



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROPUESTA DE UN PROGRAMA PARA EL MANEJO DE  
SUSTANCIAS PELIGROSAS, EN UNA EMPRESA  
FABRICANTE DE ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES**

**Hugo Eduardo Silvestre Rustrián**

Asesorado por el Ing. Ronal Adolfo Herrera Orozco

Guatemala, noviembre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PROGRAMA PARA EL MANEJO DE  
SUSTANCIAS PELIGROSAS, EN UNA EMPRESA  
FABRICANTE DE ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**HUGO EDUARDO SILVESTRE RUSTRIÁN**  
ASESORADO POR EL ING. RONAL ADOLFO HERRERA OROZCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Sergio Antonio Torres Méndez
EXAMINADOR	Ing. Francisco Arturo Hernández Arriaza
EXAMINADOR	Ing. Ing. Edwin Antonio Echeverría Marroquín
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **PROPUESTA DE UN PROGRAMA PARA EL MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS, EN UNA EMPRESA FABRICANTE DE ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 01 de marzo de 2006.

Hugo Eduardo Silvestre Rustrián.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- DIOS** Fuente inagotable de sabiduría, que iluminó mis pasos para poder hacer realidad uno de mis anhelados sueños.
- MIS PADRES** Juan Luis y Alejandra, porque este triunfo es gracias a su esfuerzo y sacrificio, por su apoyo incondicional, por su amor y cuidados.
- MIS HERMANAS** Corina y Claudia, por el cariño y amor brindado a lo largo de todos estos años.
- MI NOVIA** Aleida del Rosario, luz de mi alma, por ser la persona que me llena con su amor, que me apoya y me motiva para alcanzar todas mis metas.
- MIS ABUELOS** Leopoldo, Juanita y Fidelia, por sus sabios consejos y apoyo emocional.
- MIS TÍOS Y PRIMOS** Por ser parte importante de mi vida y porque siempre he contado con ellos.
- LA MAESTRA** Cruz Angélica Vargas, porque fue, quien desde niño, forjó mi carácter y despertó en mí el deseo de superación. Más que mi maestra, la considero como una segunda madre.

**LOS INGENIEROS**

Ronal Adolfo Herrera y Walter Noriega, gracias por sus consejos y apoyo.

**MIS AMIGOS**

Blanca, Vivi, Luz Elena, Douglas, Juan Alberto y todos los integrantes de la F-38 del Fischmann, mil gracias por su amistad sincera y apoyo en los momentos difíciles.

**LA FACULTAD  
DE INGENIERÍA**

Porque durante todo el tiempo que duró mi carrera, fue mi segundo hogar.

**LA UNIVERSIDAD  
DE SAN CARLOS**

Por haberme brindado la oportunidad de estudiar una carrera universitaria.

**SAN JOSÉ PINULA**

Pedacito de tierra que me vio nacer, cuna de gente trabajadora y honesta que engrandece a Guatemala.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XIII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XVII</b>
<b>1. ANTECEDENTES GENERALES</b>	<b>1</b>
1.1 Reseña histórica de la empresa	1
1.2 Descripción general de la planta	2
1.2.1 Procesos de producción	2
1.2.2 Instalaciones físicas	5
1.3 Conceptos y temas relacionados	6
1.3.1 Sustancias químicas consideradas como peligrosas	7
1.3.1.1 Hidrógeno	7
1.3.1.2 Nitrógeno	9
1.3.1.3 Hidróxido de sodio o soda cáustica	10
1.3.1.4 Amoníaco	12
1.3.2 Factores de riesgo	13
1.3.2.1 Tipo de riesgo	14
1.3.2.2 Vía de entrada	14
1.3.2.3 Tiempo de la exposición	15
1.3.2.4 Intensidad de la exposición	15
1.3.3 Equipo de protección personal	15
1.3.2.1 Protección de la piel	15

1.3.2.2	Protección ocular	16
1.3.2.3	Protección de las manos	19
1.3.2.4	Protección de los pies	21
1.3.2.5	Protección de las vías respiratorias	22
1.3.2.6	Protección de la cabeza	23
1.3.2.7	Lava-ojos y duchas de seguridad	24
1.4.4	Compresores abiertos de pistón que utilizan amoníaco	31
1.4.5	Mantenimiento	33
1.4.5.1	Mantenimiento preventivo	34
1.4.5.2	Mantenimiento correctivo	34
<b>2.</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN</b>	<b>35</b>
2.1	Análisis de riesgos por áreas	35
2.1.1	Área de hidrogenado	35
2.1.2	Área de utilización de nitrógeno	37
2.1.3	Área de refinería química	38
2.1.4	Área de compresores que utilizan amoníaco como refrigerante	39
<b>3.</b>	<b>PROPUESTA DEL PROGRAMA PARA EL MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS</b>	<b>43</b>
3.1	Hidrógeno	43
3.1.1	Propiedades y características del hidrógeno	43
3.1.2	Manipulación del hidrógeno	44
3.1.3	Control de fugas	46
3.1.4	Procedimientos durante fugas e incendios	49
3.1.5	Exposición personal	50
3.2	Nitrógeno	51



3.2.1	Propiedades y características del nitrógeno	52
3.2.2	Manipulación del nitrógeno	52
3.2.3	Control de fugas	54
3.2.4	Procedimientos durante fugas e incendios	55
3.2.5	Exposición personal	57
3.3	Hidróxido de sodio o soda cáustica	59
3.3.1	Propiedades y características de la soda cáustica	59
3.3.2	Manipulación de la soda cáustica	59
3.3.2.1	En la refinería química	59
3.3.2.2	En el área de calderas	62
3.3.3	Control de fugas	63
3.3.4	Procedimientos durante fugas e incendios	63
3.3.5	Exposición personal	64
3.3.6	Rotulación del tanque de almacenamiento de soda cáustica	67
3.4	Amoníaco	69
3.4.1	Propiedades y características del amoníaco	69
3.4.2	Manipulación del amoníaco	69
3.4.3	Control de fugas	71
3.4.4	Procedimientos durante fugas e incendios	73
3.4.5	Exposición personal	75
3.5	Programa de mantenimiento para compresores que utilizan amoníaco como refrigerante	78
3.5.1	Semanal	78
3.5.2	Mensual	79
3.5.3	Anual	80
3.5.4	Preparación de los compresores para el servicio de mantenimiento	82
3.5.4.1	Extracción del amoníaco del compresor	83
3.5.4.2	Extracción del aceite	84

3.5.5	Período inicial de funcionamiento después de las operaciones de servicio	84
3.6	Implementación del programa de sustancias peligrosas	85
3.6.1	Formación de brigadas de emergencia	86
3.6.2	Comité de seguridad	87
3.6.3	Motivación	90
3.6.4	Capacitación	92
3.6.4.1	Capacitación para supervisores de área	92
3.6.4.2	Capacitación de los trabajadores	93
3.6.4.3	Capacitación de los trabajadores en el puesto de trabajo	95
3.6.4.4	Capacitación en procedimientos de emergencias y primeros auxilios	96
3.6.5	Inspecciones planificadas	97
<b>4.</b>	<b>EVALUACIÓN CONTÍNUA</b>	<b>101</b>
4.1	Acciones	101
4.1.1	Investigación de las causas de los accidentes	101
4.1.2	Eliminación de las causas de los accidentes	103
4.1.3	Sanciones	104
4.2	Evaluación de resultados	105
4.3	Documentación	107
4.3.1	Informes de accidentes	109
4.3.2	Diario de accidentes	110
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>113</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>115</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>117</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>119</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Gafas de seguridad	18
2	Pantalla para protección facial	19
3	Guantes de caucho natural	20
4	Guantes de neopreno	21
5	Zapato protector	22
6	Mascarilla auto-filtrante o absorbente tipo I	23
7	Mascarilla auto-filtrante o absorbente tipo II	23
8	Casco protector	24
9	Lava-ojos estándar	27
10	Ducha de seguridad	29
11	Compresor abierto multi-cilíndrico de amoníaco	33
12	Explosímetro	48
13	Rombo de seguridad para la soda cáustica	67
14	Señalización para sustancia corrosiva	68
15	Señalización para sustancia tóxica	68
16	Hoja de control de fugas para gases peligrosos (Jornada Diurna)	121
17	Hoja de control de fugas para gases peligrosos (Jornada Nocturna)	122
18	Identificación del equipo de protección personal	132

19	Equipo autónomo de respiración	133
20	Traje y equipo contra incendios	133
21	Símbolos de sustancias peligrosas	134

## TABLAS

I	Compresores de amoníaco en la planta de producción	40
II	Ficha internacional de seguridad química I del nitrógeno	123
III	Ficha internacional de seguridad química II del nitrógeno	125
IV	Ficha internacional de seguridad química I del hidróxido de sodio	126
V	Ficha internacional de seguridad química II del hidróxido de sodio	128
VI	Ficha internacional de seguridad química I del amoníaco	129
VII	Ficha internacional de seguridad química II del amoníaco	131

## LISTA DE SÍMBOLOS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
%	Porcentaje
"	Pulgadas
°C	Grados centígrados
cm	Centímetros
<b>CORR</b>	Corrosivo
g/l	Gramos por litro
<b>gpm</b>	Galones por minuto
<b>H<sub>2</sub></b>	Hidrógeno diatómico
<b>Hg</b>	Mercurio
<b>Hp</b>	Caballos de fuerza
in	Pulgadas

<b>K</b>	Grados Kelvin
<b>LIE</b>	Límite inferior de explosividad
<b>LSE</b>	Límite superior de explosividad
<b>m</b>	Metros
<b>mm</b>	Milímetros
<b>NaOH</b>	Hidróxido de sodio
<b>NH<sub>3</sub></b>	Amoníaco
<b>NH<sub>4</sub>OH</b>	Hidróxido de amonio
<b>N<sub>2</sub>O</b>	Óxido nitroso
<b>pH</b>	Grado de acidez en una disolución
<b>plg</b>	Pulgadas
<b>psi</b>	Libras por pulgada cuadrada

## GLOSARIO

<b>Agua pesada</b>	Agua con alto contenido de hidrógeno.
<b>Amianto</b>	Mineral que se presenta en fibras blancas y flexibles, de aspecto sedoso. Es un silicato de cal, alúmina y hierro, y por sus condiciones tiene aplicación para hacer con él tejidos incombustibles.
<b>Cárter</b>	En los compresores y otras máquinas, pieza o conjunto de piezas que protege determinados mecanismos y a veces contiene el lubricante.
<b>Cojinete</b>	Pieza o conjunto de piezas en que se apoya y gira el eje de un mecanismo.
<b>Comburente</b>	Que provoca o favorece la combustión.
<b>Conmoción</b>	Estado de aturdimiento o de pérdida del conocimiento, producido por un golpe en la cabeza, por una descarga eléctrica o por los efectos de una violenta explosión.
<b>Corrosivo</b>	Que tiene la capacidad de desgastar o destruir la superficie de algún material.

<b>Destilar</b>	Separar por medio del calor, en algún recipiente, una sustancia volátil de otras más fijas, enfriando luego su vapor para reducirla nuevamente a líquido.
<b>Diatómico</b>	Que está conformado por dos átomos de cierto elemento.
<b>Embriotoxicidad</b>	Muerte de un embrión humano, provocado por inhalación o ingestión de alguna sustancia tóxica.
<b>Ergonómico</b>	Adaptación perfecta entre el hombre y la máquina, o entre el hombre y su entorno.
<b>Espasmo</b>	Contracción involuntaria de los músculos, producida generalmente por mecanismo reflejo.
<b>Halógeno</b>	Se dice de cada uno de los elementos de un grupo de la clasificación periódica, integrado por el flúor, cloro, bromo, yodo y el elemento radiactivo ástato, algunas de cuyas sales son muy comunes en la naturaleza, como el cloruro sódico o sal común.
<b>Hemoglobina</b>	Proteína de la sangre, de color rojo característico, que transporta el oxígeno desde los órganos respiratorios hasta los tejidos.
<b>Hidrogenación</b>	Proceso por el que se adiciona hidrógeno a compuestos orgánicos no saturados.



<b>Inflamabilidad</b>	Característica de algunos materiales que permite que se enciendan con facilidad, y desprendan inmediatamente llamas.
<b>Ingestión</b>	Acción de introducir algo por la boca.
<b>Inter-esterificación</b>	Proceso en la industria del aceite vegetal, que mejora la plasticidad y la compatibilidad del aceite ya refinado.
<b>JAVA</b>	Transporte de hidrógeno a presión.
<b>Lava-ojos</b>	Copa pequeña de cristal cuyo borde se adapta a la órbita del ojo, con el fin de aplicar a éste un líquido que sirve como medicamento.
<b>Mutagénesis</b>	Que produce alteraciones ocurridas en la estructura o en el número de los genes, o de los cromosomas de un organismo transmisible por herencia.
<b>Neopreno</b>	Caucho sintético de gran resistencia mecánica y propiedades aislantes del calor y la oxidación, por lo que tiene usos industriales y en materiales y prendas deportivas.
<b>Presostato</b>	Dispositivo que permite mantener constante la presión de un fluido en un circuito.

<b>Radiaciones ionizantes</b>	Radiaciones en que las partículas que se desplazan son iones. La principal es la radiación nuclear.
<b>Radiaciones no ionizantes</b>	Ondas eléctricas vibratorias que se trasladan en el espacio, acompañadas por un campo magnético vibratorio, que tiene las propiedades de un movimiento ondulatorio. Ejemplo: la radiación ultravioleta.
<b>Refinación</b>	Procedimiento para hacer más fino o más puro algo.
<b>Teratogenicidad</b>	Que produce malformaciones en el embrión o feto.
<b>Torque</b>	Medida del efecto de rotación causado por una fuerza.
<b>Ulceración</b>	Solución de continuidad con pérdida de sustancia en los tejidos orgánicos, acompañada ordinariamente de secreción de pus y sostenida por un vicio local o por una causa interna.

## RESUMEN

En primer lugar, se investigaron las sustancias que son utilizadas dentro de la planta, y que deben considerarse de alto peligro para la integridad física de los trabajadores. En Olmeca, S. A., se utilizan diversos químicos que intervienen en los diferentes procesos, pero dentro de estos, se encuentran cuatro sustancias que requieren de especial atención: hidrógeno, nitrógeno, soda cáustica y amoníaco.

Una vez identificadas las sustancias que presentan mayor peligro para los trabajadores, se describe el equipo de protección personal básico que protegerá la integridad física de las personas que entren en contacto con dichas sustancias.

Antes de desarrollar el programa para el manejo de sustancias peligrosas en la empresa, se procedió a realizar un diagnóstico de las áreas que presentan mayor peligro dentro de la planta de producción, analizándose los riesgos a los que los trabajadores se exponen diariamente. También se estudiaron los procedimientos incorrectos utilizados por los trabajadores, sobre todo de manipulación de sustancias peligrosas.

Después de analizar los diferentes datos obtenidos en el diagnóstico, se procedió a desarrollar el programa para el manejo de sustancias peligrosas. Este programa consta de una serie de procedimientos que están divididos en cuatro secciones: manipulación, control de fugas, procedimientos durante fugas e incendios y exposición personal, de las sustancias consideradas como peligrosas. Asimismo se presenta un programa de mantenimiento preventivo

para los compresores que son utilizados para refrigeración en la planta, y que utilizan amoníaco como refrigerante. Esto debido a que el amoníaco es una de las sustancias más peligrosas que se utilizan en la empresa.

Se presentan las medidas a tomar para la implementación del programa, y lograr así la inducción del personal por medio de la motivación y capacitación. Además, se describe quiénes serán los encargados de ejecutarlo y controlarlo.

Dentro de un programa de seguridad, es de suma importancia tener las herramientas necesarias para poder evaluar los resultados de la implementación, y los medios para poder documentar dichos resultados y avances obtenidos, logrando así la retroalimentación de dicho programa.

## **OBJETIVOS**

- **General**

Desarrollar un programa para el manejo de sustancias peligrosas, mediante un estudio técnico, para una empresa dedicada a la elaboración de aceites y grasas comestibles, que tiene como finalidad velar por la seguridad de sus empleados, mejorando con ello, el ambiente laboral, y por consiguiente, la imagen de la empresa.

- **Específicos**

1. Realizar un diagnóstico actual de la empresa por áreas, para determinar cuáles son las de mayor peligro para los trabajadores.
2. Identificar las sustancias químicas que se utilizan en los procesos de producción, y que representan un grave peligro para los trabajadores que las manipulan.
3. Desarrollar en cada área normas y procedimientos de seguridad pertinentes, dependiendo de lo que el diagnóstico revele.

