pasillos de tránsito.
- Establecimiento de señales adecuadas, así como de espejos cóncavos en las esquinas para guía tanto del peatón como de los operadores.
- Evitar derrames de las substancias lubricantes en los pisos. Si los hay, limpiarlos inmediatamente.
- No jugar con el equipo.
- No conducir montacargas con las uñas levantas. Al estacionarlos, dejarlos con las uñas hasta el suelo, cuidando de quitar las llaves.
- Procurar no consumir el total del combustible antes de recargar.

Accidentes que causan daños al equipo, productos e instalaciones:

- Deterioro del clutch por el abuso que se hace de este dispositivo.
- Deterioro del sistema hidráulico de elevación e inclinación.
- Deterioro de las llantas.
- Deterioro del motor mismo.
- Deterioro del armazón
- Rotura de las uñas del montacargas.
- Desperfectos en el sistema de frenos.
- Deterioro en el sistema eléctrico.
- Roturas en las cadenas del mecanismo de elevación.
- Deterioro a los productos elaborados.
- Deterioro al equipo instalado.

Daños a los edificios o partes de ellos, como parades columnas, andenes, pisos, etc.

Este tipo de accidentes puede evitarse observando lo siguiente:

- Establézcase un sistema de información para ser elaborado al cambiar el turno, en el que se describa el estado general en que se recibe un montacargas. En este informe hacer notar los niveles de aceite, gas, gasolina o diesel.
- También infórmese del sistema de encendido.

- No dejar el montacargas al terminar el turno o temporalmente con la llave de encendido puesta.
- No permitir que otra persona que no sea el operador vaya con el montacargas.
- No estacionar el montacargas en rampas, en caso de tener que hacerlo colocar cuñas de sostén.
- No estacionar el montacargas en pasillos, obstruyendo el equipo de protección contra incendios.
- No exceder la capacidad de carga.
- Ver siempre en la dirección en que se conduce.
- No poner brazos o piernas fuera del vehículo.
- Observar que las alturas de los accesos sean adecuadas y no sobrepasarlas llevando cargas levantadas.
- El transeúnte debe caminar por las aceras o lugares asignados para él.
- Parar o disminuir la velocidad al llegar a las esquinas y antes de cruzar las puertas.

Accidentes que causan lesión y dañan el equipo.

Son accidentes que al producirse pueden ocasionar lesiones en el personal, dañando también el equipo. Se producen por las mismas razones ya explicadas, pudiendo prevenirse en la misma forma que se ha venido discutiendo.

#### Otro tipo de equipo

Transportadores de banda, de rodillos, de paletas y de cangilones y helicoidales.

Todos estos tipos de transportadores se emplean en el manejo de materiales. Son en general bastante seguros a condición de que:

- Sean calculados eficientemente para evitar paros continuos que obliguen al operador a arriesgarse con frecuencia.

- Tenga adecuada protección en toda su longitud, para evitar que el personal se ponga en contacto con las partes móviles.
- Los elementos de transmisión de movimiento como motores, reductores, acoplamiento, bandas, cadenas, poleas y catarinas se encuentren debidamente protegidos para evitar accidentes.
- Al tener que dar mantenimiento a este tipo de bloques, se retiren los fusibles de los interruptores o se emplee cualquier otra precaución para proteger a los hombres de mantenimiento que eventualmente tienen que introducirse a este equipo para repararlo.

#### Otras consideraciones con respecto al manejo de materiales

No debe pasarse por alto que en México no todas las fábricas de papel cuentan con el equipo suficiente y, en algunas, ni siquiera el necesario para el manejo de materiales, siendo el mismo trabajador el que tenga que efectuar las maniobras con los materiales y es por ello que las manos, pies y espalda son las regiones que resultan más afectadas por los accidentes ocasionados en el manejo de materiales.

Principiemos por las manos. Frecuentemente éstas sufren lesiones originadas por bordes filosos de metal, astillas y clavos en tablas o bandas metálicas de empaque. Es muy importante que el trabajador vea precisamente por donde toma algo que va a mover o levantar, asegurándose de que no hay nada que pueda lastimar sus manos. Por otra parte, es conveniente que las proteja con guantes de cuero que estén en buenas condiciones, ya que los guantes si están rotos es más el daño que causan que el servicio que dan.

Cuando se lleve alguna cosa cargada contra el cuerpo se debe usar un mandil o pechera de cuero, además de los guantes y si lo que maneja es material áspero, con filos cortantes, es necesario llevar protectores de cuero en las muñecas y en todo el antebrazo, según el tamaño del objeto que se transporte. Hay que evitar sufrir machacaduras en las manos, no acercándolas a lugares donde hay fricción y sobre todo donde se manejan cosas pesadas.

Es también muy importante proteger los pies, ya que nuestras manos pueden dejar caer objetos pesados y por ello debemos comprobar, al levantar alguna carga, que podemos sostenerla firmemente y cerciorarnos de que el lugar donde la coloquemos sea lo suficientemente resistente para que no se caiga. A pesar de estas precauciones, es preferible usar zapatos de seguridad y en algunos casos protección en las piernas.

Desde el punto de vista de su constitución anatómica, la columna vertebral presenta cierta debilidad en lo que se refiere a los esfuerzos que se requieren de ella para levantar pesos, ya que contra lo que se cree, los músculos que la forman son delgados y poco adecuados para realizar esta función, de ahí la frecuencia de los llamados "dolores de espalda" de que se queja la gente.

Pocas lesiones ocasionan molestias tan severas e incapacitantes como las de la espalda. Se presentan bruscamente y algunas veces con esfuerzos pequeños. De hecho, el dolor de espalda puede ser causado por dormir en un colchón suave a causa de que no proporciona soporte adecuado, el doblarse, levantar pesos, el tratar de alcanzar alguna cosa, jalar recipientes o levantarse rápidamente desde un asiento de poca altura, todo esto producirá a menudo un dolor intenso que causará incapacidad durante varios días.

Desafortunadamente la falta de habilidad para prever estos accidentes nos hace más susceptibles a ellos, pero podemos evitarlos pensando un poco antes de intentar mover objetos pesados o al tratar de demostrar nuestra fuerza frente a otros.

Existe una manera correcta y otra incorrecta de levantar cosas.

- INCORRECTA: El doblarse sobre la columna para recoger un objeto en lugar de asumir una posición vertical, provoca una mayor tensión sobre los músculos y ligamentos de la columna que la que ellos pueden soportar. El resultado es el familiar "dolor de espalda". Frecuentemente el trastorno ocurre cuando el objeto resbala y la persona que lo maneja hace un movimiento brusco para recuperarlo o cuando

trata de levantar más peso del que puede manejar.

- CORRECTA: El modo correcto de levantar es el siguiente: Flexionar las piernas con objeto de ejercer la mayor parte de la fuerza en los músculos de éstas y empujar el cuerpo hacia arriba apoyándose en las mismas. Mantener el cuerpo erecto acercando la carga al mismo en el momento de levantarse, así se está en condiciones para llevarla. Conservar continuamente la carga pegada al cuerpo. En caso de que se necesite levantarla al nivel de sus hombros se efectúa de la manera siguiente: Se para antes de levantarla, luego se lleva sobre una rodilla y finalmente, con la ayuda de la misma, se sube al hombro, sosteniéndola con un brazo cuya mano descansa sobre la cadera.

La razón de levantar cargas haciendo esfuerzo con los músculos de las piernas es que éstos son largos y resistentes mientras que los músculos de la espalda son delgados y no se prestan para trabajos pesados.

Con frecuencia no se da importancia a ligeras lesiones de la espalda causándose por esta razón un daño mayor. Hay que tener presente que una lesión pequeña puede ocasionar una prolongada incapacidad o debilidad de la espalda por el resto de la vida.

No se debe exceder tratando de cargar algo que es demasiado pesado, si no se puede levantar una carga sin perder la firmeza de los pasos se debe buscar siempre quien ayude. Cualquier trabajador a quien se le solicite ayuda para levantar una cosa que es demasiado pesada debe disponerse a prestarla.

Existen otras maneras de lastimarse la espalda: al voltear levantando una carga, aún cuando ésta sea relativamente ligera. La manera correcta de hacerlo es sostenerla firmemente y voltear al mismo tiempo el cuerpo y la carga incluyendo los pies. Es sumamente peligroso levantar una carga en forma insegura, vacilando bajo el peso. También es arriesgado tratar de levantar algo cuando no se está bien parado sobre el suelo guardando buen equilibrio.

Algunas personas olvidan que de la misma manera con que proce-

dieron a levantar un objeto deben hacerlo al bajarlo y nunca doblarse por la espalda.

Para concluir, hagamos un resumen de los puntos principales sobre el manejo de materiales:

- CUIDAR QUE NO HAYA ALGO QUE LASTIME LAS MANOS AL TOMAR LA CARGA.
- USAR SIEMPRE GUANTES EN BUEN ESTADO.
- CUALQUIER HERIDA POR LEVE QUE SEA, REQUIERE ATENCION MEDICA.
- NO TOMAR UNA CARGA POR LAS PARTES FILOSAS O AGUDAS.
- AL TOMAR LA CARGA HACERLO CON FIRMEZA
- AL DEPOSITAR LA CARGA COLOCARLA SOBRE UNA BASE SOLIDA QUE RESISTA SU PESO PERFECTAMENTE
- USAR ZAPATOS ADECUADOS PARA PROTECCION DE LOS PIES Y PROTECTORES TAMBIEN EN LAS PIERNAS CUANDO EL CASO LO AMERITE
- LEVANTAR CON LAS PIERNAS Y NO CON LA ESPALDA
- EN CASO DE CARGAS PESADAS, BUSCAR SIEMPRE AYUDA DE OTRA PERSONA

Lo anterior resume las reglas que deben seguirse para manejar cargas en forma segura, evitando lastimaduras dolorosas y de consecuencia.

**CAPITULO V**

**INCENDIOS**

## INCENDIOS

### Generalidades

En una fábrica de papel existe siempre la posibilidad de producirse un incendio ya que hay materiales almacenados que en combinación con ciertos elementos pueden iniciarlo; algunos de estos materiales son: celulosa, combustibles, productos químicos, productos terminados, etc.

Para que se declare un incendio deben concurrir tres elementos: oxígeno, combustible y calor. Sin oxígeno no puede haber combustión, sin combustible no hay nada que pueda arder, y sin calor no puede haber fuego.

Entre los riesgos corrientes de incendio se encuentran el fumar; la presencia de líquidos inflamables, de llamas no protegidas, de desorden; el mantenimiento deficiente de máquinas que se recalientan; las instalaciones eléctricas; descargas de electricidad estática y equipo de soldadura.

Si tomamos un pedazo de madera, cartón o papel y lo pasamos por una flama abierta en forma rápida o lenta y por cierto momento sostenemos estos materiales cerca de esa flama no arderán en razón de que necesitamos incrementar su temperatura hasta 264°C, en el caso de la madera, y hasta 230°C en el caso del papel, después de esto sí son inflamables estos cuerpos.

Si arrojamos un cerillo en un recipiente con tractolina o diesel, no arderá por no haber desprendimiento de vapores a la temperatura ambiente. No sucede así con la gasolina, la cual a 45°C de temperatura bajo cero está ya desprendiendo vapores, los cuales en contacto con una fuente de energía fácilmente arderán.



Ahora bien, intervienen siempre forma y tiempo para que se inicie un siniestro. Analizando los ejemplos anteriores podemos decir:

- Al acercar una astilla de madera a una llama, su amplio contacto con la misma hará que de inmediato prenda, no así un block de madera, al cual será necesario incrementar su temperatura para que entre en combustión.
- La tractolina, si es atomizada al pasar por una llama, de inmediato arderá, al igual que si un papel es impregnado de ésta y acercado a una llama, pues en estos casos la superficie de contacto es tal y tan delgada la capa que de inmediato arderá.

Tomando como base lo anterior se ha establecido clasificar por temperaturas: materiales combustibles y materiales inflamables.

Se consideran materiales combustibles aquellos que tienen un punto de desprendimiento de vapores arriba de 90°C, como la madera, papel, textiles, etc., y materiales inflamables aquellos que abajo de 93°C desprenden vapores que en contacto con una fuente de energía estallan en llamas.

### Extinción del fuego

Generalmente se utilizan tres métodos para extinguir el fuego:

#### Enfriamiento

Es lo más usual en caso de incendio de combustibles de materiales comunes. El medio más efectivo de extinción es eliminar el calor del combustible, con lo que se reduce la evaporación hasta que el fuego se extingue.

Para poder apagar el fuego por enfriamiento es necesario absorber una pequeña proporción del calor total del incendio. Se apagará

cuando la superficie del material incendiado se enfríe a un punto en que deje escapar suficiente vapor para mantener una mezcla o rango de combustión en la zona del fuego. Para comprobarlo está la prueba de que cuando se usa el agua apropiadamente, de manera que llegue a la superficie del material incendiado, el fuego se extingue con menos agua de la que se requiere. Prácticamente sería imposible extinguir un fuego extenso si su extinción dependiera de la absorción del calor general.

La eficiencia del agente extinguidor como medio de enfriamiento depende de su calor latente y específico. El agua es el mejor agente enfriador. Generalmente se puede obtener en suficientes cantidades y la cantidad de calor que absorbe cuando cambia de líquido a vapor es diez veces mayor que la de cualquier otro agente extinguidor.

El calor se disipa en un incendio por conducción, radiación y convección, proporcionalmente, así como por absorción del agente enfriador. Cuando se usa el agua apropiadamente se puede lograr apagar el fuego con un consumo menor de ésta, de la que teóricamente se necesita para absorber el calor que produce aquel fuego, pero la extinción bajo estas condiciones es rara.

Es un procedimiento estándar ventilar un incendio como ayuda para control. Por este medio, los productos de la combustión, incluyendo calor, se eliminan del área del fuego y al mismo tiempo, parte de los vapores que no se han quemado y los gases se alejan del fuego. También la ventilación ayuda a combatir porque elimina el calor y humo de la atmósfera, especialmente en los niveles bajos y al mismo tiempo reduce las oportunidades de una explosión por la acumulación de vapores, sin embargo, hay que tomar en cuenta que la ventilación avivará el fuego por la alimentación de oxígeno.

Es por ello que cuando se ventila un edificio incendiado se deben de tener las mangueras de combate listas y al iniciar el combate deben tomarse precauciones por una posible explosión denominada de humo, por ejemplo, en un lugar ya falto de oxígeno.

### Sofocamiento

La extinción por separación del agente oxidante se obtiene cubriendo o sofocando el fuego. Un ejemplo de ello es al poner una cubierta a una cacerola de aceite que se está incendiando. El bióxido de carbono, la espuma y los líquidos vaporizantes apagan el fuego por este medio. Un manto de bióxido de carbono, espuma, tetracloruro de carbono y otro vapor líquido incombustible que cubra la superficie del material incendiado evitará que el oxígeno llegue al combustible y éste se apagará. El polvo químico rompe la reacción en cadena y algunos de ellos hacen costra en la superficie, que evita la emanación progresiva de vapores.

Se mantendrá apagado si se deja la cubierta el tiempo suficiente para que el material combustible se enfríe más abajo del punto de ignición y si no se presenta otra fuente de encendido. La extinción por sofocamiento no se puede llevar a cabo en los materiales como el nitrato de celulosa que tienen en sí su fuente de oxígeno.

### Separación

Esto implica retirar el combustible de la vecindad del fuego por medio de los siguientes métodos: válvula o sistema de acción; aplicación de chorros de agua; rompimiento del fuego (cuando el fuego está cubierto); o el retiro manual o mecánico del combustible.

### Clasificación del fuego

El fuego se ha clasificado en cuatro tipos de acuerdo con los materiales combustibles que intervienen, de la siguiente manera:

- Fuego tipo A: Madera, papel, sogas, etc.
- Fuego tipo B: Petróleo, grasa, gasolina, etc.
- Fuego tipo C: Motores, transformadores, líneas vivas, etc.
- Fuego tipo D: Metales, magnesio, circonio, etc.

### Reglas de construcción y salidas

La primera defensa contra los incendios es la forma en que está construido el edificio. Los edificios industriales debieran ser resistentes al fuego en la medida en que los riesgos de incendio que entrañan los procesos realizados en su interior lo requieran. Mediante una construcción resistente al fuego se procura que la estructura del edificio no prenda fuego fácilmente y que los incendios no puedan propagarse por dentro, sea horizontal o vertical, a través de las paredes, pisos, puertas, huecos de ascensor, cajas de escalera, conductos de ventilación, etc.

Las salidas de escape revisten primordial importancia. A continuación se indica algunas reglas generales al respecto:

- Ninguna parte del edificio deberá estar alejada de una salida al exterior y dicha distancia deberá estar en función del grado de riesgo existente.
- Cada piso deberá tener al menos dos salidas, suficientemente grandes, protegidas contra las llamas y el humo y bien separadas entre sí.
- Las escaleras de madera, las de caracol, los ascensores y escaleras de mano no deberán considerarse salidas de emergencia.
- Las salidas deberán estar marcadas y bien iluminadas.
- El ascenso a las salidas siempre deberá mantenerse sin obstrucciones.
- Las escaleras exteriores y de escape para caso de incendio no deberán dar a patios internos o pasajes sin salida.

### Equipo para la extinción de incendios

La gama del equipo para la extinción de incendios va desde los cubos de agua o de arena a instalaciones completas de rociadores. El tipo y cantidad de equipos necesarios dependerá del tamaño y construcción del edificio que ha de ser protegido y de los procesos que se efectúan

en su interior. A veces unos extintores portátiles de incendio o aún unos baldes de arena seca o unos barriles llenos de agua son suficientes como equipo de lucha contra incendios.

En cuanto a los extintores de incendios portátiles debiera velarse porque no constituyan por sí mismos un riesgo. Esto sucede a veces con extintores mal construidos y llenos de productos químicos capaces de obstruir la boquilla. Para servirse de estos extintores hay que romper un compartimiento que llevan en la parte superior o ponerlos cabeza abajo para que se mezclen los productos químicos que contienen. La presión que se genera entonces dentro del cilindro hace salir un chorro espuma o niebla de material extintor, pero si la boquilla está obstruída, el extintor explotará. Para impedir estos accidentes, los extintores deben estar bien construidos y su estado debe verificarse regularmente.

Igualmente peligrosos son los extintores que contienen substancias tóxicas tales como el bromuro de metilo o el tetracloruro de carbono, ya que si el extintor se descarga o es utilizado en sitios no ventilados, puede provocar intoxicaciones. Por lo tanto, ese tipo de extintor no debiera usarse dentro de los locales.

Donde sea posible, debiera haber mangueras de incendios provistas de lanzas, siendo importante que sus roscas de conexión correspondan a las del equipo oficial de los Bomberos, de modo que éste pueda ser utilizado en la fábrica.

Las fábricas con grandes riesgos de incendio, tales como las de papel debieran contar con sistemas de rociado. Estos consisten en cañerías portadoras de agua a presión dispuestas bajo la techumbre de los talleres. Estas cañerías tienen perforaciones tapadas por laminas metálicas. Si se declara un incendio, el calor funde la lámina más próxima y el agua rocía el taller. Las fábricas de papel en general deben contar con un perfecto sistema fijo contra incendio.

### Sistema de alarma

Debiera contarse con un sistema de alarma para dar la alerta a todo el mundo en caso de incendio. Si no existe un dispositivo automático de alarma, pueden instalarse campanas, pitos, sirenas de alarma, etc., en diferentes sitios de la fábrica y si es necesario, botones o manijas para dar la alarma en todos los talleres. Las alarmas deben poder oírse en todos los lugares de la fábrica: en los talleres, almacenes, pasadizos, vestuarios, lavabos, retretes, etc.

### Organización de la prevención de incendios

La protección contra los incendios no consiste únicamente en construcciones resistentes al fuego y en equipo para extinción de incendios. También comprende la organización y formación de brigadas contra incendios, de simulacros de incendio y la inspección y verificación del equipo de lucha contra los incendios, aspectos en que los propios trabajadores tienen un papel destacado que desempeñar.

- PRIMERO: Toda empresa debiera tener en cada turno personal avezado en combatir incendios; las grandes empresas debieran tener brigadas completas y, si el riesgo lo justifica, una persona encargada exclusivamente de la prevención de incendios. El estado de adiestramiento del personal contra incendios debiera mantenerse mediante ejercicios regulares.
- SEGUNDO: Es esencial efectuar inspecciones periódicas en las empresas para descubrir los riesgos de incendio y para cerciorarse de que todo el equipo de lucha contra incendios se encuentra en buen estado. Algunas empresas emplean vigilantes con ese único objeto.
- TERCERO: Convendría organizar simulacros periódicos de incendio para cerciorarse de que todos los trabajadores saben como utilizar el equipo para extinguir incendios, dónde se encuentra la salida más

cercana, cómo abandonar el edificio en forma ordenada, etc. También debieran organizarse de vez en cuando simulacros de incendio para asegurar que el número de salidas es suficiente para permitir la rápida evacuación de la fábrica y para que los trabajadores sepan cómo salir de los locales en forma ordenada. Sin embargo, no debe olvidarse que los simulacros de incendio salen caros porque interrumpen la producción y por el tiempo que se pierde hasta poder reanudarla normalmente. Por lo tanto, de debiera abusarse de este método.

Por último, también es menester mantener una estrecha cooperación con la brigada de bomberos del lugar. Algunas fábricas indican el número de teléfono de la brigada de bomberos cerca de cada aparato, de modo que cualquiera pueda llamarla en caso necesario. Sin embargo, otras prefieren que los trabajadores llamen a la central telefónica de la fábrica, la cual a su vez llama a los bomberos. La práctica conforme a la cual sólo la operadora telefónica de la fábrica está autorizada a llamar a la brigada de bomberos y eso si ciertos miembros del personal de la fábrica se lo ordenan, no es aconsejable, pues en casos de incendio ha ocasionado dilaciones que han resultado sumamente costosas.

CAPITULO VI

LA SEGURIDAD EN EL MANEJO DE CLORO



## LA SEGURIDAD EN EL MANEJO DEL CLORO

### Información general

El cloro es un elemento químico muy usado en el proceso de la fabricación del papel, que ni en su estado líquido ni en su estado gaseoso es explosivo e inflamable, ambos sumamente reactivos. Ligeramente soluble en agua. El gas tiene olor característico y un color amarillo verdoso, y es dos veces y media más pesado que el aire.

El cloro líquido es claro de color ámbar y es una y media veces más pesado que el agua. A la presión atmosférica hierve alrededor de 30°F (-34.4°C), y se congela alrededor de -150°F (-101.1°C). Un volumen de cloro líquido al vaporizar rendirá aproximadamente 460 volúmenes de gas. Aunque el cloro seco no reacciona con muchos metales, es decir, no los corroe, en presencia de humedad es muy reactivo.

El cloro se clasifica como un gas comprimido e inflamable. En recipientes tiene tanto una fase gaseosa como una fase líquida.

El término CLORO se refiere aquí a cloro seco, es decir, cloro líquido o gaseoso, que no contiene más de 150 p.p.m. de agua.

El cloro, debido a su gran afinidad, reacciona con casi todos los elementos y con diversos compuestos orgánicos, generalmente con evolución de calor. A temperaturas elevadas reacciona vigorosamente con casi todos los metales. A temperaturas ordinarias el cloro seco, ya sea líquido o gaseoso, no corroe el acero. Pero en presencia de humedad sí lo hace debido a la formación de ácido clorhídrico (HCl) y ácido hipocloroso (HClO). Deberán tomarse todas las precauciones para conservar el cloro y el equipo, libre de humedad.

La tubería, válvulas y recipientes deberán estar cerrados mientras no se usen, para que no entre en el sistema la humedad del ambiente. Nunca se debe usar agua en una fuga de cloro, ya que las condiciones corrosivas resultantes siempre empeoran la fuga.

El volumen de cloro líquido aumenta considerablemente al aumentar la temperatura. Deberán tomarse precauciones para evitar la ruptura hidrostática de recipientes en otros equipos que contengan cloro líquido.

#### Embarque, tipo y tamaño de recipientes

Todos los recipientes y medios de transporte de cloro están controlados por reglamentos gubernamentales. Es responsabilidad de todas las personas que usen o transporten cloro, conocer y cumplir los reglamentos estatales y locales, además antes de iniciar cualquier operación con cloro, se deberá consultar a una compañía de seguros.

Para la especificación de recipientes, éstos deben cumplir con las normas autorizadas y bajo las cuales fueron fabricados. Los embarques serán marcados para proporcionar información con relación a peligros.