4. Tratar de eliminar los peligros físicos a los que se exponen los trabajadores que están involucrados en el proceso de fabricación de aceites y grasas comestibles, e identificar las necesidades básicas respecto a la protección de la integridad física de los trabajadores que se exponen a las sustancias peligrosas.
5. Indicar la forma correcta de manipular, transportar y almacenar las sustancias que representen algún peligro para los trabajadores, y proponer el tratamiento a seguir para personas que sufren accidentes por contacto, inhalación o ingestión de alguna sustancia química.
6. Determinar qué equipo de protección personal es necesario para cada actividad, y la importancia del mismo, así como programar cursos de capacitación al personal para enseñarles el correcto manejo de dicho equipo.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, las empresas se preocupan en la competitividad que existe en el mercado, enfocándose en mejorar y optimizar sus procesos productivos, logrando con esto productos de mejor calidad e incrementando su beneficio económico. La calidad de los productos se encuentra en relación directa con la calidad y bienestar de los trabajadores; para que la calidad de las personas que intervienen en el proceso productivo se mantenga, es necesario no descuidar el gran detalle de la seguridad industrial en las empresas, ya que esto proporciona seguridad a los trabajadores y les da la confianza de que en el área donde laboran, existen medidas, normas y controles establecidos, que velan por el bienestar de su integridad física y emocional. Es por esto que es tan importante la implementación de un programa para el manejo de sustancias peligrosas dentro de la empresa, con el objetivo de velar por el bienestar y la salud de sus trabajadores, proporcionando para ello, un lugar de trabajo seguro y cómodo, donde puedan desarrollar sus actividades diarias de la manera más segura posible, reduciendo la probabilidad de accidentes laborales, fomentando así la calidad de las personas que laboran en la empresa.

No basta con elaborar una serie de procedimientos para el correcto manejo de sustancias peligrosas, que puedan poner en peligro la integridad física de los trabajadores, ni mucho menos obligarlos a cumplir al pie de la letra algunas normas de seguridad; para mejorar las condiciones laborales de los trabajadores es necesaria una concientización y capacitación general, tanto de directivos como de operarios, para que trabajando en conjunto se consigan los resultados esperados del programa.

## **1. ANTECEDENTES GENERALES**

En una empresa en donde se fabrican aceites y grasas comestibles existen procesos en los que se utilizan sustancias químicas, corrosivas y tóxicas, que ponen en alto riesgo a los trabajadores que las transportan, las manipulan o tienen algún contacto con ellas. Es por ello que es de gran importancia que los trabajadores estén informados acerca de los tipos de riesgos a los que se exponen y del equipo de protección adecuado para cada situación.

### **1.1 Reseña histórica de la empresa**

Esta empresa productora de aceites y grasas comestibles cuenta con una trayectoria de 31 años. En 1975, Olmeca, S. A., nace como una empresa agroindustrial con la visión de elaborar productos tanto para el consumidor doméstico como el industrial. Desde entonces compite en el mercado mundial de grasas y aceites con un proceso integrado.

La actividad agrícola ha contribuido a la reforestación de 32,000 hectáreas de tierra, con más de 4.5 millones de árboles de Palma de Aceite. La empresa es fuente de empleo directo para más de 16,939 personas.

Esta empresa es una de las más importantes y grandes en la categoría de aceites y grasas comestibles en Centroamérica.



## **1.2 Descripción general de la planta**

Conocer los procesos de producción de la planta nos da una idea general del papel que juegan las sustancias peligrosas en las que nos debemos enfocar, además, dichos procesos nos muestran la forma en que se purifica el aceite de soya y de palma. Si se divide la planta de producción en áreas o departamentos se facilita la implementación de procedimientos de seguridad aplicados a cada área según las necesidades que requieran.

### **1.2.1 Procesos de producción**

Olmecca, S. A., es una empresa que se dedica a la fabricación de productos derivados del aceite de soya y del aceite de palma, como aceite de cocina, margarinas y manteca. Prácticamente basa sus procesos de producción en la refinación del aceite de soya y de palma.

Son dos tipos de procesos los que intervienen en la refinación del aceite de soya: procesos de purificación y procesos de modificación.

#### **Procesos de Purificación**

- **Desgomado:**

Esta es la primera etapa en la purificación del aceite de soya. El objetivo es eliminar el fósforo, las partículas metálicas y las impurezas sólidas que contiene el aceite crudo.

Esto se consigue por medio de adición de agua y de ácido al aceite crudo y posterior centrifugación; la mayor parte del fósforo puede eliminarse del aceite por medio de agua, el restante es necesario eliminarlo por medio de ácido.

Un contenido muy bajo de fósforo en el aceite terminado es indicativo de un residual muy bajo de hierro, que es el principal responsable de los problemas de reversión.

- **Neutralización Alcalina:**

El objetivo principal de la neutralización alcalina, es la eliminación del fósforo residual y de los ácidos grasos libres.

Esto se consigue por medio de una reacción entre el fósforo, los ácidos grasos libres y la soda cáustica, agregada como una solución diluida.

Es en este proceso donde se puede tener la mayor pérdida de aceite, por eso es muy importante pre-tratar previamente el aceite con ácido y controlar la dosificación proporcional de soda cáustica, para lograr una operación eficiente y económica.

- **Blanqueo:**

El objetivo de esta etapa es eliminar o disminuir al mínimo los promotores de oxidación y los productos de oxidación, para obtener estabilidad en el aceite. Esto se logra por medio de absorbentes.

Los promotores de oxidación son las clorofilas, las trazas de fósforo y de partículas metálicas (hierro y cobre). Los productos de oxidación son los hidroperóxidos, los aldehídos y cetonas.

Estas sustancias están disueltas o dispersas en el aceite, en concentraciones muy bajas.

- **Desodorización:**

El objetivo de la desodorización es obtener un aceite estable a la oxidación, sin olor ni sabor y con un color tenue.

La desodorización se consigue al destilar o destruir los compuestos indeseables a temperaturas de 230 a 265 °C, presiones absolutas de 2 a 4 mm de Hg y arrastre con vapor seco.

La práctica más adecuada es destilar a la menor temperatura posible, a la menor presión absoluta, con vapor de arrastre seco.

## **Procesos de Modificación**

- **Hidrogenación:**

El objetivo de esta etapa es incrementar el contenido de sólidos del aceite. Un segundo objetivo es mejorar su estabilidad oxidativa que tienen como fin cambiar las características físicas y la funcionalidad de los aceites y grasas.

Esto se consigue al saturar parcial o totalmente con hidrógeno los enlaces dobles de los ácidos grasos del aceite, en presencia de un catalizador de níquel.

Este proceso disminuye el índice de yodo y modifica el comportamiento de cristalización convirtiendo a los aceites líquidos en sólidos o semi-sólidos

- **Inter-esterificación:**

El objetivo de esta etapa es permitir el reacomodo de los ácidos grasos en la base del glicerol. Éste depende del aceite/grasa o de la mezcla de éstos.

Mejora la plasticidad y la compatibilidad de los componentes del aceite ya refinado.

El proceso para refinar el aceite de palma es muy similar al del aceite de soya. La diferencia es que el aceite de palma después de haber pasado por los procesos de purificación antes mencionados, se hace pasar por un fraccionador, encargado de separar la parte más sólida de la parte líquida. La parte más líquida del aceite se denomina oleína de palma, que es la que se utiliza en la producción.

### **1.2.2 Instalaciones físicas**

Olmecca, S.A., se encuentra ubicada en el kilómetro 16.5 carretera a El Salvador, en el municipio de Fraijanes. En este lugar está instalada la planta de producción que se dedica a la fabricación de productos derivados del aceite de soya y palma.

Las instalaciones de planta de producción están divididas en diferentes departamentos o áreas:

1. Área de refinación del aceite crudo: aquí se realiza todo el proceso de refinación del aceite; esta área cuenta con edificios de segunda categoría.
2. Área de calderas: aquí se encuentran las calderas que generan vapor de agua a toda la planta y que es utilizado en diferentes procesos; esta área cuenta con edificios de segunda categoría.
3. Área de hidrogenado: es aquí donde se lleva a cabo la hidrogenación catalítica del aceite para darle una mejor consistencia; esta área cuenta con un edificio de segunda categoría.
4. Área de taller mecánico: en esta área se le da servicio mecánico a las unidades de transporte de la empresa; esta área cuenta con un edificio de primera categoría.
5. Departamento de envasado: es aquí donde se envasa el producto y se coloca en cajas para su posterior almacenamiento; este departamento cuenta con un edificio de primera categoría.
6. Departamento de margarina: aquí se produce la margarina; este departamento cuenta con un edificio de primera categoría.
7. Área administrativa: consta de las oficinas administrativas; cuenta con edificios de primera categoría.
8. Área de Producto terminado: es donde se almacena el producto antes de ser distribuido; cuenta con edificios de primera categoría.

### **1.3 Conceptos y temas relacionados**

Para poder exigir a los trabajadores que cumplan procedimientos de seguridad, antes hay que asegurarse de que estén relacionados con conceptos

como sustancias peligrosas, tipos de riesgos, equipo de protección personal y mantenimiento, para luego implementar los cambios.

### **1.3.1 Sustancias químicas consideradas como peligrosas**

Las sustancias químicas que intervienen en proceso de purificación del aceite de soya y de palma y que son consideradas como de alto riesgo para los trabajadores son: el hidrógeno, el nitrógeno, el hidróxido de sodio o soda cáustica y el amoníaco.

#### **1.3.1.1 Hidrógeno**

El empleo más importante del hidrógeno es en la síntesis del amoníaco. La utilización del hidrógeno está aumentando con rapidez en las operaciones de refinación del petróleo, como el rompimiento por hidrógeno, y en el tratamiento con hidrógeno para eliminar azufre. Se consumen grandes cantidades de hidrógeno en la hidrogenación catalítica de aceites vegetales líquidos insaturados para obtener grasas sólidas. La hidrogenación se utiliza en la manufactura de productos químicos orgánicos. Grandes cantidades de hidrógeno se emplean como combustible de cohetes, en combinación con oxígeno o flúor, y como un propulsor de cohetes impulsados por energía nuclear.

#### **Efectos de la exposición al hidrógeno:**

**Fuego:** Extremadamente inflamable. Muchas reacciones pueden causar fuego o explosión. Los escapes de alta presión frecuentemente se inflaman produciendo una llama muy caliente y casi invisible, ya que las mezclas de aire-hidrógeno en una proporción del 4.1% al 74.2%, dependiendo de la presión

inicial, temperatura y humedad. La manera más eficaz de combatir un incendio por hidrógeno es desconectar la fuente de hidrógeno; en el caso del cilindro, cierre la válvula. El equipo que esté a su alrededor debe ser enfriado con agua y espuma durante el incendio.

**Vías de exposición:** Altas concentraciones de este gas pueden causar un ambiente deficiente de oxígeno. No es tóxico, pero está incluido entre los gases asfixiantes cuando sustituye al oxígeno en un ambiente cerrado. Los individuos que respiran esta atmósfera pueden experimentar síntomas que incluyen dolores de cabeza, pitidos en los oídos, mareos, somnolencia, inconsciencia, náuseas, vómitos y depresión de todos los sentidos. La piel de una víctima puede presentar una coloración azul. Bajo algunas circunstancias se puede producir la muerte. No se supone que el hidrógeno cause mutagénesis, embriotoxicidad, teratogenicidad o toxicidad reproductiva. Las enfermedades respiratorias preexistentes pueden ser agravadas por la sobre exposición al hidrógeno. Riesgo de inhalación: Si se producen pérdidas en su contenedor, se alcanza rápidamente una concentración peligrosa.

**Peligros físicos:** El gas se mezcla bien con el aire, se forman fácilmente mezclas explosivas. El gas es más ligero que el aire.

**Peligros químicos:** El calentamiento puede provocar combustión violenta o explosión. Reacciona violentamente con el aire, oxígeno, halógenos y oxidantes fuertes provocando riesgo de incendio y explosión. Los catalizadores metálicos, tales como platino y níquel, aumentan enormemente estas reacciones.

El hidrógeno es un gas extremadamente inflamable. Reacciona violentamente con el flúor y el cloro, especialmente con el primero, con el que la reacción es tan rápida e imprevisible que no se puede controlar. También es

peligrosa su despresurización rápida, ya que a diferencia del resto de gases, al expandirse por encima de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  se calienta, pudiendo inflamarse.

El agua pesada es tóxica para la mayoría de las especies, aunque la dosis mortal es muy grande.

Elevadas concentraciones en el aire provocan una deficiencia de oxígeno con el riesgo de inconsciencia o muerte. Hay comprobar el contenido de oxígeno antes de entrar en la habitación. No hay advertencia de olor si hay concentraciones tóxicas presentes. Se debe medir concentraciones de hidrógeno con un detector de gas adecuado (un detector normal de gas inflamable no es adecuado para este propósito).

#### **1.3.1.2 Nitrógeno**

La mayor parte del nitrógeno utilizado en la industria química se obtiene por destilación fraccionada del aire líquido, y se usa para sintetizar amoníaco. A partir de este amoníaco se preparan una gran variedad de productos químicos, como fertilizantes, ácido nítrico, urea, hidracina y aminas. También se usa el amoníaco para elaborar óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), un gas incoloro conocido popularmente como gas de la risa. Este gas, mezclado con oxígeno, se utiliza como anestésico en cirugía.

El nitrógeno líquido tiene una aplicación muy extendida en el campo de la criogenia como agente enfriante. El nitrógeno líquido tiene muchas aplicaciones, desde la ultracongelación de alimentos a la eliminación de verrugas. Los bancos de semen utilizan nitrógeno líquido para conservar el material genético. Los laboratorios de investigación lo emplean para atrapar materiales volátiles.



El nitrógeno en la industria de aceites y grasas comestibles es utilizado para homogenizar y texturizar productos semi-sólidos como la margarina, además, se utiliza para purgar tuberías de distribución de líquidos inflamables.

### **Efectos del Nitrógeno sobre la salud**

Las moléculas de Nitrógeno se encuentran principalmente en el aire. En agua y suelos el Nitrógeno puede ser encontrado en forma de nitratos y nitritos. Todas estas sustancias son parte del ciclo del Nitrógeno, aunque hay una conexión entre todos.

Nitratos y nitritos son conocidos por causar varios efectos sobre la salud. Estos son los efectos más comunes:

- Reacciones con la hemoglobina en la sangre, causando una disminución en la capacidad de transporte de oxígeno por la sangre (nitrito).
- Disminución del funcionamiento de la glándula tiroidea (nitrato).
- Bajo almacenamiento de la vitamina A (nitrato).
- Producción de nitrosaminas, las cuales son conocidas como una de la más común causa de cáncer (nitratos y nitritos).

La toma de altas concentraciones de Nitrógeno puede causar problemas en la glándula tiroidea y puede llevar a bajos almacenamientos de la Vitamina A.

#### **1.3.1.3 Hidróxido de sodio o soda cáustica**

El hidróxido de sodio se usa para fabricar jabones, rayón, papel, explosivos, tinturas y productos de petróleo. También se usa en el procesamiento de textiles de algodón, lavandería y blanqueado, revestimiento de óxidos,

galvanoplastia y extracción electrolítica. Se encuentra comúnmente en limpiadores de desagües y hornos.

El Hidróxido de Sodio es una sustancia incolora e higroscópica que se vende en forma de trozos, escamas, hojuelas, granos o barras. Se disuelve en agua con fuerte desprendimiento de calor y la disolución acuosa se denomina lejía de sosa. Tanto la soda cáustica como la lejía atacan la piel.

### **Efectos del hidróxido de sodio a la salud**

El hidróxido de sodio es sumamente corrosivo y puede causar quemaduras graves en todo tejido con el cual entra en contacto. Inhalar bajos niveles de hidróxido de sodio en forma de polvos, neblinas o aerosoles puede producir irritación de la nariz, la garganta y las vías respiratorias. Inhalar niveles más altos puede producir hinchazón o espasmos de las vías respiratorias superiores lo que puede producir obstrucción y pulso imperceptible; también puede ocurrir inflamación de los pulmones y acumulación de líquido en los pulmones.

La ingestión de hidróxido de sodio sólido o líquido puede producir vómitos, dolor del pecho y del abdomen y dificultad para tragar. La lesión corrosiva de la boca, garganta, esófago y estómago ocurre muy rápidamente y puede causar perforación, hemorragia y reducción del diámetro del tracto gastrointestinal. Hay casos que indican que la muerte ocurre a causa de la conmoción, la infección de los tejidos corroídos, el daño del pulmón o el pulso imperceptible.

El contacto de la piel con el hidróxido de sodio puede causar quemaduras graves con ulceraciones profundas. El dolor y la irritación se manifiestan dentro de los primeros 3 minutos, pero el contacto con soluciones diluidas puede que

no produzca síntomas por varias horas. El contacto con los ojos puede producir dolor e irritación, y en casos graves, opacidad del ojo y ceguera.

La exposición prolongada al hidróxido de sodio en el aire puede producir ulceración de las vías nasales e irritación crónica de la piel.

No se sabe si la exposición al hidróxido de sodio puede afectar la reproducción en seres humanos.

Algunos estudios indican que el cáncer del esófago puede desarrollarse muchos años después de la exposición a niveles de hidróxido de sodio suficientemente altos como para dañar el tejido. Sin embargo, esto no significa necesariamente que el hidróxido de sodio es de por sí un agente carcinogénico. El cáncer puede haberse originado durante la reparación del tejido dañado.

#### **1.3.1.4 Amoníaco**

El amoníaco es un refrigerante importante y se usa mucho en la industria química, especialmente en la fabricación de fertilizantes, ácido nítrico y explosivos.