Los cilindros y recipientes que generalmente se utilizan en una fábrica de papel son de 908 Kg. o menores. Deberán ostentar una etiqueta verde prescrita para gases comprimidos no inflamables. El medio de transporte es por lo regular en carros-tanque y camiones. Es necesario que el etiquetado se ajuste a lo previsto y relacionado con insecticidas, fungicidas y rodenticidas.

Entre las características que son comunes entre todos los recipientes se tienen las siguientes:

- Son de acero.
- La densidad de llenado máxima permitida es 125%. Esta es definida como: "La relación % entre el peso del gas en un recipiente al peso

del agua que pueda contener a 60°F (una libra es igual a 27.737 pulgadas cúbicas, a 60°F, de agua).

- Están equipados con unidades de seguridad.
- Están probados por presión a intervalos regulares, según lo exigen los reglamentos aplicables.

Los cilindros de cloro son sin costura y tienen capacidad desde 1 a 150 libras, aunque predominan los de 100 y 150 libras, y son del tipo de aro inferior o del tipo de fondo undido. La única abertura que permiten los reglamentos es la válvula de conexión en la parte superior. Están provistos de un capuchón de acero para proteger la válvula.

El número de especificación, el número de serie, el símbolo de identificación y la fecha de prueba hidrostática que se exige, deberán ser estampados en el metal, cerca del cuello del cilindro. Es considerado ilegal borrar estas marcas, excepto con aprobación previa de la autoridad competente. Los cilindros tienen válvulas estándar con cuerdas especiales.

Estas válvulas están equipadas con un fusible de metal, la mayoría tiene un tapón roscado que contiene el metal fusible atornillado a una perforación en el cuerpo de la válvula. Algunos tienen el metal fusible vaciado directamente dentro de una perforación roscada en el cuerpo de la válvula.

Este material fusible está hecho para fundirse entre 158°F y 165°F (70°C y 74°C), aliviando así la presión y evitando la ruptura del recipiente en el caso de fuego o cualquiera otra explosión a altas temperaturas.

El recipiente de 908 Kg. es un tanque soldado que una vez cargado, pesa 3,700 libras. Los cabezales son convexos hacia adentro. Los lados son encorvados hacia adentro, lo que provee una pestaña para fijar los ganchos de elevación.

DIMENSIONES Y PESOS DE CILINDROS Y RECIPIENTES  
DE UNA TONELADA

Capacidad Lbs.	Clasificación Peso	Peso vacío Lbs. (*)	Diámetro exterior pulgadas		Altura o largo Total-pulgadas (**)
100	pesado	80 - 115	8.1/4	- 8.1/2	53 - 59
100	ligero	73 - 79	8.1/4	- 8.1/2	53 - 55
100	pesado	95 - 105	10.1/2	- 10.3/4	40 - 43
100	ligero	63 - 76	10.1/2	- 10.3/4	30.1/2 - 43
105	pesado	85	10.1/4	- 10.1/2	41.1/8
105	ligero	72 - 77	10.1/4	- 10.1/2	40 - 41
105	ligero	72 - 77	7.1/4	- 8.1/2	57 - 58
150	pesado	120 - 140	10.1/2	- 10.3/4	53 - 56
150	ligero	85 - 105	10.1/4	- 10.3/4	53 - 56
2000	-	1300-1650	30		79.3/4 - 82.1/2

(\*) El peso incluye el capuchón protector y las válvulas.

(\*\*) La altura hasta el capuchón protector de la válvula, altura hasta el centro de la salida de la válvula, es alrededor de 3.1/2" menos.

Descarga y manejo de cloro

Al mover los recipientes, los capuchones de protección de las válvulas deberán estar en su lugar. Los recipientes no deberán dejarse caer y no se permitirá que ningún objeto los golpee con fuerza.

Los recipientes deberán ser cargados y descargados de camiones por medio de una plataforma a la altura del lugar en que van a ser transportados. Si se usa un gato hidráulico, deberá tenerse cuidado de que no se caigan.

Para mover los cilindros deberá usarse un diablo con abrazadura o cadena, a dos tercios de la altura del cilindro. Cuando sea necesario levantar los cilindros y no se cuente con un elevador, se usará una grúa o montacargas para suspender cilindros, no se usen unidades magnéticas.

Nunca se levante el recipiente tomándolo del capuchón de la válvula, ya que el cuello al que está fijado el capuchón no está diseñado para soportar el peso del recipiente.

Los recipientes de 908 Kg. deberán ser manejados con una viga elevadora adecuada, en combinación con una grúa o montacargas para dos toneladas mínimo.

Se obtiene cloro gas de los cilindros en posición vertical y cloro líquido cuando están invertidos.

Los recipientes de 908 Kg. en posición horizontal y las válvulas en posición vertical surtirán cloro gas en la válvula superior y cloro líquido en la inferior. Se recomienda que los recipientes sean usados en el orden que son recibidos.

El flujo de gas cloro de un recipiente depende de la presión interna que a su vez depende de la temperatura del cloro líquido. Para extraer el gas deberá vaporizarse el líquido. Esto tiende a reducir su temperatura y, por ende, su presión de vapor. A flujos bajos de descarga se podrá obtener suficiente calor del aire ambiente, así que la presión en el recipiente se mantendrá constante y podrá mantener un flujo constante y uniforme. Pero a flujos altos de descarga.

La temperatura y la presión dentro del recipiente bajarán debido al efecto enfriador de la vaporización y disminuirá gradualmente el flujo.

A rangos excesivos de descarga, el líquido se enfriará a tal grado que se congelará el exterior del recipiente. El efecto aislado

del congelamiento causa una disminución posterior en el flujo de descarga. Se podrán aumentar los flujos de descarga circulando aire a la temperatura ambiente alrededor del recipiente, con un ventilador. Nunca se coloque el recipiente en baño de agua caliente, ni se aplique calor directo.

El grado confiable de descarga continua de cloro en un cilindro de 100 a 150 lbs. sin congelación, bajo condiciones normales de temperatura (21°C) y condiciones de aire circulante, es alrededor de 1.3/4 lb/hr., en contra de una presión de 35 Psi.

Para obtener cloro líquido de un cilindro, éste deberá ser invertido y asegurado firmemente en un soporte, a un ángulo de 60° de horizontal. El cloro líquido es descargado de la válvula inferior, al descargar líquido se pueden obtener rangos muy altos de extracción. El rango depende de la temperatura del cloro en el recipiente y de la contrapresión.

El rango confiable de descarga de cloro líquido bajo condiciones normales de temperatura y contra una presión de 35 Psi. es, por lo menos, 200 lb/hr. en cilindros, y 400 lb/hr. en recipientes de 908 Kg.

Las conexiones de los recipientes que descarguen líquido a un tubo múltiple no se recomiendan, debido a la diferencia de presión por la temperatura o por gases no condensables, la diferencia de elevación de cabezales podrá causar que el cloro líquido fluya al recipiente de más baja presión. El recipiente se llenará de líquido, y si se cierra la válvula, la presión causará ruptura.

#### Medidas de emergencia

- Observaciones: Tan pronto como haya indicios de la presencia de cloro en el aire deberán tomarse medidas para corregir esta situación. Las fugas de cloro nunca mejoran, siempre empeoran si no se corrigen inmediatamente. Cuando se presenta una fuga, el personal

entrenado y equipado con mascarillas adecuadas, debe investigar y actuar. Siempre que esto sea posible, ninguna persona deberá trabajar sólo en una fuga de cloro. Todo el personal deberá mantenerse alejado de la zona afectada, hasta que la causa de la fuga se haya descubierto y corregido. Cuando la fuga sea grande, se evacuará la zona. Para arreglar una fuga, la posición adecuada será cuando el técnico se ponga de frente a la fuga, dando la espalda a la corriente de aire.

- Ayuda de emergencia: Si la emergencia provocada por el cloro no se corrige rápidamente, se solicitará ayuda al proveedor, o en caso necesario a la planta productora de cloro más cercana, esto podrá hacerse en cualquier hora del día. Los números telefónicos tanto del proveedor como de la planta productora más cercana se colocarán en lugar visible.
- Fuegos: En caso de incendio, los recipientes de cloro deberán ser retirados de la zona de fuego inmediatamente. Si no hay fugas deberá aplicarse agua para enfriar los recipientes que no puedan ser movidos. Todo el personal no autorizado deberá alejarse del lugar.
- Fugas: Para localizar una fuga se utiliza un trapo atado al extremo de una varilla, se humedece con amoníaco comercial y se acerca a la zona sospechosa, produciéndose una nube blanca si es que existe. Debe evitarse poner en contacto el amoníaco con bronce o latón.

Si ocurre en el equipo o la tubería, debe suspenderse el suministro de cloro, aliviar la presión y hacer las reparaciones necesarias, en caso de soldar se debe purgar primeramente con aire, nitrógeno o CO<sub>2</sub>, la soldadura debe ajustarse a todos los reglamentos aplicables.

Si la fuga es alrededor del vástago de una válvula, debe apretarse el prensa-estopa y si esto no es posible ciérresele totalmente. Si tampoco es posible, deberá aplicarse el tapón de la válvula.

Si la fuga es en cilindros, se debe tomar las siguientes medidas adicionales:

- . Si el cilindro está fugando, hay que voltearlo si es posible, para que escape gas en lugar de líquido. La cantidad de cloro que escapa por una fuga de gas es aproximadamente una quinceava parte de la que se escapa de una fuga de líquido a través de una abertura del mismo tamaño.
- . Mover el cilindro a un lugar aislado, en donde representa un menor peligro.
- . Es necesario de reducir la presión, sacar cloro gas llevándolo al proceso o a un sistema de eliminación.
- . Aplicar el equipo de seguridad para fugas en el cilindro.
- . No sumergir un cilindro con fuga a un depósito de agua, la fuga puede agravarse y el cilindro puede flotar si está parcialmente lleno de cloro líquido, permitiendo la evacuación de gas a la superficie.
- . Pedir ayuda de emergencia.

#### Preparativos para manejar emergencias

##### Descarga en el proceso

Frecuentemente el cloro puede descargarse en el proceso a través del equipo regular de clorinación, o corriendo una línea directa al punto de consumo. El gas deberá descargarse si se desea reducir la presión y reducir al mínimo la fuga. El líquido debe descargarse si el proceso puede absorberlo.

##### Absorción

Si no se puede esperar a que el proceso pueda manejar el cloro en condiciones de emergencia, deberá pensarse en instalar un sistema auxiliar de absorción alcalina. Si se instala este sistema, deberá contarse con un tanque adecuado capaz de contener la solución alcalina requerida. El alcali deberá almacenarse en tal forma que se pueda preparar



la solución inmediatamente que se necesite. El cloro se pasa a la solución a través de una conexión adecuada, debidamente surmegida y con contrapeso para mantenerla bajo la superficie. El cilindro de cloro no deberá sumergirse en la solución, las soluciones alcalinas son equivalentes químicos y es aconsejable excederse en estas cantidades para facilitar la absorción.

#### Equipo de seguridad

Se han diseñado equipos de seguridad para fugas para contener la mayoría de las fugas que puedan presentarse en cilindros de cloro. Estos equipos trabajan sobre el principio de tapar las válvulas con fuga, o en el caso de los cilindros, sellar la fuga en la pared lateral. Se proporcionan elementos para tapar los fusibles en los cilindros de 908 Kg. Muchos consumidores de cloro incorporan en sus planes de emergencia el empleo de estos equipos.

Los equipos están dotados de instrucciones detalladas para el uso de los aditamentos que incluyen todas las herramientas. Las mascarillas para gases y la ropa protectora personal no están incluidos. Mayor información y sus componentes, mantenimientos, instrucción y entrenamiento periódico del personal que tenga necesidad de usarlos, se puede obtener del Instituto del Cloro, o del proveedor.

Los equipos de emergencia se designan como sigue:

- Equipo de emergencia A: Para cilindros chicos
- Equipo de emergencia B: Para cilindros de 908 Kgs.
- Equipo de emergencia C: Para carros-tanque o pipas.
- Equipo de emergencia D: Para barcazas (No es un equipo estándar del Instituto de Cloro).

## Edificios

Cualquier edificio que vaya a albergar equipo para cloro o cilindros, deberá diseñarse y construirse en forma que proteja del peligro del fuego a todos los elementos del sistema de cloro. Si en el mismo edificio se almacenan o procesan materiales inflamables, deberá construirse una pared protectora que separe las dos áreas. Se recomienda la construcción resistente al fuego.