#### **Efectos del amoníaco en la salud**

No se han descrito efectos adversos en seres humanos expuestos a las concentraciones de amoníaco que se encuentran típicamente en el ambiente. La exposición a niveles altos de amoníaco en el aire puede ser irritante para la piel, los ojos, la garganta y los pulmones y puede producir tos y quemaduras. La exposición a niveles muy altos de amoníaco puede producir daño del pulmón y

la muerte. Algunas personas asmáticas pueden ser más sensibles a los efectos de respirar amoníaco que otras personas.

Tragar soluciones concentradas de amoníaco puede producir quemaduras en la boca, la garganta y el estómago. Derramar amoníaco en los ojos puede producir quemaduras y ceguera.

No se sabe si el amoníaco puede producir cáncer en seres humanos o en animales de laboratorio.

### **1.3.2 Factores de riesgo**

El bienestar de los trabajadores debe considerarse desde varios puntos de vista; dos de esos puntos son: evitar que sufran accidentes y evitar que sufran enfermedades ocupacionales.

El accidente de trabajo es una lesión que se presenta en forma brusca o repentina, como resultado del contacto del cuerpo con un riesgo peligroso en el ambiente laboral.

La enfermedad ocupacional se presenta como resultado de la exposición en forma continua a los factores de riesgo del ambiente laboral. La enfermedad ocupacional no es brusca, sino que provoca alteraciones paulatinas en los órganos del cuerpo.

Para determinar el daño que se produce al organismo en el lugar de trabajo se utilizan diferentes criterios, pero todos ellos consideran, entre otros los siguientes factores:

### **1.3.2.1 Tipo de riesgo**

Puede tratarse de un riesgo físico, químico o biológico. Y dentro de ellos, hay riesgos muy variados que producen diferentes daños al organismo, con mayor o menor gravedad.

- Riesgos físicos: ruido, radiaciones ionizantes, radiaciones no ionizantes, vibraciones, ventilación, iluminación, presión y temperatura.
- Riesgos químicos: nieblas, humos, vapores, gases y polvos.
- Riesgos biológicos: Hongos e insectos.
- Riesgos ergonómicos: mal diseño, operaciones inadecuadas y condiciones inadecuadas.

### **1.3.2.2 Vía de entrada**

Puede ingresar por diversas vías al organismo, y de acuerdo con esto dependerá la cantidad del riesgo que ingresa, los daños que ocasione, los efectos posteriores y el tiempo en que se presenten los efectos.

Las siguientes son vías de entrada de los riesgos causales de enfermedades ocupacionales:

- Respiratoria (riesgos químicos y biológicos).
- Digestiva (riesgos químicos y biológicos).
- Auditiva (ruido).
- Piel (todos los riesgos).
- Visual (iluminación y radiaciones).

### **1.3.2.3 Tiempo de exposición**

El tiempo de exposición al riesgo causal de la enfermedad determina también la dosis, o sea la cantidad de riesgo que ingresa al cuerpo.

Cada persona es diferente y tolera diferentes dosis, el tiempo de exposición en tal caso solamente determina cuánto tiempo necesita la persona para llegar a la dosis necesaria para sufrir el daño físico.

### **1.3.2.4 Intensidad de la exposición**

No es lo mismo permanecer mucho tiempo expuesto a un riesgo que tiene poca intensidad, que ante uno que tiene gran intensidad.

Existen otros factores adicionales que determinan el desarrollo de una enfermedad ocupacional y que son factores que salen del control de los trabajadores: el estado físico y la capacidad de resistencia de cada persona.

## **1.3.2 Equipo de protección personal**

El personal en general debe de conocer los diferentes dispositivos de seguridad a utilizar en cada área de la planta, para poder resguardar su integridad física según el proceso al que estén expuestos. Debe de conocer el equipo básico de seguridad, su correcta utilización y preservación.

### **1.3.2.1 Protección de la piel**

Cuando las sustancias químicas entran en contacto con la piel, pueden darse diversos tipos de interacción con los tejidos dérmicos, o ser absorbidos a

través de éstos. Esta interacción puede originar irritaciones, erupciones, quemaduras químicas, e incluso daños permanentes. En el caso de ser absorbidos, algunos agentes químicos pueden pasar al torrente sanguíneo y a afectar a diferentes órganos, como pueden ser los riñones, el hígado, el sistema nervioso central, etc. e incluso material celular. También se puede llegar a desarrollar alergias, daños en el material genético, e incluso malformaciones y enfermedades en el feto en caso de exposición durante el embarazo. Es por ello que la vía de exposición cutánea a agentes químicos no debe ser menospreciada en ningún caso.

La utilización de protección para la piel debe ser utilizada indistintamente, por todo el personal que esté efectuando directamente tareas y manipulación de sustancias químicas.

Existen los siguientes medios para ser empleados como Equipo de Protección Individual frente a una exposición cutánea a agentes químicos:

- Guantes.
- Delantales de trabajo.
- Protectores de antebrazos.
- Trajes de protección química.
- Calzado de seguridad.
- Pantallas faciales.
- Mandiles o gabachas.

### **1.3.2.2 Protección ocular**

La manipulación de sustancias químicas es sumamente peligrosa. En cualquier momento se pueden producir salpicaduras de productos químicos

que pueden ir a parar a los ojos. Por este motivo, la protección ocular debe considerarse como muy importante y llevar en todo momento dentro del área de trabajo una adecuada protección ocular.

Las gafas protectoras deben ofrecer una buena protección frontal y lateral.

### **Uso y mantenimiento de las gafas protectoras**

Las gafas protectoras deben ser lo más cómodas posible, ajustándose a la nariz y la cara y no interferir en los movimientos del usuario.

La entrada a zonas peligrosas, en las que se requiere protección ocular, debería anunciarse con símbolos.

Debe utilizarse siempre protección ocular cuando se maneja:

- Materiales criogénicos. Por ejemplo: Nitrógeno y refrigerantes.
- Sustancias Cáusticas, Irritantes o Corrosivas. Por ejemplo: Soda cáustica.
- Sustancias químicas tóxicas. Por ejemplo: hidrógeno, amoníaco, soda cáustica y nitrógeno.
- Materiales inflamables. Por ejemplo: combustibles.

La protección ocular debe utilizarse cuando se realizan las siguientes operaciones con máquinas:

- Torneado y fresado
- Taladrado
- Lijado/Triturado
- Serrado



El equipo de seguridad ocular debe ser de un material que se pueda limpiar y desinfectar. La protección ocular debe mantenerse siempre en buenas condiciones.

### **Tipos de gafas protectoras**

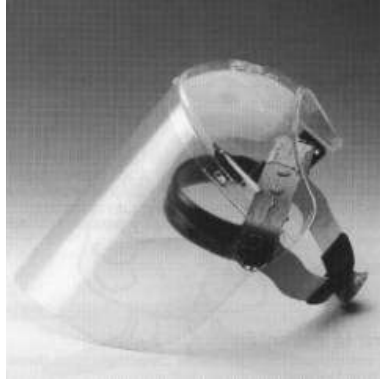
- Para operaciones con sustancias químicas usuales basta con utilizar gafas de seguridad.

**Figura 1. Gafas de seguridad**



- Para operaciones con sustancias químicas corrosivas, cuando se esté trabajando con reacciones donde se genere calor, o cuando se pueda producir generación de vapores o dispersión de gas a presión, se utilizará alternativamente a las gafas de seguridad, una pantalla para protección facial.

**Figura 2. Pantalla para protección facial**



### **1.3.2.3 Protección de las manos**

Cierto tipo de guantes se puede disolver en contacto con disolventes, por lo que es importante tener un cuidado extremo en seleccionar el guante protector que se adapte a la naturaleza del trabajo a realizar.

Antes de utilizar los guantes hay que asegurarse de que están en buenas condiciones y no tienen agujeros, pinchazos o rasgaduras.

#### **Tipos de Guantes:**

Los guantes deben seleccionarse en función del material que se vaya a manipular y el riesgo particular que conlleve.

- **Plástico:** protege frente a sustancias corrosivas suaves y sustancias irritantes.

- **Látex:** proporciona una protección ligera frente a sustancias irritantes (algunas personas pueden tener una reacción alérgica al látex que puede acabar en un problema médico).
- **Caucho Natural:** protege frente a sustancias corrosivas suaves y descargas eléctricas.
- **Neopreno:** para trabajar con disolventes, aceites, o sustancias ligeramente corrosivas.
- **Algodón:** absorbe la transpiración, mantiene limpios los objetos que se manejan, retarda el fuego.
- **Amianto:** aislante o resistente al calor.  
(NOTA: Este material debería etiquetarse con el signo de precaución adecuado ya que es un conocido carcinógeno).
- **Zetex:** cuando se manipulan pequeños objetos muy calientes. Este material es un buen sustituto del amianto en los guantes.

Cuando se trabaja con materiales extremadamente corrosivos (por ejemplo, ácido fluorhídrico), se debe llevar guantes gruesos y tener sumo cuidado cuando se revisan agujeros, pinchazos y rasgaduras.

**Figura 3. Guantes de caucho natural**



**Figura 4. Guantes de neopreno**



#### **1.3.2.4 Protección de los pies**

La protección de los pies está diseñada para prevenir heridas producidas por sustancias corrosivas, objetos pesados, descargas eléctricas, así como para evitar deslizamientos en suelos mojados. Si cayera al suelo una sustancia corrosiva o un objeto pesado, la parte más vulnerable del cuerpo serían los pies.

Por este motivo, se recomienda llevar zapatos que cubran y protejan completamente los pies.

Los zapatos de tela, como las zapatillas de tenis, absorben fácilmente los líquidos. Si se derrama una sustancia química en un zapato de tela, hay que quitarlo inmediatamente.

Se debe elegir un zapato de piel resistente que cubra todo el pie. Este tipo de calzado proporcionará la mejor protección. No se debe llevar ninguno de los siguientes tipos de zapatos:

- sandalias
- zuecos
- tacones altos
- zapatos que dejen el pie al descubierto

**Figura 5. Zapato protector**

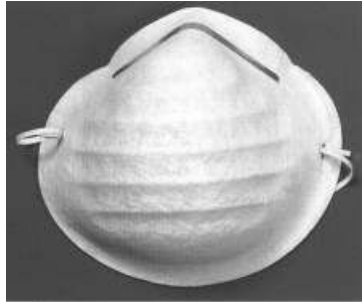


#### **1.3.2.5 Protección de las vías respiratorias**

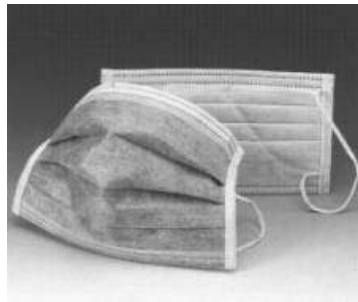
Debido a que ciertos procedimientos pueden producir humos nocivos y sustancias contaminantes, podría requerirse protección respiratoria en el lugar de trabajo.

Las mascarillas individuales, deben contener el absorbente adecuado al tipo de sustancia que se va a manipular. En el caso de partículas sólidas, filtro adecuado al tamaño mínimo.

**Figura 6. Mascarilla auto-filtrante o absorbente tipo I**



**Figura 7. Mascarilla auto-filtrante o absorbente tipo II**



### **1.3.2.6 Protección de la cabeza**

Los cascos protegen de impactos al cráneo, de heridas profundas y de choques eléctricos como los que causan los objetos que se caen, los objetos fijos o el contacto con conductores de electricidad. Los trabajadores se deben cubrir y proteger el cabello largo para evitar que se agarre en piezas de maquinaria como las fajas y las cadenas.

**Figura 8. Casco protector**



### **1.3.2.7 Lava-ojos y duchas de seguridad**

Cuando se manipulan o se transportan sustancias químicas que son corrosivas y que pueden causar un gran daño al entrar en contacto con la piel, es necesario contar con dispositivos adecuados para contrarrestar los efectos de las sustancias; estos dispositivos son los lava-ojos y las duchas de seguridad.

#### **Lava-ojos**

Los lava-ojos proporcionan un método efectivo de tratamiento en caso de que entre en contacto con los ojos alguna sustancia química.

Se debe poder acceder a los lava-ojos con facilidad y deben estar claramente señalizados y a cortas distancias de los puestos de trabajo, de forma que la persona accidentada sea capaz de llegar a él con los ojos cerrados (las lesiones oculares suelen ir acompañadas de ceguera temporal).

Además, deben estar próximos a las duchas de seguridad (los accidentes oculares suelen ir acompañados de lesiones cutáneas) para que puedan lavarse ojos y cuerpo.

### **Uso y Mantenimiento de los lava-ojos:**

- Las lentes de contacto deben extraerse lo más pronto posible para lavar los ojos y eliminar totalmente las sustancias químicas peligrosas.
- El agua o la solución ocular no se debe aplicar directamente sobre el globo ocular, sino a la base de la nariz, esto hace que sea más efectivo el lavado de los ojos, extrayendo las sustancias químicas (los chorros potentes de agua pueden volver a introducir partículas en los ojos).
- Se debe forzar la apertura de los párpados para asegurar el lavado detrás de los mismos.
- Hay que asegurarse de lavar desde la nariz hacia las orejas; ello evitará que penetren sustancias químicas en el ojo que no está afectado.
- Deben lavarse los ojos y párpados durante, al menos, 15 minutos.
- Después del lavado, es conveniente cubrir ambos ojos con una gasa limpia o estéril.
- Llevar a la persona afectada a la enfermería.
- Las duchas de ojos deben inspeccionarse cada seis meses.
- Las duchas oculares fijas deben tener cubiertas protectoras para evitar la acumulación de contaminantes del aire en las boquillas.

### **Tipos de duchas oculares:**

- Autónomas: proporcionan servicio en zonas inaccesibles a la red de agua.
- Con grifo: proporcionan un flujo de agua continuo dejando libres las manos para abrir los párpados. Se puede transformar un grifo estándar en una práctica ducha ocular de emergencia.
- Duchas de ojos giratorias: colocadas adyacentes a las piletas. Giran 90 sobre la pileta para su uso, o fuera de ella para colgarlas.



## Especificaciones del lava-ojos

El cabezal del lava-ojos debe estar provisto de un accesorio que controle el flujo de agua hacia ambos ojos en forma simultánea a una velocidad tal que no produzca daños al usuario. Debe estar protegido de contaminantes con tapas con tal que su retiro no requiera la intervención del usuario.

El cabezal de lava-ojos debe ser capaz de entregar un mínimo de 1.5 litros por minuto (0.4 gpm) durante 15 minutos.

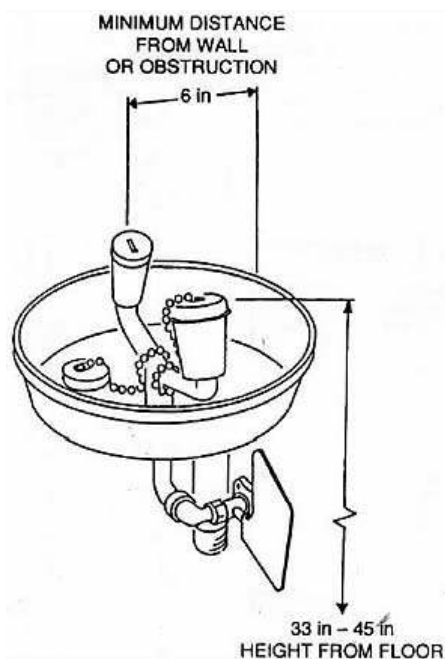
La unidad debe estar situada con el cabezal a no menos de 83.8 cm (33") y no más de 114.3 cm (45") desde la superficie donde se para el usuario, ya una distancia mínima de 15.3 cm (6") desde el muro u obstrucción más cercana.

La unidad debe estar diseñada para entregar espacio suficiente para que ambos ojos permanezcan abiertos con la ayuda de las manos del usuario mientras el agua fluye hacia los ojos.

La válvula de control debe permitir el flujo de agua permanentemente sin necesidad de ser operada por el usuario, debe permanecer activada hasta que otra persona la cierre. Debe ser simple de operar y debe tomar un tiempo de 1 segundo o menos en ir de la posición cerrada a abierta. Debe ser resistente a la corrosión.

**Importante:** el cabezal lava-ojos debe ser fijo y asegurar que el usuario no deberá ajustar la dirección del flujo de agua hacia los ojos. Se debe recordar que el usuario está conmocionado por haber sufrido un contacto con alguna sustancia peligrosa y no está en condiciones de ver.

**Figura 9. Lava-ojos estándar**



### **Duchas de seguridad**

Las duchas de seguridad proporcionan un medio efectivo de tratamiento cuando se producen salpicaduras o derrames de sustancias químicas sobre la piel y la ropa. Las duchas de seguridad deben estar instaladas en cualquier lugar en el que haya sustancias químicas (por ejemplo, ácidos, bases y otras sustancias corrosivas) y deben estar disponibles fácilmente para todo el personal.

### **Uso y Mantenimiento de las duchas de seguridad:**

- Las duchas de seguridad deben estar señalizadas con claridad, pudiéndose localizar de forma accesible. No deben estar a más de 1.5 m de distancia, o a más de 15-30 segundos de alcance de los lugares de trabajo.

- El personal debe ser capaz de localizar la(s) ducha(s) con los ojos cerrados (las situaciones de emergencia pueden dejar ciega temporalmente a la víctima).
- Las duchas deben operarse asiendo un anillo o varilla triangular sujeta a una cadena.
- El mecanismo de tiro debe estar diseñado para personas de cualquier altura.
- Debe ser accesible siempre y colgar libremente.
- La ducha de seguridad debe proporcionar un flujo continuo de agua que cubra el cuerpo entero.
- Se deben quitar las ropas, los zapatos y las joyas mientras se esté debajo de la ducha.

Las duchas de seguridad deben estar situadas siempre lejos de los paneles eléctricos o los enchufes y deberán tener sistemas de desagüe apropiados.

#### **Tipos de Duchas de Seguridad:**

- Techo/Pared: proporcionan un flujo continuo de agua y están montadas directamente sobre tuberías verticales u horizontales en la pared.
- Con manguera de seguridad: Se opera manualmente para lavar rápidamente las salpicaduras.
- Combinación de emergencia montada en el suelo: Para lavar ojos/cara y cuerpo; montada directamente sobre tuberías horizontales en la pared.

#### **Especificaciones de las duchas de seguridad**

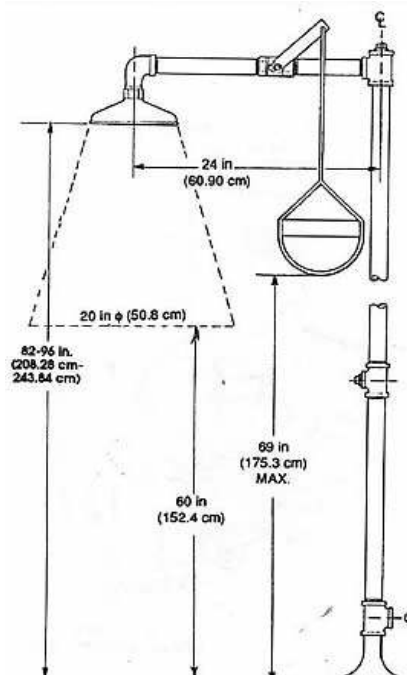
Los cabezales de las duchas deben ser capaces de entregar un mínimo de 75.7 litros por minuto (20 gpm) durante 15 minutos a una velocidad tal que no produzca daños al usuario.

El cabezal debe estar situado a una altura de 208.3 cm y no mayor a 243.8 cm medidos desde la superficie donde el usuario está. La forma del flujo de agua debe tener un diámetro mínimo de 5.8 cm (20") a 152.4 cm (60") desde la superficie donde se para el usuario. El centro del flujo de agua debe estar a un mínimo de 40.6 cm (16") de cualquier obstrucción y un máximo de 60.9 cm (24").

La válvula de control debe permitir el flujo de agua permanentemente sin necesidad de ser operada por el usuario, debe permanecer activada hasta que otra persona la cierre. Debe ser simple de operar y debe tomar un tiempo de 1 segundo o menos en ir de la posición cerrada a abierta. Debe ser resistente a la corrosión.

La posición de esta válvula debe estar situada a no más de 173.6 cm (69") desde el nivel donde se para el usuario.

**Figura 10. Ducha de seguridad**



## **Medidas y condiciones de seguridad**

- Las duchas de emergencia y lava-ojos deben ser alimentadas sólo con agua potable.
- La temperatura del agua debe ser de 15 °C a 35 °C.
- La presión del agua debe ser la establecida por el fabricante. Altas presiones inducen en el agua altas velocidades, que puede producir lesiones en tejidos blandos de los ojos.
- La cañería de suministro de agua y desagüe de las duchas de emergencia y lava-ojos debe estar en óptimas condiciones y debidamente señalizadas con la dirección de flujo (Fondo Verde, Letras blancas).
- Sólo utilice las duchas de emergencia y lava-ojos en casos de contacto con la piel o los ojos con sustancias químicas, polvo, vapores, materia prima, productos terminados o contaminantes.
- Toda ducha de emergencia debe tener una señal de prevención.
- Las duchas de emergencia y lava-ojos deben ubicarse en lugares accesibles ya una distancia que no requiera más de 10 segundos para llegar a éstas y a una distancia no mayor a los 30 metros del peligro.
- Mantenga actualizadas las hojas de seguridad de los productos que manipula y familiarícese con las acciones a seguir en caso de emergencia. No todos los productos químicos pueden lavarse con agua.
- En caso de contacto con cualquier material peligroso, la superficie expuesta debe lavarse con agua durante 15 minutos sin retirarse del agua. Se deberá retirar la ropa contaminada para eliminar totalmente los residuos (ropa interior o exterior).

## **Aseo e inspección**

- Limpie las duchas y lava-ojos diariamente.

- Inspeccione el funcionamiento de las duchas de emergencia y lava-ojos quincenalmente.
- Durante la inspección, drene la ducha y/o lava-ojos durante 3 minutos.
- Verifique y registre la presión y flujo.
- Asear el equipo, tapas protectoras, rociadores, cañería, desagüe, señal de seguridad, válvulas y palanca actuadora.
- Verifique que no falte ningún elemento.
- Limpie totalmente el acceso a la ducha de emergencia o lava-ojos y retire todo material que obstaculice el libre acceso al equipo.
- Registre las inspecciones.
- Si encuentra anomalías durante la inspección, reporte inmediatamente al departamento de mantenimiento.

### **1.3.3 Compresores abiertos de pistón que utilizan amoníaco**

El compresor abierto clásico en refrigeración es el de pistón de acción simple recíproca. Se construyen normalmente de dos pistones y raramente de uno solo, presentando éstos últimos el inconveniente de estar menos equilibrados.

La tendencia actual es de aumentar la velocidad de giro de los compresores con multiplicidad de cilindros de mayor diámetro y carrera más reducida. Algunos compresores de tres y cuatro cilindros se montan en línea, aunque lo más corriente es que vayan colocados en V, W o estrella.

En los compresores convencionales de tipo abierto la transmisión se efectúa generalmente por medio de correas, aunque para los modelos multi-cilíndricos de gran capacidad domina actualmente la tendencia del acoplamiento directo al motor eléctrico a la velocidad normal de giro de 1500 revoluciones por minuto.

Todo equipo compresor está formado generalmente por el condensador, compresor, depósito de líquido, bancada y motor eléctrico como partes esenciales.

### **Compresores abiertos multi-cilíndricos de acoplamiento directo**

Este tipo de compresores se utiliza normalmente para capacidades que alcanzan desde 30,000 hasta 400,000 frigorías hora como máximo, aplicándose a instalaciones de orden industrial en sus diversas aplicaciones: refrigeración, congelación y acondicionamiento de aire.

El compresor va directamente acoplado al motor eléctrico por medio de un acoplamiento semi-plástico, eliminando el uso de poleas y correas de transmisión. La velocidad de giro del compresor es la del motor, que normalmente es de 1,400 revoluciones por minuto, aunque empiezan ya a desarrollarse máquinas para trabajar a 3,000 revoluciones. Es de gran importancia que exista una perfecta concordancia y paralelismo entre los ejes del motor y compresor, a fin de evitar averías que redundarían en el trabajo mecánico del compresor y serían indudablemente causas de fugas en el prensaestopas.

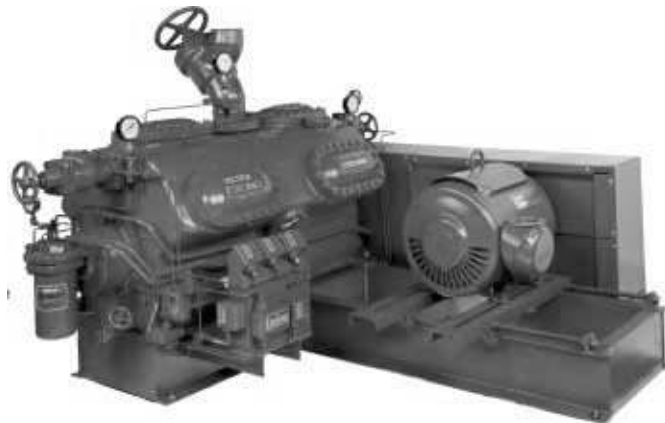
Se construyen en V, W o en estrella, según sea el número de cilindros. Sus componentes, aunque en apariencia igual a los modelos convencionales de compresores de velocidad reducida, deben estar calibrados con gran precisión y bajo tolerancias muy rigurosas.

El engrase se obtiene forzando el aceite por medio de una bomba, a presión regulable, que se controla por medio de un presostato diferencial que permite mantener automáticamente dicha presión. En el interior del cárter de estos

compresores, y en el fondo sumergida en el aceite, se incorpora normalmente una resistencia eléctrica bajo tubo, controlada por un termostato exterior, con la que se consigue evitar, en los períodos de parada de la máquina, la condensación del fluido refrigerante en dicho cárter y atenuar de esta forma la emulsión y posible fuga de aceite a cada puesta en marcha.

Normalmente van equipados con dispositivos reguladores de capacidad que permiten equilibrar la producción frigorífica, de acuerdo con las necesidades de instalación, y facilitar además la puesta en marcha del compresor a carga reducida.

**Figura 11. Compresor abierto multi-cilíndrico de amoníaco**



#### **1.3.4 Mantenimiento**

Mantenimiento es la serie de trabajos que hay que ejecutar en algún equipo, maquinaria o planta; con el fin de conservarlo y que preste el servicio para el cual fue diseñado.



#### **1.3.4.1 Mantenimiento preventivo**

Es la conservación planeada teniendo como función conocer sistemáticamente e estado de máquinas e instalaciones para programar en los momentos más oportunos y de menos impacto en la producción. Su finalidad es reducir al mínimo las averías y una depreciación excesiva. Un programa de mantenimiento preventivo es la acción de mantener en buen estado el equipo; se realizará a través de visitas periódicas, revisiones, lubricación y limpieza.

#### **1.3.4.2 Mantenimiento correctivo**

Es la actividad a desarrollar después que una máquina ha dejado de funcionar o trabaja defectuosamente.

## **2. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN**

Es importante conocer la situación actual de la planta de producción en materia de seguridad industrial, ya que de esta manera podremos identificar las áreas que presenten mayores riesgos para los trabajadores, investigando las causas y tratando de eliminarlas o reducirlas al mínimo.

### **2.1 Análisis de riesgos por áreas**

El proceso de purificación del aceite de soya y de palma comprende cuatro áreas de la planta de producción: hidrogenado, utilización de nitrógeno, refinería química y compresores que utilizan amoníaco como refrigerante. Estas son las áreas en las que hay identificar los riesgos a los que se exponen los trabajadores, debido a que en ellas se utilizan sustancias consideradas como peligrosas.

#### **2.1.1 Área de hidrogenado**

En esta área se produce la hidrogenación catalítica del aceite, para producir margarinas y grasas sólidas.

El departamento de hidrogenado está dividido en dos partes, hidrogenado 1 e hidrogenado 2. Cada hidrogenado cuenta con un operador y un ayudante. En cada uno de ellos se realiza el proceso de hidrogenación catalítica. Aparte se encuentra el área de los tanques o salchichas donde se almacena el hidrógeno,

el cual es suministrado al equipo de hidrogenación por medio de tuberías especiales.

Los riesgos a los que los empleados están expuestos son los siguientes:

Riesgos físicos:

- Descargas eléctricas por manipulación de equipo de alto amperaje.
- Quemaduras en la piel por contacto con tubería que se encuentra a alta temperatura.
- Golpes ocasionados por herramientas o partes mecánicas del equipo.
- Ruido del equipo.
- Caídas por gradas resbalosas.

Riesgos químicos:

- El calentamiento puede provocar combustión violenta o explosión.
- El hidrógeno reacciona violentamente con el aire, oxígeno, halógenos y oxidantes fuertes provocando riesgo de incendio y explosión.
- El agua pesada, (agua con alto contenido de hidrógeno), es tóxica para la mayoría de las especies, aunque la dosis mortal es muy grande.
- Elevadas concentraciones en el aire provocan una deficiencia de oxígeno con el riesgo de inconsciencia o muerte.
- Las enfermedades respiratorias preexistentes pueden ser agravadas por la sobre exposición al hidrógeno.

### **2.1.2 Área de utilización del nitrógeno**

El nitrógeno gaseoso se utiliza en la planta en el departamento de envasado y de la refinería de aceite. En envasado se utiliza para homogenizar los productos semi-sólidos como la margarina y la manteca, para poder conseguir una mejor textura de estos productos. En la refinería el nitrógeno es utilizado para inertizar y purgar las tuberías donde se transporta el aceite, para asegurar la integridad física de operarios e infraestructura durante el proceso.

El nitrógeno se adquiere en cilindros los cuales son manipulados por los operarios de cada departamento.

Los riesgos a los que los empleados están expuestos son los siguientes:

Riesgos físicos:

- Golpes ocasionados por los cilindros de nitrógeno debido a la incorrecta manipulación de los mismos.
- El contacto con el nitrógeno puede producir quemaduras por frío o congelación.

Riesgos químicos:

- Puede causar asfixia en altas concentraciones.
- Aunque el nitrógeno no es combustible, la exposición de los cilindros al fuego puede causar explosión.
- Las enfermedades respiratorias preexistentes pueden ser agravadas por la sobre exposición al nitrógeno.

### 2.1.3 Área de refinería química

La soda cáustica o hidróxido de sodio se utiliza en la purificación del aceite. El objetivo de la purificación es eliminar el fósforo, las partículas metálicas y las impurezas sólidas que contiene el aceite crudo. La soda cáustica se utiliza en la primera etapa de dicha purificación, la cual se denomina engomado, que consiste en la mezcla de éste ácido con agua para refinar el aceite de soya. También es utilizada en la etapa de neutralización alcalina, la cual tiene como objetivo la eliminación del fósforo residual y de los ácidos grasos libres; esto se consigue por medio de una reacción entre el fósforo, los ácidos grasos libres y la soda cáustica, agregada como una solución diluida.

El área de la refinería química cuenta con un operario y un ayudante por turno. La soda cáustica se almacena en un tanque especial, el cual es llenado por una empresa distribuidora de sustancias químicas.

Los riesgos a los que los empleados están expuestos son los siguientes:

Riesgos físicos:

- Golpes ocasionados por herramientas o partes mecánicas del equipo.
- Caídas por gradas resbalosas.
- Debido a que el hidróxido de sodio es altamente corrosivo puede causar quemaduras graves al entrar en contacto directo con él.
- El contacto con los ojos puede producir dolor e irritación, y en casos graves, opacidad del ojo y ceguera.
- La exposición prolongada al hidróxido de sodio en el aire puede producir ulceración de las vías nasales e irritación crónica de la piel.

Riesgos químicos:

- Inhalar bajos niveles de hidróxido de sodio en forma de polvos, neblinas o aerosoles puede producir irritación de la nariz, la garganta y las vías respiratorias.
- Inhalar niveles más altos puede producir hinchazón o espasmos de las vías respiratorias superiores lo que puede producir obstrucción y pulso imperceptible; también puede ocurrir inflamación de los pulmones y acumulación de líquido en los pulmones.
- La ingestión de hidróxido de sodio sólido o líquido puede producir vómitos, dolor del pecho y del abdomen y dificultad para tragar. La lesión corrosiva de la boca, garganta, esófago y estómago ocurre muy rápidamente y puede causar perforación y hemorragia.
- La exposición al hidróxido de sodio excesivo puede causar cáncer de esófago.

#### **2.1.4 Área de compresores que utilizan amoníaco como refrigerante**

Dentro de la planta de producción se utilizan compresores de refrigeración que utilizan amoníaco como refrigerante para diferentes procesos. En total se cuenta con 8 compresores marca Vilter, del tipo pistón, multi-cilíndricos. Estos compresores utilizan aceite Garboyle Artic 3000 y la tubería que utilizan es de acero al carbón. Los usos que se les da a cada compresor son los siguientes:

**Tabla I. Compresores de amoníaco en la planta de producción**

<b>PROCESO</b>	<b>NÚMERO DE COMPRESORES</b>	<b>CAPACIDAD</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Enfriamiento de aceite	3	40 Hp	2 etapas
Enfriamiento de margarina	1	250 Hp	16 válvulas
Enfriamiento de margarina	1	60 Hp	6 etapas
Enfriamiento de margarina	1	40 Hp	2 etapas
Enfriamiento de manteca	1	200 Hp	12 válvulas
Enfriamiento de moldes de máquinas de pre-formas	1	40 Hp	2 etapas

Las personas que entran en contacto con los compresores son los mecánicos, ya que son ellos los encargados de darles servicio y mantenerlos en buen estado. Los peligros a los que se exponen son los siguientes:

Peligros físicos:

- El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión en los compresores con riesgo de estallido.
- Mezclas de amoníaco y aire originarán explosión si se encienden en condiciones inflamables.
- Quemaduras provocadas por tuberías que se encuentran a alta temperatura.
- Quemaduras severas si el contacto con el amoníaco dura más de algunos minutos.
- Si el amoníaco entra en contacto con los ojos puede quemar la córnea, causando ceguera.