Cada cuarto o construcción donde se almacene y se maneje o use cloro, deberá contar cuando menos con dos puertas. Todas las puertas de salida deberán abrir hacia afuera.

## Ventilación

El sistema de ventilación de las construcciones debe proporcionar aire fresco para las operaciones normales y debe tomar en consideración la posibilidad de una fuga. En algunos casos la ventilación normal natural puede ser suficiente, en otros, deberá proporcionarse mediante un extractor de aire adecuado. Es aconsejable que el cambio de aire sea cada minuto, o como máximo cada cuatro minutos. Deberán tomarse precauciones para evitar descargar cloro en lugares donde pueda causar daños o lesiones.

Entradas de aire. El cloro es más pesado que el aire y tiene tendencia a acumularse al nivel del piso. La succión de los extractores debe localizarse a nivel del piso o cerca del mismo. También deberán instalarse entradas de aire fresco. Para extraer el aire en algunas áreas puede necesitarse de múltiples entradas de aire y extractores.

Ventilación por ventiladores. Algunas veces se emplean ductos para extraer cloro gas de los lugares de operación. Estos ductos deben llevar directamente al ventilador y el gas debe llevarse a un lugar seguro para descargar si no se emplean ductos, se puede usar un extractor de pared con ventilador. Deberán instalarse interruptores para todos los ventiladores fuera de los cuartos de cloro o de la construcción



aún cuando se hayan instalado interruptores en el interior de los mismos.

### Tubería cloro seco

**Cloro seco.** La tubería se refiere únicamente a tubería instalada permanentemente.

**Materiales de construcción.** El Instituto de Cloro tiene disponible recomendaciones sobre tubería, conexiones y equipo misceláneo adecuado para usarse con cloro seco. Las tablas 6.1 y 6.2, resumen algunas de estas recomendaciones.

**Acomodo o arreglo.** El arreglo de la tubería debe ser tan sencillo como sea posible. El número de juntas roscadas o bridadas debe mantenerse al mínimo. Los sistemas de tubería deben estar bien sostenidos y con declive adecuado para permitir el drenaje; deben evitarse los lugares bajos. Debe darse una tolerancia suficiente para permitir la expansión de la tubería debida a cambios en la temperatura.

**Expansión de líquidos.** El cloro líquido tiene un alto coeficiente de expansión térmica. Si el cloro líquido (sin contenido de burbujas de gas), queda atrapado entre dos válvulas, se desarrollará una presión alta al aumentar la temperatura del cloro. Esta presión puede ocasionar la ruptura de la línea. Deben considerarse los efectos de una posible ruptura al diseñar cualquier sistema de tubería, cuando esta ruptura pudiera representar un peligro indebido para el personal, por permitir el escape de cloro, deberá instalarse un sistema de protección contra la presión hidrostática. Esta protección puede ser una cámara de expansión debidamente diseñada, operada y mantenida, o una válvula de alivio de presión o disco de ruptura que descargue en un recipiente o en una zona de seguridad. Consultar al proveedor de cloro.

**Condensación.** La condensación o relicuación puede presentarse en líneas de cloro gas que pasen por zonas donde la temperatura sea inferior al punto de equilibrio temperatura-presión, que indica la curva de presión de vapor. Cuando no se cuenta con sobrecalentamiento propor-

cionado por un vaporizador, la condensación puede evitarse reduciendo la presión con una válvula reductora de presión.

**Instalación.** Se recomienda que las juntas en la tubería de cloro sean bridadas o soldadas. Si se usan juntas roscadas, deberá tenerse cuidado extremo para obtener roscas limpias y precisas. Deberá usarse un lubricante sellador de tubería adecuado para cloro.

Puede emplearse aceite de linaza y grafito, aceite de linaza y plomo blanco, litargirio y glicerina para juntas permanentes, o cinta de teflón. Si se usa cinta de teflón, deben quitarse los remanentes antes de hacer nuevamente las juntas.

#### Preparación para iniciar la operación

Es especialmente importante limpiar todas las porciones de los sistemas de cloro antes de usarse, ya que el cloro puede reaccionar violentamente con el aceite de corte, la grasa u otros materiales extraños. La limpieza puede logarse arrastrando a lo largo de cada tramo de tubo un trapo saturado con tricloroetileno o cualquier otro solvente clorado adecuado. Nunca deberá usarse carbohidratos, porque el solvente residual puede reaccionar con el cloro. En algunos casos es práctico lavar con solvente o usar un solvente de grasas. Las válvulas nuevas o cualquier otro equipo que se reciba aceitado, deberá desarmarse y limpiarse antes de usarlo.

Las válvulas se probarán con aire seco, limpio, a 150 Psi., para probar el ajuste del asiento, antes de la instalación.

**Precaución.** Los solventes clorados pueden ocasionar serios efectos fisiológicos, a menos que se usen siguiendo exactamente las recomendaciones de seguridad del fabricante.

**Prueba hidráulica.** Para mayor seguridad, los sistemas de tubería de cloro deben probarse hidroestáticamente, a una presión de 300 Psi., antes de que el sistema se seque.

Secado. Durante la construcción, puede entrar humedad al sistema, ya sea de la atmósfera o de alguna otra parte. Por esta razón, la tubería siempre deberá secarse antes de usarse. Esto se puede lograr haciendo pasar vapor a través de las líneas, empezando por el punto más alto, hasta que las líneas estén completamente calientes. Mientras se calienta con vapor, se permite que el condensador y las materias extrañas drenen. La corriente de vapor se desconecta y se drenan todas las bolsas y puntos bajos de las líneas. Estando la línea todavía caliente, se inyecta aire seco con un punto de condensación de 35°C o menor, hasta que la línea esté seca. Esto puede requerir varias horas.

Si no se dispone de vapor y aire seco, deberá tenerse particular cuidado al limpiar secciones de tubería y otros equipos antes de armarlos, y se necesitará una inspección cuidadosa conforme avanza la construcción. El sistema final deberá purgarse con aire seco de cilindro, o con nitrógeno para eliminar cuanta humedad sea posible.

Prueba de gas. Después de secado el sistema, deberá probarse a presión a 160 Psi., con aire seco o nitrógeno y ser inspeccionado en busca de fugas, mediante la aplicación de agua jabonosa al exterior de las juntas. Después puede introducirse gradualmente el cloro gas, probando también el sistema en busca de fugas. Nunca se debe intentar reparar una fuga soldando, sino hasta que el cloro haya sido purgado del sistema. Cuando las fugas detectables hayan sido controladas, se volverá a probar la línea.

#### Tubería cloro húmedo

El cloro húmedo es muy corrosivo para todos los metales comunes de construcción. A bajas presiones el cloro húmedo puede manejarse con equipo de cerámica química, vidrio o porcelana, o con determinadas aleaciones. El hule endurecido, cloruro de polivinilo no plastificado, poliéster reforzado con fibra de vidrio, cloruro de polivinilideno y resinas de fluorocarbón completamente halogenadas, han sido usados con éxito. Todos estos materiales deben seleccionarse con gran cuidado. Para presiones altas deben usarse combinaciones de metal recubierto con

materiales resistentes. El titanio puede usarse con cloro húmedo pero no debe usarse con cloro seco. El tántalo es inerte al cloro húmedo y al seco, a temperaturas hasta de 156°C.

En general, las operaciones en que interviene el cloro requieren estudio especial. Los proveedores de cloro y de equipo pueden dar recomendaciones, solamente después de un cuidadoso estudio de todos los factores involucrados.

#### Vaporizadores

Los sistemas de cloro que utilizan gas, pueden necesitar el uso de un vaporizador externo (evaporador). Estos vaporizadores generalmente tienen una camisa de agua o calentamiento por vapor. Debe darse atención cuidadosa al diseño y operación de estos sistemas.

#### Almacenamiento estacionario

Los consumidores que reciban cloro en barcazas necesitan instalaciones de almacenamiento. Los que lo reciben en carros-tanque o pipa también pueden necesitarlas. Las instalaciones deberán ser diseñadas específicamente para este objeto y deberán operarse o inspeccionarse periódicamente, de acuerdo con los principios recomendados. Consúltese al proveedor de cloro.

#### Desecho de desperdicios

Si el proceso del consumidor de cloro requiere el desecho de desperdicios que contengan cantidades apreciables de cloro, puede necesitarse equipo especial, y habría que consultar al proveedor de cloro. También debe cumplirse con todos los reglamentos federales, estatales y locales relativos a salubridad y seguridad o a la polución de los recursos naturales.

## Seguridad del personal

### Educación y entrenamiento del personal.

La seguridad en el manejo del cloro depende en gran parte de la efectividad de la educación del personal, instrucciones apropiadas de seguridad, supervisión inteligente y el empleo del equipo adecuado.

La educación y entrenamiento del personal para trabajar con seguridad y para usar el equipo protector personal y los demás medios de seguridad que se les proporcione, son responsabilidad de la supervisión. Periódicamente deberán darse clases de entrenamiento, tanto para el personal nuevo como para el antiguo, para mantener un alto grado de competencia en los procedimientos de manejo. Los empleados deberán ser ampliamente informados de los riesgos que pueden resultar del mal manejo del cloro. Deberán ser entrenados para evitar, e instruirlos ampliamente en la acción apropiada que debe tomarse si se presenta una fuga, cada empleado debe saber exactamente qué hacer en una emergencia y debe estar informado muy bien sobre las medidas de primeros auxilios.

Además, la educación y entrenamiento del personal debe incluir los siguientes puntos:

- Instrucción y simulacros o exámenes periódicos relativos a la localización, propósito y empleo de los equipos de emergencia para cloro, equipo para combatir fuego, alarmas y equipo de cierre, tales como interruptores y válvulas.
- Instrucción y simulación o exámenes periódicos relativos a la localización, propósito y empleo del equipo protector personal. Los empleados deben ser advertidos de la necesidad de considerar la seguridad de otros individuos que se encuentren en el área, antes de intentar operaciones que puedan requerir el uso de equipo protector respiratorio.
- Instrucción y simulacros o exámenes periódicos relativos a la localización, propósito y usos de las regaderas de seguridad, baños de ojos, fuentes, o el suministro más cerca de agua para emergencias.

- Instrucción y simulacros o exámenes periódicos de empleados seleccionados, relativo a la localización, propósito y usos del equipo respiratorio de primeros auxilios.
- Instrucciones para evitar la inhalación de cloro gaseoso y el contacto con el cloro líquido.
- Instrucciones para reportar a las autoridades competentes, todas las fallas del equipo.

#### Equipo de protección personal

Disponibilidad y uso. Siempre que se maneje o use cloro, puede ocurrir una exposición severa al mismo. La persona que hace o quita una conexión de cloro debe estar provista de un respirador adecuado. Además, debe haber equipo protector para casos de emergencia, fuera del cuarto de cloro y cerca de la entrada, pero alejado de las zonas de posible contaminación. Si el cloro es usado en zonas muy separadas entre sí en cada lugar debe haber un equipo de protección disponible.

Protección respiratoria. Para combatir las emergencias, debe contarse con mascarillas de gas adecuadas (diferentes al respirador para escapes). Las mascarillas de gas deben estar localizadas fuera de los lugares donde probablemente pueda ocurrir una fuga. Deben estar sujetos a inspecciones rutinarias y mantenidos en buenas condiciones. Se limpiarán cada vez que se usen, así como a intervalos regulares. El equipo que se ha empleado por más de una persona se someterá a un tratamiento sanitario después de ser usado. Todo el equipo deberá ser utilizado y recibirá mantenimiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Aparato de auto-contenido de respiración. (Aprobado por la Oficina de Minas del Gobierno de los Estados Unidos). Este aparato, que consta de una pieza facial completa y un cilindro de aire u oxígeno que se carga en el cuerpo, o con un canister que produce oxígeno químicamente, es adecuado para altas concentraciones de cloro, y es el medio de protección respiratoria preferido por el consumidor usual de cloro. Protege durante un período que varía con la cantidad de aire, oxígeno o



producto químico generadores de oxígeno que se lleven. Las mascarillas de oxígeno no deben usarse en el interior de un tanque u otro espacio cerrado donde pueda existir el peligro de chispas o de fuego.

**PRECAUCION:** Cuando se emplea equipo productor de oxígeno, la entrada a la zona afectada debe demorarse hasta que se inicie la reacción que genera el oxígeno.