Peligros químicos:

- Envenenamiento por ingestión del amoníaco.
- Envenenamiento por respirar vapores de amoníaco.
- Se forman compuestos inestables frente al choque con óxidos de mercurio, plata y oro.





### **3. PROPUESTA DEL PROGRAMA PARA EL MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS**

El programa para el manejo de sustancias peligrosas se basa en los procedimientos y en las necesidades de seguridad de cada área en donde existan riesgos para los trabajadores. Indica la manera correcta de transportar, manipular y almacenar sustancias químicas consideradas como peligrosas, además proporciona procedimientos en caso de derrame o fuga. Cuando se presente una emergencia muestra información acerca de los primeros auxilios que hay que aplicar a la persona afectada.

El programa está enfocado específicamente a cuatro sustancias consideradas de alto peligro para los trabajadores: hidrógeno, nitrógeno, soda cáustica y amoníaco.

#### **3.1 Hidrógeno**

Hidrógeno de símbolo H, es un elemento gaseoso reactivo, insípido, incoloro e inodoro. Su número atómico es 1 y pertenece al grupo 1 (o IA) del sistema periódico.

##### **3.1.1 Propiedades y características del hidrógeno**

En condiciones normales de presión y temperatura forma un gas diatómico, H<sub>2</sub> con un punto de ebullición de tan sólo 20.27 K (-252.88 °C) y un punto de fusión de 14.02 K (-259.13 °C).

El Hidrógeno es un gas incoloro, inodoro, insípido altamente inflamable y no es tóxico, éste se quema en el aire formando una llama azul pálido casi invisible. El Hidrógeno es el más ligero de los gases conocidos en función a su bajo peso específico con relación al aire. Por esta razón, su manipulación requiere de cuidados especiales para evitar accidentes. El Hidrógeno es particularmente propenso a fugas debido a su baja viscosidad y a su bajo peso molecular.

A temperaturas ordinarias el hidrógeno es una sustancia poco reactiva a menos que haya sido activado de alguna manera; por ejemplo, por un catalizador adecuado. A temperaturas elevadas es muy reactivo.

### **3.1.2 Manipulación del hidrógeno**

El nitrógeno es depositado en la salchicha de almacenamiento mediante dos procedimientos: por medio de cilindros o por medio de transporte de nitrógeno a presión (JAVA).

#### **Procedimiento de vaciado de cilindros de hidrógeno**

- Asegurarse que el equipo está adecuadamente conectado a tierra.
- Verificar que la línea que va de la carga del manifold de cilindros esté correctamente habilitada hacia las salchichas (depósitos donde se almacena el hidrogeno).
- Colocar 20 cilindros (una batería), apretando con una llave de 1 1/8 plg las roscas de cada manguera.
- Abrir las válvulas de cada cilindro.
- Confirmar que cada cilindro tenga una presión de 2,200 psi.
- Vaciar la batería de cilindros completa.

- Una vez vaciada la batería, purgar o escurrir el remanente a otra salchicha que se encuentra vacía.
- Cerrar las válvulas de paso de hidrógeno y las válvulas de los cilindros vacíos y quitar la batería vacía.
- Apartar los cilindros vacíos verificando que todas las válvulas estén bien cerradas.
- Continuar vaciando baterías hasta alcanzar la presión en las salchichas de 230 psi durante el día y 250 psi durante la noche.
- Reportar la cantidad de cilindros vacíos y la de cilindros llenos.

#### **Procedimiento para vaciar transporte de hidrogeno a presión (JAVA)**

- Asegurarse que el equipo está adecuadamente conectado a tierra.
- Conectar la manguera de alta presión a la salida de la JAVA, hacia la válvula del manifold de hidrógeno.
- Verificar que la línea que va de la descarga del manifold de cilindros esté correctamente habilitada hacia las salchichas.
- Verificar que cada tubo aporte una presión de 2,200 psi.
- Vaciado el contenido de hidrógeno del tubo de la JAVA a la salchicha, hasta alcanzar la presión de 230 psi durante el día y 250 psi durante la noche.
- Continuar vaciando los tubos de la JAVA conforme se necesiten.
- Vaciados los tubos de la JAVA, abrir las salidas de cada tubo una vez más y descargar a la salchicha más vacía.

#### **Controles de la exposición/protección personal**

Protección personal:

- Asegurar una ventilación adecuada.

- Está estrictamente prohibido fumar.

Protección de las vías respiratorias:

- Mascarilla auto filtrante.

Protección de las manos:

- Guantes de hule.

Protección para la piel:

- Overol, mandil o gabacha y protección para los brazos.
- Zapatos que cubran y protejan completamente al pie. (Nunca utilice zapatos de tela o tenis). Se debe elegir un zapato de piel resistente que cubra todo el pie. Este tipo de calzado proporcionará la mejor protección.

Protección para los ojos:

- Pantalla para protección facial.
- No es recomendable utilizar lentes de contacto cuando se manipula hidrógeno, ya que pueden absorber vapores que pueden dañar los ojos.

### **3.1.3 Control de fugas**

- Revisar constantemente con un explosímetro las válvulas de las salchichas para evitar que existan fugas.
- Revisar periódicamente con un explosímetro la tubería que transporta el hidrógeno, especialmente en las uniones y codos.

### **Especificaciones del Explosímetro:**

El explosímetro es un aparato para medir las concentraciones de gases y vapores inflamables.

Cuando ciertas proporciones de vapores combustibles se mezclan con el aire y existe una fuente de ignición, se puede producir una explosión. Los límites de concentraciones sobre los que ocurre esto, se denominan límite de explosión, e incluye todas las concentraciones en que se produce una chispa o fuego cuando la mezcla entra en ignición. La menor concentración se conoce como límite inferior de explosión (LIE) y la mayor, como límite superior de explosión (LSE).

Las mezclas inferiores al LIE son muy pobres para hacer combustión y las mezclas sobre el LSE, son muy ricas. En el explosímetro sólo se proporciona una escala, generalmente con lecturas de 0 a 100% de volumen del LIE. Por esta razón se debe de tener el siguiente criterio al realizar mediciones con el explosímetro:

- De 0% a 80% LIE: Sin riesgo de inflamabilidad.
  - De 81% a 100% LIE: Alto riesgo de inflamabilidad.
- 
- Llevar un control de fugas mediante el formato de inspección que se presenta en el ANEXO 1. Si se detecta una fuga informar inmediatamente al departamento de mantenimiento y alejarse del área.

**Figura 12. Explosímetro**



### **Estabilidad y reactividad**

Estabilidad y reactividad:

- Puede formar mezclas explosivas con el aire.

Condiciones a evitar:

- Chispas.
- Fuego no controlado.
- Calor.
- Recalentamiento.

### **3.1.4 Procedimientos durante fugas e incendios**

Hay que tomar en cuenta siempre dos condiciones: cuando existen fugas o derrames y cuando se produce algún incendio.

#### **Medidas en caso fugas o derrame:**

Precauciones personales:

- Utilizar equipos de respiración autónoma cuando entren en el área a menos que esté probado que la atmósfera es segura.
- Evacuar el área.
- Asegurar la adecuada ventilación del aire.
- Eliminar las fuentes de ignición.

Precauciones para la protección del medio ambiente:

- Intentar parar el escape/derrame.

Métodos de limpieza:

- Ventilar la zona.

#### **Medidas de lucha contra incendios:**

Tipo de inflamabilidad: Extremadamente inflamable.

Riesgos específicos:



- Los ingredientes potencialmente combustibles pueden incendiarse, provocando la propagación del fuego e incrementando el riesgo de quemaduras/lesiones. El fuego puede iniciarse a cierta distancia de la fuga.
- La exposición al fuego puede causar la rotura o explosión de los recipientes.

### **Medios para extinguir incendios:**

Medios de extinción adecuados: Se pueden utilizar todos los extinguidores conocidos.

Métodos específicos:

- Si es posible detener la fuga del equipo.
- Colocarse lejos del recipiente y enfriarlo con agua desde un recinto protegido.
- No extinguir una fuga de gas inflamada si no es absolutamente necesario. Se puede producir la reignición espontánea explosiva. Extinguir los otros fuegos.

Equipo de protección especial para la actuación en incendios:

- En espacios confinados utilizar equipos de respiración autónoma de presión positiva.

### **3.1.5 Exposición personal**

Cuando el hidrógeno entra en contacto con la piel o de alguna manera en inhalado por alguna persona se deben de aplicar de inmediato primeros auxilios.

## **Primeros auxilios:**

### Inhalación:

- A elevadas concentraciones puede causar asfixia. Los síntomas pueden incluir la pérdida de la conciencia o de la movilidad. La víctima puede no haberse dado cuenta de la asfixia.
- Retirar a la víctima a un área no contaminada llevando colocado el equipo de respiración personal. Mantener a la víctima caliente y en reposo. Llamar al doctor.
- Aplicar respiración artificial si se para la respiración.

### Contacto con la piel y con los ojos:

- Cuando exista contacto con los ojos lavar inmediatamente en el lava-ojos, con agua durante al menos 15 minutos.
- Cuando se produzcan salpicaduras en la piel o en la ropa lavar inmediatamente en la ducha de seguridad.

### Ingestión (penetración por la boca):

- La ingestión no está considerada como una vía potencial de exposición.

## **3.2 Nitrógeno**

Nitrógeno, de símbolo N, es un elemento gaseoso que compone la mayor parte de la atmósfera terrestre. Su número atómico es 7 y pertenece al grupo 15 (o VA) de la tabla periódica.

### **3.2.1 Propiedades y características del nitrógeno**

El nitrógeno es un gas no tóxico, incoloro, inodoro e insípido. Puede condensarse en forma de un líquido incoloro que, a su vez, puede comprimirse como un sólido cristalino e incoloro. El nitrógeno aparece en dos formas isotópicas naturales; artificialmente se han obtenido cuatro isótopos radiactivos. Tiene un punto de fusión de  $-210.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ , un punto de ebullición de  $-195.79\text{ }^{\circ}\text{C}$  y una densidad de  $1.251\text{ g/l}$  a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $1\text{ atm}$  de presión. Su masa atómica es  $14.007$ .

Se obtiene de la atmósfera haciendo pasar aire por cobre o hierro calientes; el oxígeno se separa del aire dejando el nitrógeno mezclado con gases inertes. El nitrógeno puro se obtiene por destilación fraccionada del aire líquido. Al tener el nitrógeno líquido un punto de ebullición más bajo que el oxígeno líquido, el nitrógeno se destila antes, lo que permite separarlos.

### **3.2.2 Manipulación del nitrógeno**

El nitrógeno gaseoso que se utiliza en planta de producción se encuentra en cilindros de alta presión; en el caso del nitrógeno, los cilindros deben de ser de color café para su correcta identificación.

#### **Manipulación y almacenamiento de los cilindros de nitrógeno**

- Todo cilindro de alta presión debe llevar en la válvula el sello de garantía, el cual le da la seguridad de su contenido.
- Antes de usar el cilindro, verifique la etiqueta y el color del cilindro (color café para el nitrógeno), para comprobar que tenga nitrógeno.

- Utilizar solo equipo específicamente apropiado para el nitrógeno para su presión y temperatura de suministro (mangueras, válvulas y manómetros).
- Nunca ventile ni abra la válvula del cilindro sin instalar el regulador. Colóquese a un lado del regulador cuando abra la válvula del cilindro, (nunca de frente).
- Apretar de más la conexión puede deformar o dañar la junta y causar fugas.
- Desconectar un cilindro en operación es muy peligroso, ya que trabaja a alta presión. Cierre siempre la válvula del cilindro y libere la presión del regulador antes de desconectar.
- Siempre utilice la herramienta adecuada para conectar los envases a sus equipos o líneas de consumo.
- Prohibido cambiar o forzar las conexiones de un cilindro. Si estas no se acoplan a las líneas de consumo, no las force; reportarlo.
- Nunca cambie el color de los cilindros, no los esmerile o desgaste, ni los marque con soldadura.
- El trasegado (traspaso de un cilindro a otro) de gases está prohibido por la ley, ya que no es seguro.
- Está prohibida la sustitución de nitrógeno por cualquier otro gas. Verifique siempre en la etiqueta el gas contenido.
- Solo personal autorizado puede manipular los cilindros de nitrógeno.
- Prohibido fumar en el área donde se encuentren cilindros de nitrógeno.
- No acerque llamas al cilindro ni lo exponga a altas temperaturas.
- Los cilindros en uso deberán mantenerse en posición vertical sujetos a un poste, columna, pared o carro porta cilindros.
- Todos los cilindros deben transportarse en posición vertical, sujetos a un carro porta cilindros y con su capuchón de seguridad puesto.
- Evite golpear los cilindros.
- Todos los cilindros que no estén en uso deben almacenarse colocados siempre en posición vertical y con el capuchón protector puesto.

- Mantener los cilindros por debajo de 50 °C, en un lugar bien ventilado.

### **Controles de exposición/protección personal**

- Asegurar una ventilación adecuada.
- Lentes de plástico o pantalla para protección facial.
- Guantes de hule.
- Overol y protección para los brazos.
- Zapatos que cubran y protejan completamente al pie. (Nunca utilice zapatos de tela o tenis). Se debe elegir un zapato de piel resistente que cubra todo el pie. Este tipo de calzado proporcionará la mejor protección.

#### **3.2.3 Control de fugas**

- Para verificar fugas en las conexiones de los cilindros de nitrógeno utilice solamente agua y jabón.
- Si detecta alguna fuga en la válvula de un cilindro, mueva éste a un área abierta y lejos de cualquier fuente de ignición (calor, chispas, flamas, aceite y combustible); coloque señales de prevención y repórtelo de inmediato.
- Revisar periódicamente la tubería que transporta el Nitrógeno, especialmente en las uniones y codos. Puede utilizarse un explosímetro.

### **Especificaciones del Explosímetro:**

El explosímetro es un aparato para medir las concentraciones de gases y vapores inflamables.

Cuando ciertas proporciones de vapores combustibles se mezclan con el aire y existe una fuente de ignición, se puede producir una explosión. Los

límites de concentraciones sobre los que ocurre esto, se denominan límite de explosión, e incluye todas las concentraciones en que se produce una chispa o fuego cuando la mezcla entra en ignición. La menor concentración se conoce como límite inferior de explosión (LIE) y la mayor, como límite superior de explosión (LSE).

Las mezclas inferiores al LIE son muy pobres para hacer combustión y las mezclas sobre el LSE, son muy ricas. En el explosímetro sólo se proporciona una escala, generalmente con lecturas de 0 a 100% de volumen del LIE.

Por esta razón se debe de tener el siguiente criterio al realizar mediciones con el explosímetro:

- De 0% a 80% LIE: Sin riesgo de inflamabilidad.
  - De 81% a 100% LIE: Alto riesgo de inflamabilidad.
- Llevar un control de fugas mediante el formato de inspección que se presenta en el ANEXO 1. Si se detecta una fuga en alguna unión o codo de la tubería informar inmediatamente al departamento de mantenimiento y alejarse del área.

### **3.2.4 Procedimiento durante fugas o incendio**

Como sustancia química peligrosa, el nitrógeno debe de poseer procedimientos en caso de fugas e incendios, para tratar de eliminar al máximo los riesgos.

## **Medidas en caso de escapes/derrames accidentales**

Precauciones personales:

- Evacuar el área.
- Utilizar máscara de respiración autónoma cuando entren en el área a menos que esté probado que la atmósfera es segura.
- Asegurar la adecuada ventilación de aire.

Precauciones para la protección del medio ambiente:

- Intentar parar el escape/derrame.
- Prevenir la entrada en alcantarillas, sótanos, fosos de trabajo o en cualquier otro lugar donde la acumulación pueda ser peligrosa.

Métodos de limpieza:

- Ventilar el área.

## **Medida de lucha contra incendios:**

Precauciones personales:

- No se acerque jamás al fuego.
- No deje jamás que el fuego se interponga entre usted y la salida a un área segura.

Riesgos específicos:

- La exposición al fuego puede causar la rotura o explosión de los cilindros.
- No inflamable.

Medios de extinción adecuados:

- Se pueden utilizar todos los extinguidores conocidos.

Métodos específicos:

- Si es posible, detener la fuga del producto.
- Colocarse lejos del recipiente y enfriarlo con agua desde un recinto protegido.
- Si hay fuga no rociar agua sobre el cilindro. Utilizar agua para contener el fuego en el área circundante, desde un lugar protegido.

Equipo de protección especial para la actuación en incendios:

- En espacios confinados utilizar máscara de respiración autónoma.

### **3.2.5 Exposición personal**

Toda persona que esté expuesta al nitrógeno debe de conocer los peligros potenciales a los que se enfrenta y debe de ser capaz de aplicar los primeros auxilios básicos en caso de emergencia.

#### **Identificación de peligros**

- Gas licuado fuertemente refrigerado. El contacto con el producto puede producir quemaduras por frío o congelación.



- Puede causar asfixia en altas concentraciones.

## **Primeros auxilios**

Inhalación:

- A elevadas concentraciones puede causar asfixia. Los síntomas pueden incluir la pérdida de la conciencia o de la movilidad. La víctima puede no haberse dado cuenta de la asfixia.
- Retirar a la víctima de un área no contaminada llevando colocado el equipo de respiración autónoma. Mantener a la víctima caliente y en reposo. Llamar al doctor. Aplicar la respiración artificial si se para la respiración.

Contacto con la piel y con los ojos:

- Si el contacto es con los ojos lavar inmediatamente en el lava-ojos, durante al menos 15 minutos.
- Si el contacto es en la piel o la ropa lavar en la ducha de seguridad, durante al menos 15 minutos.
- En caso de congelación rociar con agua que esté a temperatura ambiente durante 15 minutos. Aplicar un vendaje estéril.
- Trasladar inmediatamente a la persona afectada a la enfermería.

Ingestión (penetración por la boca):

- La ingestión no está considerada como una vía potencial de exposición.

### **3.3 Hidróxido de sodio o soda cáustica**

El hidróxido de sodio es conocido también como soda o sosa cáustica y su simbología química es NaOH. A temperatura ambiente, el hidróxido de sodio es un sólido blanco cristalino sin olor que absorbe humedad del aire.

#### **3.3.1 Propiedades y características de la soda cáustica**

El hidróxido de sodio es una sustancia manufacturada. Cuando se disuelve en agua o se neutraliza con un ácido libera una gran cantidad de calor que puede ser suficiente como para encender materiales combustibles. El hidróxido de sodio es muy corrosivo. Generalmente se usa en forma sólida o como una solución de 50%. Otro nombre común del hidróxido de sodio es soda cáustica.

#### **3.3.2 Manipulación de la soda cáustica**

El hidróxido de sodio o soda cáustica se utiliza en la planta de producción en dos subprocesos, en la refinación directa del aceite y en el tratamiento para el agua de calderas.

##### **3.3.2.1 Manipulación de la soda cáustica en la refinería química**

En el área de refinería química los trabajadores entran en contacto con la soda cáustica durante la descarga de la pipa al tanque principal y durante la mezcla del ácido con agua.

### **Descarga de pipa hacia el tanque principal:**

- Asegurarse que la conexión de la manguera con la pipa esté completamente ajustada para evitar fugas.
- Antes de abrir la válvula de la pipa e iniciar la descarga, asegurarse que el otro extremo de la manguera esté correctamente colocada en el tanque de almacenamiento.
- Mantener fijo el extremo de la manguera que va en el tanque principal para evitar que se produzca un accidente.
- Cuando se termina la descarga de soda cáustica cerrar completamente la válvula de la pipa antes de retirar el extremo del tanque de almacenamiento.
- La descarga de soda cáustica solo puede ser realizada por personal de la refinería química utilizando la protección personal adecuada.

### Protección para los ojos:

- Lentes de plástico o pantalla para protección facial.

### Protección para las manos:

- Guantes de hule o de neopreno.

### Protección para la piel:

- Overol, mandil o gabacha y protección para los brazos.
- Zapatos que cubran y protejan completamente al pie. (Nunca utilice zapatos de tela o tenis). Se debe elegir un zapato de piel resistente que cubra todo el pie. Este tipo de calzado proporcionará la mejor protección.

Protección para las vías respiratorias:

- Mascarilla auto filtrante.

### **Mezcla de la soda cáustica con agua:**

En la refinería química el operario está en contacto con la soda cáustica cuando hace la mezcla con agua en los tanques, pudiendo sufrir salpicaduras en la cara y en la piel, por lo que debe de contar con la siguiente protección personal:

Protección para los ojos:

- Lentes de plástico o pantalla para protección facial.
- No es recomendable que quien manipule la soda cáustica utilice lentes de contacto, ya que éstos absorben vapores que pueden dañar los ojos.

Protección para las manos:

- Guantes de hule o de neopreno.

Protección para la piel:

- Overol, mandil o gabacha y protección para los brazos.
- Zapatos que cubran y protejan completamente al pie. (Nunca utilice zapatos de tela o tenis). Se debe elegir un zapato de piel resistente que cubra todo el pie. Este tipo de calzado proporcionará la mejor protección.

Protección para las vías respiratorias:

- Mascarilla auto filtrante.

### **3.3.2.2 Manipulación de la soda cáustica en el área de calderas**

En las calderas se utiliza la soda cáustica en presentación granulada, por lo que el operario entra en contacto con la misma en el momento de vaciar el contenido de las bolsas de soda cáustica en el agua de las calderas, debiendo contar con la siguiente protección personal:

Protección para los ojos:

- Lentes de plástico.

Protección para las manos:

- Guantes de hule o neopreno.

Protección para la piel:

- Overol y protección para los brazos.
- Zapatos que cubran y protejan completamente al pie. (Nunca utilice zapatos de tela o tenis). Se debe elegir un zapato de piel resistente que cubra todo el pie. Este tipo de calzado proporcionará la mejor protección.

Protección para las vías respiratorias:

- Mascarilla auto filtrante.

Las bolsas de soda cáustica granulada se deben almacenar en un lugar donde la temperatura se encuentre entre los 5 °C y los 30 °C.

### **3.3.3 Control de fugas**

- En la refinería química revisar constantemente la tubería que transporta la soda cáustica desde el tanque de almacenamiento hasta los tanques de mezcla para comprobar si existe alguna fuga.
- Si se detecta alguna fuga informar de inmediato al taller de mantenimiento.

### **3.3.4 Procedimiento durante fugas o incendio**

El hidróxido de sodio es sumamente corrosivo y tóxico, por lo que hay que tomar en consideración los procedimientos en caso de derrame o incendios que puedan propagarse hasta donde se encuentre esta sustancia química.

#### **Medidas a tomar en caso de vertido accidental:**

Medidas de precaución relativas a las personas:

- No inhalar los vapores/aerosoles.
- Evitar el contacto con la sustancia.
- Proceder a ventilación en lugares cerrados.

Medidas de protección del medio ambiente:

- No lanzar por el drenaje.

Procedimiento de limpieza:

- Recoger con material absorbente (toallas o *wipe*). Por supuesto que con la debida protección de las manos; nunca lo haga con la mano descubierta.
- Proceder a la eliminación de los residuos.
- Lavar con agua.

### **Medidas de lucha contra incendios:**

Medios de extinción adecuados:

- Adaptar a los materiales en el entorno.

Riesgos especiales:

- Incombustible.
- Posibilidad de formación de vapores peligrosos por incendio en el entorno.

### **Equipo de protección especial para personal de lucha contra incendios:**

- Permanencia en el área de riesgo solo con sistemas de respiración autónoma e independiente del ambiente.
- Protección de la piel mediante observación de una distancia de seguridad y uso traje especial contra incendios.
- Referencias adicionales: evitar que el agua que se usó para combatir el incendio se escape por el drenaje. Lo ideal es que dicha agua se pueda llevar a la planta de tratamiento de aguas.

### **3.3.5 Exposición personal**

Síntomas de exposición a la soda cáustica:

Respiratorios:

- Dificultad respiratoria (por la inhalación)
- Inflamación en la garganta (que también puede causar dificultad respiratoria)

Ojos, oídos, nariz y garganta:

- Fuerte dolor en la garganta
- Fuerte dolor o quemadura en la nariz, ojos, oídos, labios o lengua
- Pérdida de la visión

Gastrointestinales:

- Dolor abdominal fuerte
- Vómitos
- Quemadura en el esófago
- Vómitos con sangre
- Sangre en las heces

Sanguíneos:

- Cambio severo en el pH (demasiado o poco ácido en la sangre, que lleva a daño en todos los órganos del cuerpo)

Cutáneos (piel):

- Irritación
- Quemadura
- Degeneración del tejido de la piel por muerte de sus células.



Cardiovasculares:

- Desarrollo rápido de hipotensión (presión sanguínea baja)
- Colapso

### **Primeros auxilios**

Tras inhalación:

- Aire fresco.
- Avisar al médico.

Tras contacto con la piel:

- Lavar con abundante agua.
- Extraer la sustancia por medio de algodón impregnado con agua.
- Despojarse inmediatamente de la ropa contaminada.

Tras contacto con los ojos:

- Si existe contacto con los ojos lavar con abundante agua en el lava-ojos, manteniendo los párpados abiertos (al menos durante 10 minutos).
- Avisar inmediatamente al oftalmólogo.
- Si existe contacto con la piel o la ropa por salpicaduras lavar en la ducha de seguridad, al menos durante 10 minutos.

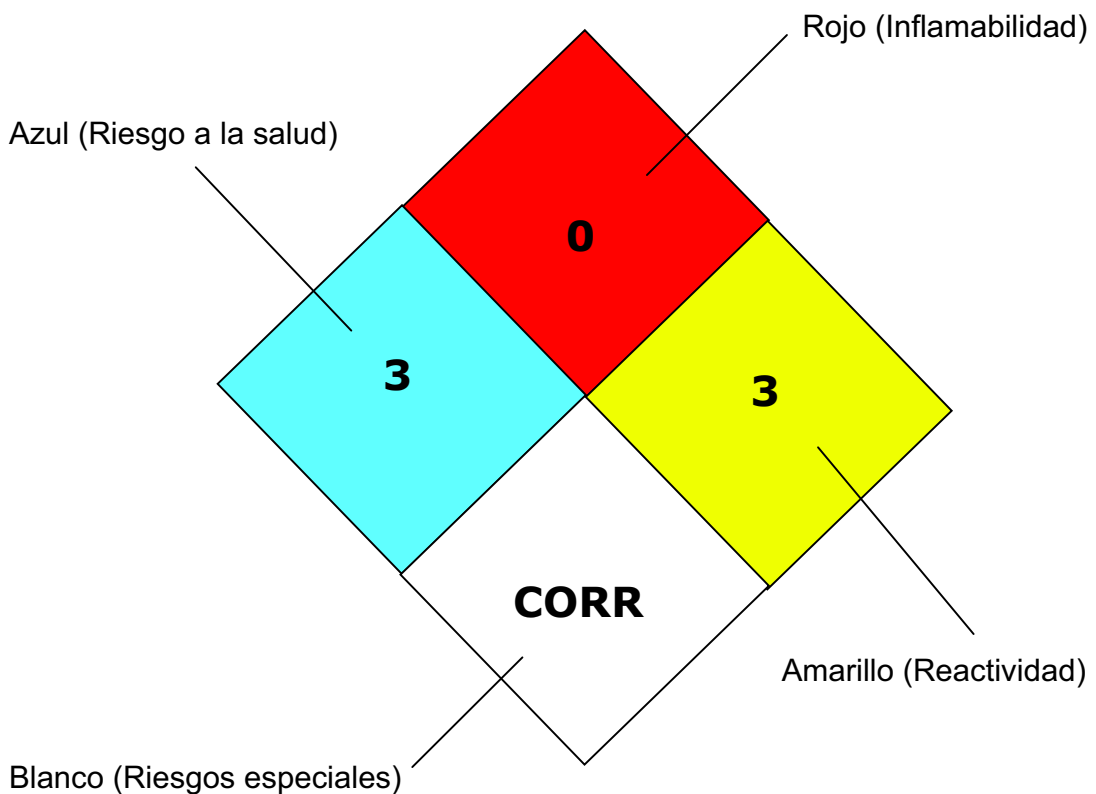
Tras ingestión:

- Beber abundante agua (hasta varios litros), evitar vómitos (riesgo de perforación).
- Avisar inmediatamente al médico.
- No tratar de contrarrestar el efecto de la soda cáustica con ningún medicamento.

### 3.3.6 Rotulación del tanque de soda cáustica

El tanque de almacenamiento de soda cáustica debe de estar correctamente identificado y señalizado, tanto para indicar la sustancia que posee, así como alertar a los trabajadores de los riesgos que conlleva la exposición de este químico.

**Figura 13. Rombo de seguridad para la soda cáustica**



### Especificaciones:

- Riesgo a la salud (color azul): **Grado 3**: Extremadamente riesgoso.
- Riesgos especiales (color blanco): **CORR**: Corrosivo.
- Reactividad (color amarillo): **Grado 3**: Puede detonar pero requiere de una fuente de inicio.
- Inflamabilidad (color rojo): **Grado 0**: Incombustible.

**Figura 14. Señalización para Sustancia corrosiva**



**Figura 15. Señalización para sustancia tóxica**



### **3.4 Amoníaco**

Gas de olor picante, incoloro, de fórmula  $\text{NH}_3$ , muy soluble en agua. Es utilizado en la industria principalmente como gas refrigerante en compresores, para procesos de enfriamiento o congelación en diferentes procesos productivos.

#### **3.4.1 Propiedades y características del amoníaco**

Una disolución acuosa saturada contiene un 45% en peso de amoníaco a 0 °C, y un 30% a temperatura ambiente. Disuelto en agua, el amoníaco se convierte en hidróxido de amonio,  $\text{NH}_4\text{OH}$ , de marcado carácter básico y similar en su comportamiento químico a los hidróxidos de los metales alcalinos.

Su punto de fusión es -77.7 °C, su punto de ebullición -33.35 °C, y tiene una densidad relativa de 0.68 a su temperatura de ebullición y a 1 atmósfera (760 mm Hg) de presión. El amoníaco es utilizado en refrigeración industrial y se denomina como refrigerante 717.

#### **3.4.2 Manipulación del amoníaco**

Dentro de la planta de producción el amoníaco es proporcionado y transportado en cilindros de alta presión, en el caso del amoníaco los cilindros deben ser de color azul y deben estar bien identificados.

#### **Manipulación y almacenamiento de los cilindros de amoníaco**

- Todo cilindro de alta presión debe llevar en la válvula el sello de garantía, el cual le da la seguridad de su contenido.

- Antes de usar el cilindro, verifique la etiqueta y el color del cilindro (azul para el amoníaco) para comprobar que tenga amoníaco.
- Utilizar solo equipo específicamente apropiado para el amoníaco para su presión y temperatura de suministro (mangueras, válvulas y manómetros).
- Nunca ventile ni abra la válvula del cilindro sin instalar el regulador. Colóquese a un lado del regulador cuando abra la válvula del cilindro, (nunca de frente).
- Apretar de más la conexión puede deformar o dañar la junta y causar fugas.
- Desconectar un cilindro en operación es muy peligroso, ya que trabaja a alta presión. Cierre siempre la válvula del cilindro y libere la presión del regulador antes de desconectar.
- Siempre utilice la herramienta adecuada para conectar los cilindros a sus equipos o líneas de consumo.
- Prohibido cambiar o forzar las conexiones de un cilindro. Si estas no se acoplan a las líneas de consumo, no las force; reportarlo.
- Nunca cambie el color de los cilindros, no los esmerile o desgaste, ni los marque con soldadura.
- El trasegado (traspaso de un cilindro a otro) de gases está prohibido por la ley, ya que no es seguro.
- Está prohibida la sustitución de amoníaco por cualquier otro gas. Verifique siempre en la etiqueta el gas contenido.
- Solo personal autorizado puede manipular los cilindros de amoníaco.
- Prohibido fumar en el área donde se encuentren cilindros de amoníaco.
- No acerque llamas al cilindro ni lo exponga a altas temperaturas.
- Evite golpear los cilindros.
- Todos los cilindros que no estén en uso deben almacenarse colocados siempre en posición vertical y con el capuchón protector puesto.
- Mantener los cilindros por debajo de 50 °C, en un lugar bien ventilado.

### **Protección personal:**

Protección para los ojos:

- Utilizar lentes de plástico o pantalla para protección facial.

Protección para las manos:

- Guantes de hule.

Protección para la piel:

- Overol y protección para los brazos.
- Utilice zapatos que cubran y protejan completamente al pie. (Nunca utilice zapatos de tela o tenis). Se debe elegir un zapato de piel resistente que cubra todo el pie. Este tipo de calzado proporcionará la mejor protección.

Protección para las vías respiratorias:

- Mascarilla auto filtrante.

### **3.4.3 Control de fugas**

- La mejor manera de luchar contra las fugas de amoníaco es prevenirlas. Las fugas generalmente se producen por picaduras de la tubería; por lo que se debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo, sustituyendo la tubería en un tiempo prudencial, el cual puede ser estimado mediante el historial de fugas o por medio de las especificaciones de duración en condiciones óptimas de la tubería proporcionadas por el proveedor.

- Revisar con un explosímetro periódicamente los compresores y la tubería para comprobar que no existen fugas.

### **Especificaciones del Explosímetro:**

El explosímetro es un aparato para medir las concentraciones de gases y vapores inflamables.

Cuando ciertas proporciones de vapores combustibles se mezclan con el aire y existe una fuente de ignición, se puede producir una explosión. Los límites de concentraciones sobre los que ocurre esto, se denominan límite de explosión, e incluye todas las concentraciones en que se produce una chispa o fuego cuando la mezcla entra en ignición. La menor concentración se conoce como límite inferior de explosión (LIE) y la mayor, como límite superior de explosión (LSE).

Las mezclas inferiores al LIE son muy pobres para hacer combustión y las mezclas sobre el LSE, son muy ricas. En el explosímetro sólo se proporciona una escala, generalmente con lecturas de 0 a 100% de volumen del LIE.