**Mascarilla de manguera con ventilador.** (Aprobada por la Oficina de Minas). Esta mascarilla, con una pieza facial completa y con aire suministrado a través de una manguera desde un ventilador alejado y operado a mano, es adecuada para altas concentraciones de cloro. El aire suministrado por el ventilador debe estar libre de contaminantes.

**Mascarilla tipo canister industrial.** (Aprobada para cloro por la Oficina de Minas). Esta mascarilla, con una pieza facial completa y canister de cloro, es adecuada para concentraciones moderadas de cloro, siempre y cuando haya oxígeno presente. La mascarilla debe usarse solamente durante un período de tiempo relativamente corto. Puede no ser adecuada en una emergencia, pues al momento de usarse, la concentración de cloro puede haber excedido el límite de seguridad (1% en volumen) y el contenido de oxígeno puede ser menor de 16% en volumen. La persona que la usa debe abandonar el área contaminada, inmediatamente que perciba el olor a cloro o sienta mareo o dificultad para respirar. Estas son indicaciones de que la mascarilla no está funcionando en forma apropiada y de que la concentración de cloro es muy alta, o de que no se dispone de suficiente oxígeno. A menos que la presencia de otros gases requiera el uso de un canister universal, debe emplearse el canister de cloro que tiene gran capacidad.

El exceder los límites recomendados por el fabricante, o el tiempo máximo para usar el canister, puede ser peligroso. Se recomienda el reemplazo regular de los canister viejos, aun cuando no hayan sido usados.

Otro equipo de protección. Cualquier persona que entre a un espacio cerrado deberá usar un arnés protector con líneas de salvamento.

Ropa protectora. La ropa protectora no es necesaria para desarrollar operaciones de rutina en la planta. El personal que pueda entrar en contacto con cloruro férrico durante las operaciones de mantenimiento debe usar guantes resistentes de plástico o de hule, así como el equipo de protección descrito antes. Aún cuando no son de uso específico para trabajar con cloro, deben usarse, o cuando menos tenerlos disponibles, anteojos o gafas de seguridad, cascos y zapatos de seguridad, según lo requieran los riesgos especiales de la zona, o la práctica de la planta.

### Aspectos médicos y primeros auxilios

#### Peligro para la salud

El cloro gas es principalmente un irritante respiratorio. Es tan intensamente irritante que bajas concentraciones en el ambiente son de inmediato detectadas por una persona normal. A concentraciones más altas, el efecto severo del gas hace poco probable que una persona permanezca en una atmósfera contaminada de cloro, a menos que esté inconsciente o atrapada. El cloro líquido puede ocasionar quemaduras en los ojos o en la piel por contacto. Cuando se somete a la temperatura y presión atmosféricas normalmente el cloro líquido se vaporiza a cloro gas.

#### Toxicidad aguda

Cuando hay presente una concentración suficiente de cloro gas, se irritan las membranas, el sistema respiratorio y la piel. Cuando hay grandes cantidades se produce irritación y si la exposición a la concentración de cloro es excesiva, se presenta una excitación general del individuo, acompañada de inquietud, irritación de la garganta, estornudos y salivación copiosa. Los síntomas de la exposición a las altas concentraciones son: náuseas y vómitos, seguidos de dificultad de respirar que puede llegar al punto de provocar la muerte por asfixia. El cloro líquido, al entrar en contacto con los ojos, o con la piel, ocasiona irritación local y puede causar quemaduras. No se sabe que el cloro pro-

duzca efectos generales. Todos los síntomas y signos resultan directa o indirectamente de la acción irritante local.

#### **Toxicidad crónica**

Las bajas concentraciones en el aire de cloro pueden tener un ligero efecto irritante o pueden producir síntomas leves después de varias horas de exposición, pero los exámenes periódicos cuidadosos a las personas continuamente expuestas a estas condiciones, no acusan un efecto crónico.

#### **Medidas sanitarias preventivas**

El cloro no es riesgo industrial serio, si los trabajadores son instruídos en forma adecuada y son supervisados respecto a la manera apropiada de manejarlo.

#### **Higiene personal**

El equipo de protección personal para trabajadores que puedan estar expuestos al cloro ya se describió.

#### **Exámenes de admisión**

Es aconsejable un examen médico previo, incluyendo radiografías de torax, para las personas que vayan a manejar cloro. Las personas que tengan historia o evidencia de enfermedades crónicas del aparato respiratorio, deberán ser excluídas de la exposición potencial al cloro.

#### **Exámenes médicos periódicos**

Todo lo que está indicado es un examen médico similar al que

se recomienda para cualquier empleado de la planta. Los exámenes periódicos ayudan a descubrir condiciones o afecciones respiratorias de tipo no profesional, y a dar a la persona la consiguiente protección a la exposición potencial.

#### Sugestión a los médicos

El tratamiento debe ser general. Ya que no se conoce un antídoto contra la inhalación de cloro gas, la meta principal del tratamiento es lograr el alivio efectivo e inmediato de los síntomas.

En el caso de exposiciones leves, el paciente debe mantenerse en reposo hasta que los síntomas de afecciones respiratorias cedan. A menudo está indicada la aplicación de sedantes para calmar el miedo o la inquietud.

Para prevenir que se presente un edema pulmonar, se ha reportado como efectiva la terapia con esteroides, si se aplica a tiempo. La inhalación de cualquier gas irritante puede conducir a una reacción retardada en forma de edema pulmonar. Como parece que el ejercicio físico tiene alguna relación con la incidencia de una reacción retardada, se recomienda que cualquier paciente que haya sido expuesto a una inhalación severa, se mantenga en reposo durante un período de observación. En los casos de inhalación de cloro, puede presentarse un estado de excitación, de miedo y de intranquilidad emocional.

Administración de oxígeno. Se ha encontrado que el oxígeno es vital en el tratamiento de la exposición de cloro. En muchos casos ha sido adecuada la administración de oxígeno 100% a la presión atmosférica. No debe excederse de una hora de tratamiento continuo; después de cada hora deberá interrumpirse y reanudarse, conforme lo indiquen las condiciones clínicas.

Algunos autores creen que se pueden obtener resultados superiores cuando las exposiciones se tratan con oxígeno bajo una presión de

exhalación que no exceda de 4 cms. de agua. Un solo tratamiento puede ser suficiente para exposiciones menores. Algunos observadores creen que la terapia con oxígeno a presión, es útil como ayuda para prevenir el edema pulmonar en casos de inhalación de cloro. En el caso de una exposición severa, el paciente puede ser tratado con aplicaciones de oxígeno a 4 cms. de presión de exhalación durante períodos de media hora en cada hora. El tratamiento puede continuarse en esta forma hasta que los síntomas decrezcan o hasta que aparezcan otras indicaciones clínicas para interrumpirlo.

**PRECAUCION:** Puede no ser aconsejable administrar oxígeno a presión positiva, en presencia de una falla cardiovascular existente o sospechosa.

#### Tratamiento específico

Los métodos de terapéutica específica en cada caso, serán dictados por el tipo y gravedad de las perturbaciones fisiológicas.

#### Primeros auxilios

##### Generalidades

Es de la mayor importancia dar tratamiento rápido a cualquier persona que haya estado expuesta al cloro. Además, el paciente debe ser retirado de la zona contaminada. Obténgase ayuda médica tan pronto como sea posible.

##### Contacto con la piel o con membranas mucosas

Si el paciente también ha inhalado cloro, deberán aplicarse primeramente los primeros auxilios para la inhalación. Si el cloro ha contaminado la piel o las ropas, deberá usarse inmediatamente la regadera de emergencia o cualquier otro medio de lavar en grandes cantidades

de agua. Las ropas contaminadas deben quitarse bajo la regadera, lavando el cloro con gran cantidad de agua. Las áreas de la piel se lavarán con abundancia de jabón y agua. Nunca se intentará neutralizar el cloro con sustancias químicas. No se aplicará ungüentos o pomadas, a menos que las prescriba el médico.

#### Contacto con los ojos

Si entra en los ojos el cloro líquido, aún en cantidad muy pequeña, o si los ojos han estado expuestos a fuertes concentraciones de cloro gas, deberán lavarse inmediatamente con gran cantidad de agua corriente, por lo menos durante 15 minutos. Nunca se intentará neutralizar con productos químicos. Durante este período, se mantendrán separados los párpados para asegurar el contacto del agua con todos los tejidos accesibles de los ojos y los párpados.

Se llamará de inmediato al médico y de preferencia a un oculista. Si éste no está disponible de inmediato, la irrigación a los ojos se continuará durante un segundo período de 15 minutos. No se aplique en los ojos ningún aceite, a menos que lo ordene el médico.

#### Inhalación

Si la respiración no ha cesado, el paciente se colocará en posición cómoda. Se le mantendrá arropado y en reposo hasta que llegue el médico, el que deberá ser llamado inmediatamente.

**PRECAUCION:** Nunca se le dará nada por la vía oral a un paciente inconsciente.

**Respiración artificial.** Si aparentemente la respiración ha cesado, deberá suministrarse inmediatamente respiración artificial, por los métodos convenientes.

**Administración de oxígeno.** Deberá administrarse oxígeno si se dispone de él.

Otras medidas. En tanto llega el médico, se deberán aplicar los primeros auxilios que él haya ordenado telefónicamente.

#### Equipo de primeros auxilios

##### Para inhalación

Deberá disponerse de equipo adecuado para la administración de oxígeno y para respiración automática, debidamente aprobado por las autoridades. En caso de que la compra del equipo no sea práctica, debe determinarse la localización del equipo y del operador experimentado más cercano, así como los medios de obtener ayuda rápidamente, si se presenta una emergencia. El equipo es inútil, a menos que haya operadores experimentados cuando se necesiten; se recomienda hacer los arreglos especiales para las noches y los fines de semana.

##### Para contacto con ojos y piel

En zonas adecuadas deberán instalarse regaderas de emergencia y fuentes para ojos, o su equivalente.

SOLUCIONES ALCALINAS RECOMENDADAS PARA ABSORBER CLORO

Capacidad del Tanque Kilos netos	SOSA CAUSTICA		CARBONATO DE SODIO		CAL HIDRATADA (*)	
	100 %	Agua		Agua		Agua
	Kgs.	Lts.	Kgs.	Lts.	Kgs.	Lts.
45	57.7	151.4	136.08	378.53	57.7	472.96
68	85.3	227.1	204.12	567.79	85.3	711.63
907.2	1134.02	3028.02	2621.60	7570.60	1134.0	9463.25

(\*) La cal hidratada deberá agitarse continua y vigorosamente, mientras se absorbe el cloro.



TABLA 6.1

MATERIALES DE CONSTRUCCION DE ACERO PARA CLORO SECO  
A TEMPERATURAS DE SERVICIO ENTRE  
20°F y 300°F (-17°C y 147°C)

<u>TUBERIA</u> 3/4" ó mayor	Acero al carbón, sin costura. Cédula 80
<u>CONEXIONES</u> (excepto uniones) Hasta 1.1/2" Cualquier tamaño	Acero al carbón forjado, 2000 # CWP, roscado o soldado  Acero al carbón forjado o fundido, brida-do, 300 # USA, o acero al carbón sin costura, Cédula 80, soldadura a tope
<u>UNIONES</u> Hasta 1.1/2"	De preferencia uniones bridadas, pueden usarse uniones 2000 # CWP, roscadas o con cuello soldado.
<u>BRIDAS</u> Hasta de 1" Cualquier tamaño	Se pueden usar uniones bridadas de 2 tuer-cas de amoníaco 1500 # CWP (extremos ros-cados)  Acero al carbón forjado 300 # USA, de pre-ferencia del tipo de cuello soldado
<u>VALVULAS</u> Hasta 1.1/2"  Cualquier tamaño	Extremo roscado O.C. & Y., o equivalente, válvulas de globo con bonete y prensa em-paque roscados con tuercas, cuerpo y yugo de acero al carbón forjado, asiento de Mo-nel o Hastelloy C. También puede usarse válvulas de 3/4" para cilindros de 908 Kg. del Instituto de Cloro, o válvulas modifi-cadas para cilindros de 908 Kg. (Ver Ta-bla 4.2)  La misma construcción, con extremos brida-dos.
<u>CARA DE LAS BRIDAS</u>	USA BI6.5 (dimensiones). Pequeña ceja y surco o cara realzada de 1/16". Bidas ovales de dos tuercas, ceja y surco según especificaciones del fabricante.
<u>JUNTAS</u>	Fibra de asbesto prensada por MIL a 17472 B, ó 2.4% plomo-antimonio.