Por esta razón se debe de tener el siguiente criterio al realizar mediciones con el explosímetro:

- De 0% a 80% LIE: Sin riesgo de inflamabilidad.
  - De 81% a 100% LIE: Alto riesgo de inflamabilidad.
- Llevar un control de fugas por medio del formato de inspección que se presenta en el ANEXO 1. Si se descubre que existe una fuga de amoníaco

infórmelo de inmediato y evacue a todas las personas que se encuentren en el área.

#### **3.4.4 Procedimiento durante fugas o incendio**

El amoníaco es altamente tóxico por lo que hay que tomar en cuenta las precauciones del caso cuando exista alguna fuga, y aunque no es inflamable, la exposición al fuego puede causar la explosión de los cilindros.

#### **Medidas en caso de escapes/derrames accidentales**

Precauciones personales:

- Evacuar el área.
- Asegurar la adecuada ventilación del aire.
- Utilizar equipos de respiración autónomos.

Precauciones para la protección del medio ambiente:

- Intentar parar el escape/derrame.
- Reducir el vapor con agua en niebla o pulverizada.

Métodos de limpieza:

- Ventilar el área.
- Lavar los lugares y el equipo contaminado con abundantes cantidades de agua.
- Mantener el área evacuada y libre de fuentes de ignición hasta que el líquido derramado se haya evaporado. (El suelo deberá estar libre de escarcha).



- Regar el área con agua.

### **Medidas de lucha contra incendios**

Riesgos específicos:

- No inflamable.
- La exposición al fuego puede causar la rotura o explosión de los recipientes.

Productos peligrosos de la combustión:

- Si está involucrado en un fuego, los siguientes humos corrosivos y/o tóxicos pueden producirse por descomposición térmica: óxido nítrico y dióxido de nitrógeno.

Medios de extinción adecuados:

- Se pueden utilizar todos los extintores conocidos.

Métodos específicos:

- Si es posible, detener la fuga del producto.
- Colocarse lejos del recipiente y enfriarlo con agua desde un recinto protegido.

Equipo de protección especial para la actuación en incendios:

- Utilizar equipos de respiración autónoma de presión positiva y ropa de protección química.

### **3.4.5 Exposición Personal**

El amoníaco puede afectar a una persona por las siguientes razones: tras ingerirlo, por respirar vapores y por contacto con alguna parte del cuerpo.

#### **Síntomas de envenenamiento por ingestión:**

En todo el cuerpo:

- Dolor en la boca (severo)
- Colapso
- Fiebre

Respiratorios:

- Tos
- Dolor torácico (severo)
- Silbido del pecho

Ojos, oídos, nariz y garganta:

- Dolor de garganta (severo)

Gastrointestinales:

- Dolor abdominal (severo)
- Vómito

## **Síntomas de envenenamiento por respirar vapores**

En todo el cuerpo:

- Inflamación de los labios

Respiratorios:

- Tos
- Opresión en el pecho

Ojos, oídos, nariz y garganta:

- Ceguera temporal

Cutáneos:

- Uñas y labios azulados

Gastrointestinales:

- Vómito

Cardiovasculares:

- Pulso débil y rápido

En el sistema nervioso:

- Inquietud

### **Síntomas por contacto con ojos o piel**

- Quemaduras severas si el contacto dura más de algunos minutos

### **Primeros auxilios**

Inhalación: Tóxico por inhalación.

- Retirar a la víctima a un área no contaminada llevando colocado el equipo de respiración autónoma.
- Mantener a la víctima caliente y en reposo.
- Llamar al doctor.
- Aplicar la respiración artificial si se para la respiración.

Contacto con la piel y con los ojos: Puede causar quemaduras químicas en la piel y en la córnea (con distorsión temporal en la visión).

- Si el contacto es en los ojos lavar inmediatamente en el lava-ojos, con agua durante al menos 15 minutos. Quitar la ropa contaminada.
- Si el contacto es en la piel lavar en la ducha de seguridad, durante al menos 15 minutos.
- Obtener asistencia médica.

Ingestión (penetración por la boca):

- No se debe inducir el vómito.

### **3.5 Programa de mantenimiento preventivo para compresores multi-cilíndricos que utilizan amoníaco como refrigerante.**

Para una excelente conservación del equipo de refrigeración se debe examinar cuidadosamente el sistema en mención, con el objetivo de revisar si existen fugas y si todos sus componentes han sido instalados de una forma correcta después de un período de mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo, para que funcionen como es debido. Haciendo esto se logrará que el sistema de servicio sea satisfactorio por largo tiempo. Sin embargo, para lograr que el equipo funcione bien sin causar dificultades, es necesario llevar a cabo un programa sistemático de servicio. Por consiguiente, se recomienda el siguiente programa de mantenimiento para su conservación.

#### **3.5.1 Semanal**

- Examinar el sistema del refrigerante 717 (amoníaco), con el fin de detectar si existen fugas utilizando un explosímetro debidamente calibrado. Otra forma de detectar una fuga de amoníaco es utilizar un soplete de haluro durante las primeras cuatro semanas de operación.
- Verificar los niveles de lubricante.
- Verificar las presiones del lubricante.
- Verificar el nivel del refrigerante en el depósito o receptor.
- Examinar los filtros en el sistema para la lubricación; la diferencia de lectura de presiones de entrada y salida debe ser el mínimo o al menos 4 psi.
- Examinar los serpentines de baja temperatura para quitarles el hielo que se forme.
- Examinar todas las indicaciones de los manómetros y termómetros. Estas magnitudes nos dan datos de un buen o mal funcionamiento del equipo.

### 3.5.2 Mensual

- Examinar el sistema del refrigerante 717 (amoníaco), con el fin de detectar si existen fugas utilizando un explosímetro debidamente calibrado. Otra forma de detectar una fuga de amoníaco es utilizar un soplete de haluro durante las primeras cuatro semanas de operación.
- Verificar los niveles de lubricante.
- Verificar las presiones del lubricante.
- Verificar el nivel del refrigerante en el depósito o receptor.
- Examinar los filtros en el sistema para la lubricación; la diferencia de lectura de presiones de entrada y salida debe ser el mínimo o al menos 4 psi.
- Examinar los serpentines de baja temperatura para quitarles el hielo que se forme.
- Examinar todas las indicaciones de los manómetros y termómetros. Estas magnitudes nos dan datos de un buen o mal funcionamiento del equipo.
- Lubricar todos los motores y cojinetes (si usan grasa, una vez cada 6 meses). Seguir las instrucciones del fabricante sobre lubricación.
- Verificar la tensión de las bandas, la cual debe coincidir en todas.
- Verificar el alineamiento de los mecanismos de transmisión (poleas) y verificar que sus distintas piezas estén debidamente apretadas, (los tornillos de acoplamiento de las transmisiones directas deben apretarse según el torque recomendado por el fabricante).
- Examinar las torres de enfriamiento y condensadores evaporativos para revisar si tienen algas o incrustaciones. Asimismo, los atomizadores y las mallas para ver si están obstruidos con sedimentos, y si fuera esto proceder a lavarlos. Se debe consultar a los fabricantes para el tratamiento de aguas y sobre métodos para corregir los problemas de algas y depósitos.
- Examinar los enfriadores de aceite del compresor (si se usan) para ver si presentan señales de corrosión, depósitos o algún otro deterioro.

### 3.5.3 Anual

- Examinar el sistema del refrigerante 717 (amoníaco), con el fin de detectar si existen fugas utilizando un explosímetro debidamente calibrado. Otra forma de detectar una fuga de amoníaco es utilizar un soplete de haluro durante las primeras cuatro semanas de operación.
- Verificar los niveles de lubricante.
- Verificar las presiones del lubricante.
- Verificar el nivel del refrigerante en el depósito o receptor.
- Examinar los filtros en el sistema para la lubricación; la diferencia de lectura de presiones de entrada y salida debe ser el mínimo o al menos 4 psi.
- Examinar los serpentines de baja temperatura para quitarles el hielo que se forme.
- Examinar todas las indicaciones de los manómetros y termómetros. Estas magnitudes nos dan datos de un buen o mal funcionamiento del equipo.
- Lubricar todos los motores y cojinetes (si usan grasa, una vez cada 6 meses). Seguir las instrucciones del fabricante sobre lubricación.
- Verificar la tensión de las bandas, la cual debe coincidir en todas.
- Verificar el alineamiento de los mecanismos de transmisión (poleas) y verificar que sus distintas piezas estén debidamente apretadas, (los tornillos de acoplamiento de las transmisiones directas deben apretarse según el torque recomendado por el fabricante).
- Examinar las torres de enfriamiento y condensadores evaporativos para revisar si tienen algas o incrustaciones. Asimismo, los atomizadores y las mallas para ver si están obstruidos con sedimentos, y si fuera esto proceder a lavarlos. Se debe consultar a los fabricantes para el tratamiento de aguas y sobre métodos para corregir los problemas de algas y depósitos.
- Examinar los enfriadores de aceite del compresor (si se usan) para ver si presentan señales de corrosión, depósitos o algún otro deterioro.

- Examinar todo el sistema de tuberías para chequear si existen fugas.
- Vaciar el agua de los condensadores y de las torres de enfriamiento y examínense las tuberías de conducción del gas refrigerante. Observar cuidadosamente para ver si existen daños causados por corrosión o depósitos.
- Quitar todo el óxido existente del equipo, limpiar y aplicar pintura adecuada.
- Examinar los motores y ventiladores en cuanto al desgaste y juego longitudinal de los ejes.
- Probar si los controles eléctricos funcionan bien y si se encuentran en buen estado.
- Limpiar todas las fugas de aceite.
- Limpiar todos los filtros para el agua.
- Reemplazar las bandas de transmisión, ya que pueden presentar desgaste. Cuando se reemplacen dichas bandas, deben hacerse solamente en juegos completos.
- Examinar los puntos de drenaje, para cerciorarse de que el agua saldrá libremente del sistema de enfriamiento del equipo.
- Vaciar y limpiar el cárter, el separador de aceite y la armadura del filtro. Recargar con aceite limpio.
- Verificar el acoplamiento del compresor.
- Verificar el uso de la bomba de aceite.
- Revisar el montaje de los tornillos del compresor y motor eléctrico.

Existen muchas razones por las que aparecen fugas en los sistemas de refrigeración, como el desecamiento de las empaquetaduras de las válvulas, la compresión de las empaquetaduras, la colocación incorrecta de las tapas de las válvulas y el aflojamiento de las juntas debido a la vibración. Por estas razones, es de gran importancia realizar periódicamente pruebas para ver si hay fugas. Por la misma razón, cuando se ejecutan operaciones de servicio en el sistema,



debe tenerse cuidado de apretar todas las bridas, de que todos los tapones que se quiten sean colocados de nuevo poniéndoles algún compuesto especial en las roscas, de que todas las empaquetaduras de los vástagos de las válvulas estén apretadas y que todas las tapas de las válvulas hayan sido repuestas. Luego, cuando se vuelva a poner el equipo en servicio, deben examinarse todas las juntas o válvulas que se hayan movido durante las operaciones de servicio, con el objetivo de revisar si hay fugas en el sistema.

Cuando el equipo de refrigeración trabaja 24 horas diarias al año, se recomienda que se haga una revisión anual de todas las partes internas del compresor. A pesar de que se mantienen normas en cuanto a los materiales con los que se fabrican los compresores multi-cilíndricos de pistón, el trabajo constante y la presencia de materias extrañas puede resultar muy perjudicial para el compresor. Para evitar paradas innecesarias o evitar que el compresor quede paralizado, debe abrirse anualmente para examinar el estado en que se encuentran las válvulas, los anillos y los cojinetes. De esta manera, con el corto tiempo que se dedique a verificar anualmente las condiciones del compresor, puede evitarse descomposturas que paraliquen la máquina por mucho tiempo con la pérdida del producto y reparaciones costosas.

#### **3.5.4 Preparación del compresor para el servicio de mantenimiento**

- Para la realización de un servicio de mantenimiento es necesario seguir ciertos procedimientos para evitar cualquier tipo de dificultades. Por lo que a continuación se presentan los pasos a seguir:
- Parar el compresor, y para evitar cualquier accidente se debe desconectar el suministro eléctrico del equipo.
- Aislar el compresor del sistema principal de refrigeración cerrando las válvulas principales de entrada y salida del gas refrigerante.

- Evacuar el gas refrigerante del compresor.

#### **3.5.4.1 Extracción del amoníaco del compresor**

Si el compresor puede hacerse funcionar, se debe cerrar la válvula de succión y de tiempo para que la máquina vacíe sola. También la máquina debe funcionar varios ciclos, hasta que la presión permanezca constante o más o menos 2 psi. En los sistemas que trabajan a mayores presiones de succión, pudiera ser necesario reajustar o disponer el interruptor de baja presión para que el compresor baje a 2 psi. Cuando la presión e mantenga constante a 2 psi, se para el compresor y se cierra la válvula de descarga, luego se abre el conector eléctrico y se quitan los fusibles. No se debe trabajar con el compresor hasta que no se desconecte el interruptor y se eliminen los fusibles.

Dejar escapar el gas, que hubiese quedado entre las válvulas de descarga y la válvula de cierre de descarga, abriendo la conexión del manómetro de descarga. Se debe conectar uno extremo de la manguera al conducto del manómetro y luego introducir el otro extremo en una cubeta o balde con agua. El agua absorberá todo el amoníaco que se descargue.

Si el compresor no puede hacerse funcionar, se debe abrir el desconector, quitar los fusibles y cerrar las válvulas de succión y de descarga. Conectar las mangueras a los conductos de los manómetros de succión y de descarga e introducir sus otros extremos en una cubeta de agua. Descargar el refrigerante por las conexiones de succión y de descarga del manómetro en el agua, la cual lo absorberá.

#### **3.5.4.2 Extracción del aceite**

Si el trabajo de servicio se limita a las cabezas, las válvulas o los sellos, no es necesario sacar el aceite de la máquina. Sin embargo, si se necesita abrir el cárter entonces si es necesario extraerse el aceite de la máquina.

La pequeña presión que existe en el cárter expulsa el aceite de la válvula de carga. Colocar un recipiente de suficiente capacidad debajo de la válvula de carga de aceite y abrir la válvula gradualmente. El aceite debe correr hacia el recipiente. Si se ha reducido la presión en el cárter a 2 psi, el aceite debe espumear poco.

Al realizar lo anterior el compresor estará listo para el trabajo de servicio.

#### **3.5.5 Período inicial de funcionamiento después de las operaciones de servicio**

Se recomienda que se reserven de 1 a 2 galones de la carga total de aceite del compresor y que se vacíen en el compresor justamente antes de ponerlo de nuevo en marcha. Primeramente, quitar el indicador de presión y su base de asiento. Conectar la manguera de carga del aceite a la conexión del indicador de presión. Abrir la válvula y comenzar a cargar. Continuar cargando hasta que se haya bombeado suficiente cantidad de aceite. Desconectar la manguera y volver a instalar el manómetro y su base. El seguir el procedimiento indicado ayudará a eliminar un arranque seco, ya que se envía aceite a todos los rincones y pasos estrechos.

Es indispensable dejar que el compresor tome la carga gradualmente. Primero se pone en marcha solamente unos cuantos minutos, luego se

desconecta, para que se enfríe durante cierto tiempo. Después se vuelve a poner en marcha por un período mas largo y otra vez se hace parar durante un período de enfriamiento.

Los períodos de enfriamiento pueden prolongarse sucesivamente hasta que se tenga certeza de que las piezas movibles no se están recalentando. Luego de que el compresor comience a funcionar a la temperatura normal de funcionamiento, puede permitirse que funcione tanto tiempo como lo requiera la carga.

### **3.6 Implementación del programa para el manejo de sustancias peligrosas**

Para implementar el programa para el manejo de sustancias peligrosas, es necesario contar con una estructura organizacional que se encargue de ejecutar y controlar todo lo relacionado con la seguridad de los trabajadores y la planta de producción, ya que de no ser así, el programa será un fracaso, pues no tendrá el respaldo de una entidad que sea responsable de la aplicación y control del mismo.

Para la implementación del programa se deberán crear cuerpos de socorro o brigadas de emergencia y un comité de seguridad. Estas entidades serán responsables de la coordinación, ejecución y control del programa. Para la conformación de dichas entidades deberá hacerse la invitación al personal de la planta y del área administrativa.

A continuación se explica cada una de las entidades que se deben crear para implementar el programa para el manejo de sustancias peligrosas en la

empresa, así como las responsabilidades de cada una y su función dentro de la planta.

### **3.6.1 Formación de brigadas de emergencia**

El objetivo fundamental de una brigada de emergencia consiste en salvaguardar las vidas de los trabajadores y el patrimonio o bienes de la empresa. Al surgir una emergencia las acciones que deberá implementar son las especificadas en el programa de manejo de sustancias peligrosas en caso de accidentes, fugas o derrames. Debido a que en situaciones de emergencia muchas personas actúan precipitadamente, es en estos momentos cuando la brigada debe actuar como guía del resto de personas, siendo esta su mayor responsabilidad.