EMPAQUES

Asbestos Grafitado libre de aceite, Garloch 7130 especial, o equivalente. También teflón.

MANOMETROS

Manómetros de presión protegidos por diafragma de plata o tántalo. Rango de presión al doble de la presión de trabajo, rango de 0-250 psi., para propósitos generales.

SOLDADURA

Para soldadura de gas, ASTM A-251, tipo GA60. Para soldadura de arco ASTM A-233, Tipo E-6000.

---

TABLA 6.2

MATERIALES DE CONSTRUCCION DE  
COBRE Y ALEACIONES DE COBRE PARA CLORO SECO

---

TUBERIA

3/16" a 3/4" D.E.

Tubo de cobre suave sin costura.

Grueso mínimo de la pared, 0.032" para 3/16" diámetro exterior.

Grueso mínimo de la pared, 0.032" para 1/2" diámetro exterior.

Grueso mínimo de la pared, 0.049" para 3/4" diámetro exterior.

1/4" a 1.1/2"

Tubo de cobre para agua, tipo "K". suave, según ASTM-B88. El diámetro exterior del tubo para agua tipo "K" es de 1/8" mayor que la medida nominal.

CONEXIONES

3/16" a 3/4", D.E.

(1) Tipo unión, con junta de plomo, conexiones soldadas a la tubería con latón o bronce.

(2) Tres piezas, 37°, tipo abocardado, S.A.E. estándar. Cuerpos rectos y tuercas, bronce en barra, cuerpos moldeados; forja de bronce, mangas, cobre silicón.

(3) Cuatro piezas, tipo sin abocardar Crawford Swagelock, cuerpo y tuercas de bronce.

1/4" a 1.1/2 nominal

Conexiones de cobre recocido, soldadas. Las conexiones deberán ser hechas con una aleación que no contenga estaño.

---

CAPITULO VII

EL RUIDO, SUS EFECTOS Y SU PREVENCION

## EL RUIDO, SUS EFECTOS Y SU PREVENCIÓN

### Generalidades

El sonido cuando se torna desagradable e indeseable, o cuando sus componentes se presentan en forma irregular, adquiere las características del ruido, factor determinante en la producción de trastornos que afectan al individuo física, psicológica y socialmente. Estas alteraciones en el campo de los riesgos de trabajo son calificadas de profesionales.

El ruido excesivo dificulta sobremanera la comunicación entre los trabajadores, impide escuchar las señales de alarma, ocasiona mal entendidos y puede provocar una sordera permanente. Por este motivo no debiera pasarse por alto el ruido al ocuparse de la Seguridad, además, el ruido puede cansar sumamente y tener los mismos efectos nocivos que otros tipos de fatiga.

Los sonidos con intensidades superiores a 90 decibeles son molestos para los trabajadores y los sonidos agudos pueden ser molestos a intensidades menores.

La sordera es una enfermedad que es notoria en una fábrica de papel, ya que existen ruidos con intensidades superiores a los permitidos que son originados principalmente por sierras para cortar madera, en el departamento de pasta mecánica y por los refinadores de pastas en la producción de papel, en estos últimos se hacen más notorios cuando son modelos antiguos.

Las precauciones de Seguridad contra el ruido deben asumir la forma de máquinas ideadas especialmente para impedir el ruido, de materiales que absorban el ruido y las vibraciones. Cuando esto es imposible,

La solución es limitar al mínimo las personas expuestas, así como el tiempo de exposición. Esto sólo puede lograrse sacando dichos refinadores fuera del proceso, es decir, su instalación no debe ser en un departamento cerrado donde haya varios trabajadores.

### Clasificación y otras consideraciones acerca del sonido

El sonido, o el ruido en su caso, tiene tres componentes fundamentales: la frecuencia, la intensidad y el timbre. Siempre concurren en forma simultánea, por lo que no puede concebirse la existencia de alguno de ellos aisladamente.

#### La frecuencia

Número de veces que el movimiento sonoro se produce en la unidad de tiempo, traduce en el receptor la sensación de altura tonal. Por ella es posible diferenciar entre sonidos altos o agudos y bajos o graves; sus unidades de medición son: ciclos por segundo (c/s), vibraciones dobles por segundo (vd/s) y Hertz (Hz), que pueden usarse indistintamente.

La capacidad del aparato auditivo para identificar este factor del sonido -CAMPO AUDITIVO-, oscila entre 20 c/s (para los graves) y 20,000 c/s (para los agudos), constituyendo este rango de frecuencia el campo auditivo fisiológico. Sin embargo, se reconoce un campo auditivo útil, al que pertenecen los sonidos que habitualmente se escuchan en la vida diaria, entre los que se encuentran los propios de la naturaleza y los creados por el hombre, en un rango de 63 a 8,000 c/s y en donde se ubica el ruido industrial, con predominio de 500 a 8,000 Hz.

Existe otro campo auditivo que para el hombre es el más importante, el del lenguaje, ya que de todos los fenómenos audibles, el de mayor jerarquía corresponde a la posibilidad de escuchar la voz de nuestros semejantes; éste se encuentra comprendido entre 300 y 3,000 Hz,

quedando por lo tanto en la zona de frecuencias en que el ruido industrial es producido, de donde resulta la primera premisa importante de considerar en la peligrosidad de este riesgo.

### La intensidad

La intensidad o amplitud de los movimientos o vibraciones que el cuerpo sonoro realiza en el espacio, involucra la sensopercepción auditiva de fuerza del sonido, por la cual es posible distinguir entre fuertes y suaves, con su unidad específica de medición, el decibel (dB). Esta unidad se basa en la cuantificación de la presión que el cuerpo sonoro ejerce sobre las moléculas de aire que le rodean, al ponerse en movimiento, o a la medida de la energía que se requiere para mover a ese cuerpo.

El aparato auditivo del hombre está hecho para captar una variedad muy amplia de intensidades, a la que se denomina BANDA DINAMICA, que se extiende desde el umbral mínimo de audición, que corresponde en condiciones normales a 0 dB o presión de referencia (0.0002 dinas/centímetro cuadrado, A.S.A.), o sea, la mínima cantidad de presión sonora capaz de iniciar el fenómeno auditivo hasta un umbral máximo de audición que corresponde a 120 dB, máxima presión sonora que el oído humano es capaz de tolerar, en condiciones normales, sin detrimento de su integridad física (es un billón de veces mayor que la unidad). Es la segunda premisa importante de consideración, en la peligrosidad del ruido.

Ahora bien, la definición de intensidad del sonido es: energía que pasa a través de una unidad de superficie perpendicular a la dirección de las ondas sonoras. Esto se expresa generalmente diciendo que es el logaritmo de la razón entre la intensidad de un sonido dado y la energía de un sonido de referencia. Cuando la energía de un sonido es 10 veces la de otro, se dice que la razón de las intensidades es de 1 belio.

$$B \text{ (belios)} = \log^{10} \frac{E}{E_0}$$

La intensidad del sonido se expresa corrientemente en microvatios/cm<sup>2</sup>.

$$1 \text{ microvatio} = 10^{-6} \text{ julios/seg.} = 10 \text{ ergios/seg.}$$

$10^{-16}$  vatios/cm<sup>2</sup> corresponde a la presión de referencia de 0.0002 dinas/cm<sup>2</sup>

Debido a que un belio representa grandes diferencias de intensidad, se emplea una unidad más pequeña, el decibelio (dB).

$$\text{dB} = 10 \log_{10} \frac{E}{E_0}$$

Intensidad = cuadrado de la presión dividido entre el producto de la densidad ( $\rho$ ) del aire a la temperatura dada multiplicada por la velocidad del sonido (C) en el aire a la misma presión y temperatura.

$$\text{dB} = 10 \log_{10} \frac{\frac{P^2}{\rho C}}{P_0^2} = 2 \times 10 \log_{10} \frac{P}{P_0} = 20 \log_{10} \frac{P}{P_0}$$

El timbre o color del sonido

El timbre o color del sonido como también es llamado, no ofrece importancia en la producción de trastornos. A él se debe la posibilidad de identificar una fuente sonora, o la de diferenciarla entre dos o más que suenen simultáneamente, como ocurren en la situación de poder identificar a 2 instrumentos musicales diferentes cuando producen la misma nota, con sólo escucharlos, cuando ya se han tenido experiencias auditivas previas.



RUIDOS TIPICOS

	dB
Motor de retropropulsión a 75 pies (23 m)	130 (límite de dolor) y más alto
Martinetes, martillos, martillos neumáticos	120 a 125
Máquinas roscadoras, prensas de estampar, remachadoras, sierras de trocear, taladro neumático, fresadoras, compresoras de aire	40 a 110
Oficina corriente, hogar ruidoso, conversación corriente	40 a 60
Hogar muy callado, susurro a 5 pies (1.5 M)	20 a 40

NIVELES DE PRESION DEL SONIDO

La mayoría de los instrumentos para medir el sonido están calibrados para que den lecturas a base del logaritmo común de las razones entre presiones del sonido (dB). Un nivel escogido de referencia es de 0.0002 dinas/cm<sup>2</sup> ó 0.0002 microbaria. Esta referencia se ha elegido debido a que se aproxima al límite normal de audición a 1,000 cps.

$$\text{NPS en dB} = 20 \log_{10} \frac{P}{P_0}$$

La ecuación anterior equivale a la siguiente ecuación:

$$dB = 10 \log_{10} \frac{E}{E_0} \quad \text{ó} \quad 10 \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

$$I = \frac{P^2}{\rho C}$$

### El sonido como energía

El sonido es energía mecánica en forma de ondas de presión. Es to puede representarse por: la vibración de una cuerda de piano, golpear metales uno con otro, o con la producción de ondas sonoras mediante la conversión de ondas eléctricas por un transductor, un cristal piezoeléctrico que se dilata y contrae cuando está sujeto a campos eléctricos pulsatorios. Cualquiera de estos fenómenos establece en el medio circundante una serie correspondiente de ondas de presión que alternan con presiones y rarificaciones.

El sonido no puede transmitirse a través del vacío, debido a que las ondas de presión solamente se propagan en un medio elástico.

La relación entre frecuencia, velocidad y longitud de onda se expresa por medio de la ecuación: velocidad = frecuencia x longitud de onda.

La velocidad viene fijada por el carácter del medio.

El sonido se desplaza más rápidamente en los líquidos y los sólidos que en los gases:

Aire (0°C)	331 m/seg.	1,087 pies/seg.
Hidrógeno	1,269 m/seg.	4,165 pies/seg.
Agua	1,435 m/seg.	4,708 pies/seg.
Hielo	3,200 m/seg.	10,500 pies/seg.
Fierro	5,130 m/seg.	16,820 pies/seg.

La temperatura también surte efecto definido. En el aire la velocidad aumenta aproximadamente 2/pies/seg. (60 cm/seg.) por cada grado centígrado de elevación de la temperatura.

$$V = V^{\circ} - .61(t - t^{\circ})$$

$V^{\circ}$  : -Velocidad inicial a la temperatura  $t^{\circ}$

$V$  : Velocidad a la temperatura  $t$  aumentada

El desplazamiento de las ondas sonoras es longitudinal, es decir, la vibración de las partículas tiene lugar a lo largo de un eje paralelo a la dirección de propagación. El sonido puede reflejarse y refractarse (curvarse en torno de ángulos), y sufrir interferencias destructivas o constructivas. Los fenómenos de interferencia son perceptibles en forma de amplificaciones o disminuciones. La altura de un sonido es un concepto subjetivo que depende de la frecuencia.

Altura y frecuencia no son idénticos, aunque la altura aumenta cuando aumenta la frecuencia.

Las características del sonido que tienen más importancia para los programas de control de los ruidos son la intensidad y la frecuencia.

### Medición del sonido

Por lo general, los instrumentos medidores del sonido están constituidos por un micrófono, un amplificador y un cuadrante indicador. La energía sonora se convierte a energía eléctrica o modifica el flujo de la corriente medida, presente en el micrófono. La corriente amplificada indica el nivel de presión sonora por medio de un amperímetro indicador, calibrado a base de decibelios.

Los medidores más sencillos de sonido responden a sonidos entre 20 cps y 20,000 cps. Se usan diversos tipos de medidores. La distribución de la presión sonora a diversas frecuencias puede determinarse con un analizador de bandas de octavo o un analizador de frecuencias.

Algunos instrumentos permiten estos análisis a frecuencias discretas. Una octava es el intervalo entre dos sonidos cuya razón de frecuencia es igual a dos. Así pues, el intervalo de 75 cps a 150 cps es una octava debido a que:

$$\frac{150}{75} = 2$$

Los instrumentos usados deben ceñirse a especificaciones de normas aprobadas tales como, por ejemplo, las de la American Standard Association (Asociación Norteamericana de Normas).

#### Efectos fisiológicos del sonido y proceso de la audición

El oído humano lo constituyen tres partes principales: el oído externo, el oído medio y el oído interno.

El sonido puede causar sordera en cualquiera de estas formas: la pérdida de la audición puede ser resultado de que sonidos violentos, tales como explosiones, rompan el tímpano que se encuentra entre el oído externo y el oído medio, o cuando el oído interno resulta dañado por la exposición crónica a exceso de ruidos. La pronta atención médica puede corregir algunas veces el daño traumático.

El proceso de la audición es una cadena de transformaciones que implica el cambio de ondas sonoras presentes en el aire a vibración mecánica en el oído interno, a vibración de un líquido y a impulsos nerviosos.

Los receptores nerviosos de la cóclea (caracol) del oído interno son susceptibles de daño permanente cuando están expuestos a exceso de ruido. Estas terminales nerviosas o fibras colectoras son sensibles a bandas estrechas de frecuencia. Cuando estas terminaciones nerviosas quedan dañadas por sonidos de alta intensidad, se produce la pérdida de la audición con respecto a un intervalo de frecuencia ligeramente más alto.

La sordera perceptiva o nerviosa es un defecto que va estableciéndose lentamente, tan paulatinamente que de hecho, la persona afectada no se percata de que se está produciendo un cambio. Esta sordera no se puede corregir con aparatos auxiliares de la audición.

### Pérdida de la audición y frecuencia

Los efectos del sonido en la audición difieren con la frecuencia. A cada banda de octava de frecuencia (un intervalo cuyo límite superior es el doble del inferior), se le puede asignar un nivel aproximado de intensidad sonora por encima del cual aumenta en gran forma la probabilidad de que produzca sordera.

Este es el intervalo de comunicación de la voz.

Si el sonido al que se está expuesto se concentra en una frecuencia, la pérdida de audición estará también concentrada en esta misma frecuencia o en una frecuencia ligeramente más alta. Si el ruido se encuentra en un amplio intervalo de frecuencias, la pérdida de la audición se producirá primero en las frecuencias más altas, por ejemplo, más por encima de 4,000 cps. Debe ponerse especial cuidado en evitar la exposición a ruidos intensos dentro de la octava de 1,500 cps. a 3,000 cps.

### Glosario sugerido para un programa de control de ruido

#### Regla 1. Medición del nivel del sonido

Sección A Siempre que el nivel de ruido continuo en un local provoque que sea difícil hacerse oír hablando en voz alta a una distancia de un pie (30 cm), o cuando existan fuentes activas de ruidos que produzcan altos niveles de ruido, deben tomarse mediciones del nivel del sonido.

Sección B Siempre que el nivel general del sonido continuo rebase 85 decibeles, medidos en la escala C de la red plana de compensación de un aparato medidor del nivel del sonido (fonómetro), deben tomarse mediciones de la onda de octava como parte de un estudio más detallado de las condiciones del ruido. Este estudio del nivel del sonido se repetirá a intervalos de seis meses, o con mayor frecuencia, según sean los cambios en las condiciones del ruido.

### Regla 2. Criterios para la conservación de la audición

Sección A El ruido continuo de igual intensidad que tenga una duración de 5 ó más horas al día, 5 días a la semana, no debe rebasar los niveles de cualquiera de las bandas de octava enumeradas en la Tabla 1, en la columna correspondiente a 40 horas por semana. Si se rebasan estos niveles, deben iniciarse de inmediato métodos de control

Sección B Los niveles de ruido continuo que tienen una duración de 25 horas o menos a la semana no deben rebasar los niveles de sonido de las bandas de octava enumerados en la Tabla 1. Si se rebasan dichos niveles deben iniciarse de inmediato métodos de control del ruido.

Sección C En las exposiciones de corta duración a los ruidos, no deben rebasarse los criterios señalados en la Tabla 1, a menos que se establezcan métodos de control de ruido. El nivel máximo de ruido permitido para cualquier exposición a cualquier nivel de banda octava, por más breve que sea su duración, salvo los ruidos de impacto, deben ser de 135 decibeles.

### Regla 3. Métodos de control de los ruidos

Sección A Siempre que sea posible hacerlo, los niveles de ruido deben

rebajarse usando métodos de ingeniería. Estos métodos deben incluir: la sustitución de las operaciones productoras de ruido con otros métodos u operaciones más silenciosos; aislamiento de la fuente de ruido, tratamiento acústico general del local de trabajo y supresión en el punto de disipación.

#### Regla 4. Limitación de la exposición

Sección A Las exposiciones semanales permitidas a altos niveles de sonido que no pueden rebajarse ni suprimirse mediante métodos de control, deben ajustarse a los niveles especificados en la Tabla 1.

Sección B Los ruidos de impacto pueden describirse a base de la diferencia de decibeles indicada entre la cresta y el valle de su curva. Cuando se aplica la Tabla 1 para fines de control, debe considerarse que el ruido es continuo y de la intensidad de la cresta indicada si el intervalo de tiempo entre dos crestas es de un segundo o menos, o si la diferencia en decibeles entre la cresta y el valle es de 10 ó menos, según aparezca indicado en la escala rápida del fonómetro general American Standard. Cuando el intervalo de tiempo entre crestas es de más de un segundo y la variación indicada del nivel del sonido es de más de 10 decibeles, debe considerarse que el sonido es intermitente y de la intensidad indicada en la cresta, cuando para fines de control se aplique la Tabla 1. Al sumar estos sonidos intermitentes debe considerarse que su duración individual es de un segundo si el período de ascenso y caída de 10 decibeles, pasando por la cresta, es de un segundo o menos. Si cada uno de estos períodos es de más de un segundo, deben sumarse los distintos tiempos.

#### Regla 5. Audiometría

Sección A Todos los empleados que trabajan en lugares en los que existen altos niveles de ruido, deben pasar por un examen del oído antes de asignárseles a dichos lugares, dicho examen debe incluir un audiograma. Los audiogramas se tomarán en condiciones adecuadas y por técnicos competentes. Deben tomarse audiogramas cuando menos una vez cada 6 meses, de todos los trabajadores sujetos a altos niveles de ruido durante el curso de sus ocupaciones normales, o se les tomará con mayor frecuencia si la agudeza del oído acusa una disminución permanente de 15 decibeles a 2,000 ciclos por segundo.

#### Regla 6. Dispositivos de protección personal

Sección A Siempre que no sea factible rebajar los niveles del ruido a los que se especifican en la Tabla 1, valiéndose de métodos de control o de limitación de la exposición, entonces deben proporcionarse y usarse dispositivos de protección personal.

Sección B Cuando sean necesarios los dispositivos protectores del oído debe proporcionarlos, ajustarlos y conservarlos el patrón.

Sección C Los dispositivos protectores del oído deben ajustarse o adaptarse individualmente, lo que debe hacerse en su inicio mediante un examen médico adecuado y quedando sujetos a supervisión médica posterior.

Sección D Debe enseñarse al usuario de los protectores del oído, cuál es el uso adecuado de los mismos y sus limitaciones.

Sección E La atenuación del sonido por los dispositivos protectores de ruido debe ser mayor que la que se necesite para mantener los niveles de exposición al sonido por debajo de las especificaciones en la columna de 40 horas a la semana de la Tabla 1, 6, si esto no fuese factible, entonces los dispositivos protectores deben mantener niveles que puedan usarse de acuerdo con los límites de exposición semanal para los dis-



tintos niveles, tal como se especifica en la Tabla 1.

**Regla 7. Instrumentos medidores**

**Sección A** Todos los instrumentos y métodos de medición que se utilicen en estudios de ruido, o en programas de control de ruido o de conservación de la audición, deben ajustarse a las especificaciones aplicables esbozadas en las normas norteamericanas y sus modificaciones.

Z24.3-1944 Fonómetros para medición de ruido y de otros sonidos.

Z24.5-1951 Audiómetro para fines generales de diagnóstico.

Z24.10-1953 Juego de filtros de octava para el análisis de ruidos y otros sonidos.

Z24.22-1957 Método de medición de la verdadera atenuación de la audición con protectores del oído a nivel límite.

**Regla 8. Registros**

**Sección A** El patrón debe llevar registro de todos los estudios y exámenes del ruido, así como de las determinaciones audiométricas individuales, que deben estar a disposición del empleado afectado cuando lo solicite.

TABLA 1EXPOSICION MEDIA SEMANAL PERMITIDA

S-1.6 - 1960*	Banda de frecuencia	Horas de la semana					
		0.1	0.3	1	3	10	40
63	20 - 75	135	135	125	115	110	165
125	75 - 150	135	130	120	110	105	100
250	150 - 300	135	125	115	105	95	95
500	300 - 600	130	125	110	100	95	90
1000	600 - 1200	125	120	110	100	90	85
2000	1200 - 2400	120	115	105	100	90	85
4000	2400 - 4800	120	115	105	100	90	85
8000	4800 - 9600	120	115	105	100	90	85

S-1.6 - 1960\* Frecuencias "American Standard" preferidas para mediciones acústicas

EJEMPLO: Si la banda de octava es 600 - 1200 ciclos por segundo y el nivel de sonido es 100 decibeles, entonces la exposición semanal no debe rebasar de 3 horas.

CAPITULO VIII

AREAS POLVOSAS

## AREAS POLVOSAS

### Generalidades

Las enfermedades bronco-pulmonares son frecuentes en una fábrica de papel y son producidas por la inhalación de polvos y humos de origen animal, vegetal o mineral. Generalmente a este tipo de padecimiento se le conoce con el nombre de neumoconiosis y se presenta en los trabajadores a cualquier edad, de acuerdo con el tiempo de exposición al riesgo. De aquí que los trabajadores con determinada antigüedad padezcan este tipo de enfermedad de una manera crónica.

Se define como polvos a las partículas de materia sólida suficientemente finas que pueden sostenerse dispersas en el aire. Se dividen en: polvos orgánicos e inorgánicos para su estudio sobre el efecto que producen sobre el organismo.

Dentro de los primeros, aunque no todos causan neumoconiosis, muchos sí son irritantes de las vías respiratorias superiores, de la conjuntiva y la piel. Algunos polvos orgánicos producen alergias en personas sensibles a ellos, con aparición de asma, urticaria, etc. Los efectos irritantes y alérgicos disminuyen o terminan al retirar al trabajador de la exposición, pero sobreviene la recurrencia del padecimiento al retorno al trabajo.

### Polvos orgánicos frecuentes en una fábrica de papel

#### Polvos de algodón

Dentro de la diversidad de papeles, algunos se producen con un determinado porcentaje de algodón, cuyos polvos provocan la bisinosis,

término que se aplica a la afección que presentan los trabajadores expuestos al riesgo.

#### Polvos de bagazo

Este tipo de polvo da origen a la bagazosis, padecimiento pulmonar que presenta como sintomatología bronquiolitis aguda y neumonía, principalmente.

#### Polvos de celulosas de madera y polvos del mismo papel como producto terminado

Estos polvos causan serias irritaciones bronco-pulmonares que se adquieren en las zonas de producción de papel y en los departamentos de conversión donde dichos polvos son producidos por el contacto del papel con diversos tipos de cuchillas.

#### Polvos inorgánicos frecuentes en una fábrica de papel

Dentro de este tipo de polvos se incluyen algunos humos de origen vegetal. Para su estudio se pueden dividir en:

##### Polvos y humo metálicos inertes

Estos no producen síntomas específicos al ser inhalados y su exposición, aún siendo prolongada, no origina incapacidad, los más importantes son el humo y polvos de carbón y polvos de silicatos y compuestos de cal y magnesio.

##### Polvos y humos metálicos que producen trastornos específicos

Dentro de esta clasificación se puede decir que normalmente no se presentan en una fábrica de papel. Pero se mencionan como vía de in-

formación. Algunos polvos y humos metálicos tienen la propiedad de ser absorbidos a través del pulmón y producen efectos específicos en otras regiones del organismo, quedando indemnes los pulmones a su acción nociva. Como ejemplo tenemos al saturnismo o envenenamiento con plomo, el magnesianismo por la inhalación de manganeso, "fiebre de fundidores" provocada por el óxido de zinc, manganeso, cobre, plomo, antimonio, arsénico, níquel, plata, cobalto.

**Polvos y humos metálicos que producen trastornos pulmonares inflamatorios**

Pueden producir estos trastornos la inhalación de vanadio, cadmio, osmio y berilio. Esta clasificación tampoco se presenta en una fábrica de papel, pero es importante mencionarla.

**Polvos y humos que producen fibrosis pulmonares e incapacidad**

La silice libre se considera la causa principal de padecimientos pulmonares originados por polvos y de un alto porcentaje de individuos incapacitados; por esta razón la distinción entre la silice libre ( $\text{SiO}_2$ ) y la silice combinada, es decir, silicatos que ostentan el radical ( $\text{SiO}_4$ ) es de la mayor importancia, ya que los silicatos, con excepción de los asbestos, se consideran como inertes. La inhalación prolongada de polvos que contienen silice libre ocasionan el desarrollo del padecimiento conocido como silicosis.

El asbesto es un silicato de magnesio hidratado que se presenta en forma mineral, fibroso y blanquecino. La principal lesión de asbestosis consiste en una fibrosis difusa que se inicia como un cordón que rodea a los bronquiolos terminales.

Humos de bauxita. La bauxita es una alúmina natural hidratada que contiene pequeñas cantidades de silice, que cuando se funden se forma alúmina o coridon artificial. El padecimiento producido es una fibrosis pulmonar denominada "enfermedad de Shaver".

### Polvos y humos de acción intederminada en los pulmones

El efecto de ciertos polvos y humos sobre el organismo y el papel que juegan en el origen de algunos padecimientos no ha sido todavía determinado, entre ellos se incluyen al talco, hidresulfitos, fosfatos, etc.

### Algunas observaciones con respecto a polvos

Los riesgos potenciales para la salud ocasionados por polvos industriales están íntimamente ligados con la concentración en la atmósfera, su composición química, el diámetro de sus partículas y el tiempo de exposición.

En la concentración de la atmósfera, tanto el conocimiento de las concentraciones máximas permisibles que han sido fijadas para poder determinar la concentración de las diferentes operaciones, es necesario conocer a fondo el proceso para determinar cuales operaciones son generadoras de polvos o humos.

En este mismo aspecto se podrá medir el diámetro de las partículas, ya que éste influye en la suspensión por sus propiedades dinámicas, debido a estas propiedades las partículas microscópicas permanecen suspendidas en el aire por largo tiempo, dando lugar a que sean inhaladas fácilmente. El diámetro de las partículas producida en los diversos departamentos de una fábrica de papel varía entre las regiones microscópicas y visibles.

En virtud de su gran superficie por unidad de masa, estas partículas al ser equilibrado su peso por la resistencia del aire cae con velocidad constante.

Partículas de diámetros inferiores a las 10 micras llegan fácilmente a las paredes pulmonares, se ha llegado a determinar que el diámetro obtenido para que una partícula llegue a la pared alveolar es de

1 micra, alrededor de este diámetro el porcentaje de precipitación al pulmón disminuye, es por esto que la acción fisiológica de los polvos sobre el organismo esté íntimamente relacionada con la finura de las partículas que los forman, por lo que el estudio de las propiedades dinámicas y la determinación de la distribución del diámetro es de gran importancia. De lo anterior se establece que la peligrosidad de un polvo está directamente relacionada con el diámetro, ya que éste determina el grado de penetración al organismo, además, la pequeñez del diámetro determina la posibilidad de inhalación de las partículas generadas en el proceso.

La exposición al riesgo estará en razón de la concentración de los polvos en el ambiente, a esta concentración que puede ser expresada en microgramos de polvo por m<sup>3</sup> de aire o en millones de partículas por m<sup>3</sup> de aire.

De acuerdo con el reglamento de la OIT de tasas límite de concentraciones y con la última expresión tenemos la siguiente tabla:

	<u>Millones de partículas en m<sup>3</sup> de aire</u>
Alúmina anhidra	1.750
Amianto	175
Carburo de silicio	1.750
Cemento Portland	1.750
Esteatita (menos de 5% de SiO <sub>2</sub> libre)	700
Mica (menos de 5% de SiO <sub>2</sub> libre)	700
Pizarra (menos de 5% de SiO <sub>2</sub> libre)	1.750
Polvos en general (menos 5% SiO <sub>2</sub> libre)	1.750
Polvos nocivos (sin SiO <sub>2</sub> libre)	1.750
Silice - Alta concentración (más de 50% de SiO <sub>2</sub> libre)	175
Mediana     "     (de 5% a 50 % de SiO <sub>2</sub> libre)	700
Baja         "     (menos de 5% de SiO <sub>2</sub> libre)	1.750
Talco	700
Amianto - Ca(MgFe) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	175
Carborundum - SiC	1.750



Sugerencias para resolver el problema en áreas polvosas

En México la preservación y mantenimiento de la salud del trabajador está en manos del cuerpo médico del I.M.S.S., por medio del diagnóstico y control preventivo de las enfermedades, así como del Ingeniero de Seguridad y el médico; profesionistas con los que debe contar una industria perfectamente organizada. Debe mencionarse que en nuestro país, las fábricas de papel y la industria en general está aún desorganizada en cuanto a Seguridad Industrial se refiere; y, podría decirse que en contadas industrias se han iniciado verdaderas campañas para resolver los problemas que se presentan, notándose que en éstas se observan los índices de frecuencia más bajos.

Para resolver el riesgo de los polvos neumoconiosicos se pueden efectuar los métodos de control de riesgo que nos den una eliminación de las fuentes de contaminación, prevención de la dispersión, la protección individual y la educación general.

La eliminación de las fuentes de contaminación consiste en el diseño de la planta y el equipo, o en la alteración de ambos, tendiente a eliminar los posibles focos de producción de polvos. La mejor manera de lograrlo está en manos de diseñadores y fabricantes de maquinaria, los que deben incorporar en sus equipos sistemas básicos de control, ya que en gran parte de la maquinaria actual se carece de elementos que eviten la generación de polvos, integrados a ellos. También podemos enumerar el encerrado de procesos por medio de la instalación de casetas o el hermetizado, cuando éste es posible.

Puede utilizarse el método de humidificación, cuya efectividad depende de: el mojado del polvo y la eliminación de éste, algunos polvos son difíciles de humedecer y no son retenidos por el agua a menos que el mojado sea efectivo. Después de humedecer es necesario colectar y eliminar el polvo mientras se encuentre húmedo, ya que al secarse puede volver a ser dispersado.

La forma más efectiva de control de los polvos es la ventilación que generalmente cuenta con las siguientes partes: campanas, duc-

tos, colector y extractor.

La función de las campanas es aislar la fuente de contaminación hasta donde el proceso lo permita, sin interferir en las diversas maniobras y crear un flujo en el área de generación del contaminante con una velocidad y dirección que sea capaz de captar el aire contaminado introduciéndolo al sistema. La efectividad de una campana es su forma y colocación.

La función de los ductos consiste en unir las diferentes campanas del sistema con el extractor y el colector, pero es interesante tener en cuenta que midiendo la variación adecuada de los diámetros en cada una de las ramas del sistema o la utilización de compuertas se llega a obtener el volumen de aire necesario para la captación del polvo.

El colector es el equipo que tiene como finalidad evitar que el polvo sea lanzado al exterior y vaya a ser un contribuyente a la contaminación atmosférica o a la misma industria.

Hay diferentes tipos de colectores, dependiendo del polvo a captar, siendo uno de los más efectivos el precipitador electrostático, pero con el inconveniente del costo que es alto.

El equipo de protección personal como es: uniforme adecuado, guantes, mascarillas, etc., se utiliza como un auxiliar de los métodos mecánicos de control de riesgo.

**CAPITULO IX**

**CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES

Con base a las visitas hechas a diversas plantas papeleras de nuestro país y a algunas pertenecientes a otro ramo, debo concluir que la industria en general, exceptuando algunos casos, está deficiente en organización y programas en cuanto a Seguridad Industrial se refiere, y es por ello que en este trabajo trato de dar una solución al problema presentando un programa de Seguridad Industrial entre muchos existentes.

Por otra parte, trato de dar una orientación de cómo investigar los accidentes, ya que si no se cuenta con un programa de Seguridad, mucho menos se aplican las diversas técnicas de investigación de accidentes; además de exponer la forma de cómo el personal obrero debe ejercitar las normas establecidas para reducir los riesgos.

Es notorio que en gran parte de nuestra industria se le da poca importancia al uso adecuado de los colores, así como a la protección del trabajador en diversas áreas confinadas en una planta papelera y de ahí las enfermedades ocupacionales o profesionales que afectan tanto a nuestra economía.

Una de las cosas importantes que debe recalcar es que los índices de frecuencia de accidentes más altos se deben al manejo de materiales y maniobras pesadas y es por ello que siempre nos encontramos un alto porcentaje de trabajadores accidentados al efectuar dichos trabajos, causando graves problemas de tipo social y económico.

El uso de cloro en la industria papelera, aunque no es a gran escala, no deja de tener riesgos en su manejo y es por ello que aquí se muestra cómo debe utilizarse; y de aquí la orientación de cómo se deben manejar la diversidad de productos peligrosos más frecuentemente utilizados.

Debe mencionarse que lo referente a incendios es donde todas las fábricas de papel prestan más atención, debido al alto riesgo de producirse y a las pérdidas cuantiosas que podrían resultar; y puedo decir que todas las fábricas cuentan con uno o más sistemas para combatir incendios. Y de aquí se puede concluir que entre los riesgos más frecuentes se encuentran: el fumar, la presencia de líquidos inflamables, desorden, mantenimiento deficiente de máquinas que se recalientan; los cuales se combaten acertadamente.

Finalmente, se deduce que en México aún no se le da la importancia que debiera a la Seguridad Industrial, en algunos casos por el desinterés de los patrones y en otros por la negligencia de las autoridades gubernamentales, o por la ignorancia de los trabajadores. Una solución es, como la emprendida en México, creando un organismo de Higiene y Seguridad que hasta el momento no ha tenido los resultados esperados, aunque se han observado grandes progresos al respecto. Y es por ello que las personas que de una u otra forma estamos relacionadas con la industria, debemos trabajar y orientar para hacer conciencia en los patrones, gobierno y en el trabajador mismo, de cuan importante es la Seguridad Industrial, y de esta forma evitar las cuantiosas pérdidas que año con año reciente nuestro país.

B I B L I O G R A F I A

## LA PREVENCIÓN DE LOS ACCIDENTES ✓

Manual de educación obrera.  
Oficina Internacional del Trabajo (O.I.T.)  
Ginebra 1961

## INDUSTRIAL SAFETY (SERIES A, G, H) INSTRUCTORS GUIDE ✓

Training Manual 73, 79, 80  
Bureau of Labor Standards  
United States of America 1966

## MEMORIAS DEL CONGRESO NACIONAL DE SEGURIDAD DE 1970 ✓

Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad, A.C.

## CODIGO DE COLORES PARA LA SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Instituto Mexicano del Seguro Social 1969

CONFERENCIAS SOBRE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN MANIOBRAS PESAS Y  
MANEJO DE MATERIALES

XII Reunión Anual A.T.C.P.

## APUNTES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL ✓

Facultad de Química U.N.A.M.  
Dr. Ramón Vilchis Zimbrón

POSITIVE PRESSURE RESPIRATION IN THE TREATMENT OF IRRITANT  
PULMONARY EDEMA DUE TO CHLORINE GAS POISONING

Jour, American Medical Association 1945  
Herdy, G.C., and Borach

## EFFECTS OF CHLORINE GAS ON RESPIRATORY FUNCTION

Arch. of Env. Health, 14, 545 1967  
Kowitz, T.A., Reba R.C., Parker R.T., and Spicer W.S.

ABSORPTION OF CHLORINE BY WATER IN A PACKED TOWER

Industrial and Engineering Chemistry 1937  
Adams, F.W., and Edmonds R.G.

THERMODYNAMIC PROPERTIES OF CHLORINE

Chemical Engineering 56, 89 1949  
Hulme R.E., and Tillman A.B.

THERMODYNAMIC PROPERTIES OF CHLORINE

Engineering Research Institute  
University of Michigan 1957  
Kapoor, R.M. and Martin J.F.