Es necesario que las personas que conformen la brigada de emergencia, reciban capacitación periódicamente en lo que se refiere a primeros auxilios y combate de incendios y que además ejecuten los simulacros de emergencia por lo menos dos veces al año. Además es recomendable que al formar la brigada de emergencias, exista una persona de cada área o departamento.

#### **Generalidades**

- a) Las brigadas de emergencia son grupos de trabajadores capacitados y entrenado para responder adecuadamente ante una emergencia, con el objetivo de evitar mayores pérdidas.
- b) Su conformación es por parte de los trabajadores en forma consciente y voluntaria.

- c) La brigada de emergencia deberá estar capacitada para prestar primeros auxilios y combatir incendios.
- d) Es recomendable que el número de integrantes de la brigada de emergencias sea proporcional al número de departamentos que existen en la empresa.
- e) No existen jerarquías con los miembros de la brigada, todos tienen las mismas responsabilidades, cada quien en su respectiva área; sólo se deben reportar ante el coordinador del comité de seguridad.

### **3.6.2 Comité de seguridad**

De igual manera, como se necesita contar con una brigada de emergencias, también es necesario tener un comité de seguridad, que será el encargado de prevenir cualquier daño a la salud de los trabajadores, mediante la investigación de las causas de los accidentes y enfermedades profesionales, las medidas para prevenirlos o mitigarlos, y la coordinación del programa de manejo de sustancias peligrosas con su respectivo control que vele por su efectivo desarrollo.

Al igual que en la brigada de emergencia, es indispensable que el comité de seguridad sea conformado por trabajadores de distintas áreas, por lo menos uno de cada área, no importando si el miembro del comité de seguridad también pertenece a la brigada de emergencias. La capacitación debe darse igualmente a los miembros del comité de seguridad para que se desempeñen correctamente en sus puestos.

## **Generalidades**

- a) Deberá conformarse un comité de seguridad dentro de la planta, con la participación de trabajadores de distintas áreas.
- b) Se recomienda que el número de integrantes del comité sea de cinco personas.
- c) Los requisitos para pertenecer al comité deberán ser: que sean trabajadores de la empresa, ser mayor de edad, tener conducta honorable y haber demostrado responsabilidad en su desempeño laboral.
- d) Los miembros del comité deberán ser cambiados cada año y pueden ser reelectos. Los integrantes del comité no tendrán que desempeñar esta responsabilidad el tiempo de la jornada, solamente cuando se requiera por causa de algún accidente o cuando el coordinador del comité lo solicite a sus miembros.
- e) Deberán llevar el control estadístico de los accidentes y enfermedades profesionales, además deberán reunirse por lo menos dos veces al mes en horarios de trabajo.

Las funciones de los cargos que desempeñarán las personas que conformen el comité de seguridad son las siguientes:

### **Coordinador**

1. Preside y dirige las reuniones.
2. Organiza el trabajo que se va a ejecutar.

3. Determina con su voto un problema de empate.
4. Es el enlace directo ante la alta dirección.
5. Discute y analiza el tema a tratar con todos los miembros del grupo.
6. Elaborar los informes de accidentes ocurridos en la planta.

### **Secretario**

1. Sustituye al coordinador cuando por causas de fuerza mayor se ausente.
2. Informa al coordinador de las conclusiones y recomendaciones que el grupo ha determinado en reunión.
3. Redacta actas de reuniones de trabajo.
4. Toma asistencia a los miembros del grupo.
5. Archiva documentos.
6. Elabora circulares y oficios.
7. Es receptor de documentos para todos los miembros del grupo.

### **Encargado de capacitación**

1. Realiza encuestas sobre las necesidades de capacitación de personal.
2. Calendariza adecuadamente la capacitación.
3. Divulga los programas de capacitación.
4. Promueve la comunicación educativa.
5. Tiene a su cargo la información del centro de documentación de la planta.
6. Se encarga de motivar a los trabajadores para que participen en la capacitación, programando conferencias magistrales o videoconferencias.

### **Encargado de sistemas de información**

1. Llevar el control del número de accidentes.



2. Llevar el control del número de enfermedades profesionales.
3. Investiga la causa de los accidentes.
4. Lleva el control del ausentismo del personal.

### **Encargado de sistemas de desastres**

1. Lleva el control de desastres industriales.
2. Lleva el control de desastres naturales.
3. Se encarga de programar los simulacros, comunicándoselo a los miembros de la brigada de emergencias para que lo ejecuten.
4. Debe mantenerse informado sobre desastres en otras plantas, analizando los errores cometidos para adquirir experiencia y evitar riesgos.

### **3.6.3 Motivación**

Haciendo uso de esta herramienta, la administración podrá alcanzar los objetivos y las metas trazadas, pues una forma de demostrarle a los empleados que son parte importante de la empresa y que al mismo tiempo ésta vela por su seguridad. La atmósfera laboral se verá beneficiada cuando todos los trabajadores se encuentren motivados, pues se mantendrán más alerta ante los riesgos potenciales y cooperarán con el comité de seguridad en la investigación de las causas de los accidentes.

Para crear una atmósfera laboral favorable no se necesita invertir demasiado, bastará con realizar las siguientes actividades motivacionales:

- Colocar en las carteleras de la empresa normas de seguridad, tratando que éstas llamen la atención de los trabajadores. Esto puede realizarse mediante dibujos o caricaturas para captar mejor la atención de las personas.

- Realizar dos veces por año un informe donde se expongan los accidentes ocurridos en ese lapso de tiempo, indicando si los riesgos fueron eliminados e incluyendo los créditos de los trabajadores que cooperaron en la búsqueda de soluciones para la erradicación de dichos riesgos.
- Felicitar públicamente a los trabajadores que han colaborado constantemente para llevar a cabo el programa para el manejo de sustancias peligrosas.
- Realizar conferencias en el transcurso de la jornada, ya sea magistrales o por video, donde se expongan temas relativos a la seguridad en el trabajo, formas correctas de utilizar el equipo de protección personal, primeros auxilios y utilización de extinguidores contra incendios, concluyendo dichas conferencias con un refrigerio.
- Invitar a los trabajadores a aportar ideas para mejorar el ambiente de trabajo y la seguridad e éste. Para ello deberá colocarse un buzón de sugerencias que deberá revisarse semanalmente.
- Premiar anualmente y en público a los trabajadores de las áreas con el menor número de accidentes de cualquier tipo, sufridos durante el año. Colocar sus nombres en las carteleras de información haciendo mención de por qué están siendo premiados.
- Invitar a los trabajadores tanto de planta como personal administrativo a pertenecer al comité de seguridad y brigada de emergencias, proporcionándoles la capacitación adecuada.

### **3.6.2 Capacitación**

Para que el programa de manejo de sustancias peligrosas sea implementado de una manera correcta y dé los resultados esperados, es vital que se capacite al personal tanto directivo como operativo en todos los aspectos que encierra este programa. La capacitación debe de brindar los lineamientos necesarios para la correcta interpretación de los procedimientos antes descritos y facilitar la implementación del programa.

#### **3.6.2.1 Capacitación de supervisores de área**

Una de las responsabilidades más importantes del supervisor en el programa del manejo de sustancias peligrosas, es el adiestramiento y supervisión continua para que los trabajadores bajo su dirección observen hábitos seguros de trabajo. Debe prestar atención siempre a trabajadores y tiene que promover en ellos la colaboración.

Para que la capacitación al supervisor sea efectiva se deben identificar de manera clara las funciones que debe tener dentro del programa, las funciones son las siguientes:

- a) Hacer que la seguridad sea parte constante y permanente de sus actividades cotidianas.
- b) Cada recorrido debe ser una inspección de seguridad.
- c) Buscar condiciones y prácticas inseguras que deben corregirse.
- d) Investigar todos los accidentes.
- e) Corregir todas las condiciones y prácticas inseguras.
- f) Acudir a la autoridad superior para que se emprendan acciones correspondientes fuera de su alcance.

Para que el supervisor logre la mayor eficacia en mantener condiciones seguras y participar en la capacitación a los trabajadores debe conocer:

- a) Cuál es el programa del manejo de sustancias peligrosas y la responsabilidad que tiene el cumplimiento de dicho programa.
- b) Quién debe capacitar a los trabajadores en materia de seguridad, primeros auxilios, protección y prevención contra incendios.
- c) La identificación de métodos seguros de trabajo para cada actividad.
- d) Qué dispositivo y equipo de protección personal tiene que usarse en cada actividad.
- e) Cuál es la relación que debe tener con el comité de seguridad.
- f) Qué hacer en casos de accidentes: primeros auxilios, solicitar ayuda médica y notificar a los parientes del accidentado.
- g) Qué informes son necesarios: inspección, accidentes, investigación del accidente y acciones correctivas.

### **3.6.2.2 Capacitación de los trabajadores**

Para que los trabajadores cumplan con sus responsabilidades de manera consciente deben ser capacitados; dentro de las responsabilidades de los trabajadores en el programa para el manejo de sustancias peligrosas se encuentran las siguientes:

- a) Observar todas las reglas de seguridad.
- b) Reportar condiciones inseguras.
- c) Reportar los conatos de accidente.
- d) Hacer sugerencias en materia de seguridad.
- e) Reportar todo accidente o lesión.

- f) Aceptar y ocupar puestos en la brigada de emergencias o comité de seguridad.
- g) Capacitar a los empleados nuevos.

Los temas a tratar en la capacitación de los trabajadores serán los siguientes:

- a) Uso de extinguidores.
- b) Equipo de protección personal.
- c) Organización de la brigada de emergencias y del comité de seguridad.
- d) Las sustancias peligrosas utilizadas en la planta de producción.

Para capacitar a los trabajadores en los temas anteriores, se deberá:

- a) Invitar a personas que tengan relación directa con los temas a tratar.
- b) Realizar la capacitación en los tres primeros tres meses de implementación del programa.
- c) Los períodos para cada conferencia serán de 35 minutos como máximo.
- d) Realizar tres conferencias por semana.
- e) Realizar las conferencias por grupos no menores de cinco personas ni mayores de diez.
- f) No interrumpir la producción al realizar estas actividades.
- g) Al finalizar cada conferencia pasar una evaluación sencilla del tema tratado, para conocer el grado de captación de los presentes.

### **3.6.2.3 Capacitación de los trabajadores en el puesto de trabajo**

Se debe de capacitar a los trabajadores para realizar sus tareas sin que ocurran accidentes, todo esto enfocado a tres factores:

- El equipo con que se opera
- Los materiales o sustancias que se usa
- El entorno en su área de trabajo

Es tarea del supervisor capacitar a los trabajadores por áreas, esta capacitación deberá ser detallada y enfocada en los tres factores anteriores. La capacitación estará dividida en cuatro pasos:

- a) Informar al trabajador cómo debe realizar su tarea.
- b) Hacer demostraciones al trabajador acerca de la tarea.
- c) Permitirle al trabajador realizar la tarea.
- d) Comprobar que el trabajador comprendió cómo realizar la tarea.

Las siguientes son razones de peso para volver a capacitar a un trabajador:

- a) Cuando se detecta que el trabajador no asimiló el conocimiento necesario.
- b) Cambios en el lugar de trabajo.
- c) Cambios en el equipo.
- d) Cambios de maquinaria.

#### **3.6.2.4 Capacitación en procedimientos de emergencias y primeros auxilios**

La capacitación debe enfocarse exclusivamente a la evacuación de los trabajadores en caso de incendio, fugas de gases tóxicos, terremoto y cualquier otra circunstancia física que amerite evacuar la planta de producción.

Uno de los objetivos de la capacitación en procedimientos de emergencia es que los empleados sin exceptuar, tengan conocimiento de las rutas de evacuación y los lugares en los que deben resguardarse mientras se controla la situación.

Para poder efectuar la capacitación, se harán simulacros de las circunstancias antes mencionadas, para poder evacuar las instalaciones siguiendo las rutas de evacuación. Los simulacros deberán realizarse cada seis meses como mínimo.

Actitudes que deben tomar los empleados en caso de evacuación:

- a) Conservar la calma
- b) Colaborar con los comités responsables de coordinar la actividad

En lo que se refiere a la capacitación sobre los primeros auxilios, los primeros en ser capacitados serán los miembros de la brigada de emergencias, para el efecto se solicitará la colaboración de un paramédico profesional. Una vez entrenado la brigada de emergencias, se procederá a capacitar por menos a dos trabajadores de cada área.

### **3.6.3 Inspecciones planificadas**

Únicamente a través de las inspecciones, es como se determina el estado en que se encuentran las instalaciones de la planta, y por medio de ellas se van a detectar los riesgos en las distintas áreas de trabajo.

Cada supervisor o encargado de área, además de verificar que el trabajo se realice correctamente, debe velar porque las condiciones del área bajo su responsabilidad sean seguras y se encuentren limpias.

Dentro del programa para el manejo de sustancias peligrosas se propone que exista un control de fugas, en donde debe de hacerse una inspección diaria por áreas, para así evitar accidentes y mantener cada área funcionando bajo condiciones óptimas de seguridad.

Estas inspecciones ayudarán a detectar de una manera más eficiente irregularidades en los equipos, ya que se mantendrá un constante monitoreo de las áreas de mayor peligro dentro de la planta de producción, logrando con esto, además de prevenir accidentes, eliminar paros en la producción que no estén planificados.

En una inspección se busca descubrir aquellas condiciones que contribuyan a un accidente y se corrigen, para preparar una inspección es necesario:

- a) Contar con un historial de accidentes ocurridos en los años anteriores.
- b) Elaborar cuadros y gráficos que indiquen el número de accidentes así como indicar la índole de las lesiones, órganos afectados y lo más importante determinar las causas.



Los peligros durante una inspección se clasifican en:

Peligro clase A: condición insegura o práctica insegura que provoca incapacidad permanente, pérdida de estructura, materiales y paro de labores.

Peligro clase B: causante de lesiones o enfermedades graves, puede provocar paros en una parte de la empresa.

Peligro clase C: puede causar daño a la propiedad y parar momentáneamente la empresa.

- **Inspecciones periódicas**

Estas se programan a intervalos regulares de tiempo que pueden ser: mensuales, semestrales, anuales y otros intervalos que se consideren adecuados. Se recomienda establecer inspecciones para la planta completa, incluyendo: terrenos, escaleras, suelos, azotea, orden y limpieza.

- **Inspecciones continuas**

Por lo general, ésta clase de inspecciones son realizadas por los empleados, dedicándole todo su tiempo a la observación de determinados equipos y operaciones especiales.

Teniendo cuidado de que ningún elemento entre a servicio sin verificarlo antes y comprobar que se encuentre en buenas condiciones.

- **Inspecciones intermitentes**

Este tipo de inspecciones se realizan en intervalos irregulares de tiempo y se efectúan en la mayoría de las plantas. Son realizadas sin previo aviso en departamentos, equipos o áreas de la empresa.

Con estas inspecciones se logra mantener al supervisor alerta en situaciones de riesgo, para que sean reportadas antes que el encargado de seguridad, comités de seguridad o por los trabajadores.



## **4. EVALUACIÓN CONTÍNUA**

La implementación del programa para el manejo de sustancias peligrosas no quedaría completa si no se realiza una evaluación de los resultados obtenidos después de adoptar los procedimientos descritos. La evaluación de resultados debe de colaborar con la retroalimentación del programa, a fin de detectar debilidades para poderlas corregir con el tiempo.

La evaluación del programa debe quedar debidamente documentada, además deben guardarse registros de dicha evaluación. Estos registros deben de estar siempre disponibles para su estudio y análisis.

### **4.1 Acciones**

Durante y después de la implementación del programa se debe realizar una investigación más a fondo de las causas de los accidentes con el objetivo de eliminar o reducir al máximo los factores que causan dichos riesgos. Se deben aplicar sanciones a las personas que falten con plena conciencia a los procedimientos de seguridad.

#### **4.1.1 Investigación de las causas de los accidentes**

Existen dos causas por las cuales suceden accidentes: condiciones físicas inseguras y actos o acciones inseguras. Con el tiempo se ha observado que en todos los casos de accidentes, éstos son causados por más de uno de los factores antes mencionados o una combinación de ambos.

Las condiciones físicas inseguras se refieren a aquellos factores que se presentan debido a defectos en la situación, mal diseño, errores de planificación, así como también la omisión de las normas esenciales de seguridad para mantener un ambiente físico libre de riesgos.

Se pueden catalogar como condiciones físicas poco seguras las siguientes:

- a) Protección inadecuada de los equipos o máquinas
- b) Equipo defectuoso (áspero, cortante, resbaloso, corroído, quebrado)
- c) Estructura o diseño de instalaciones poco seguras
- d) Procesos y operaciones riesgosas
- e) Distribución inadecuada de los espacios
- f) Iluminación inadecuada
- g) Ventilación inadecuada
- h) Carencia del equipo mínimo de protección personal

Los actos o acciones inseguras son tipos de conducta que generan accidentes. Es importante resaltar que no tiene caso investigar las razones de la conducta de la persona en cuestión. Lo importante para la investigación es la relación de los actos inseguros realizados por la persona.

Los actos o acciones inseguras se pueden clasificar de la manera siguiente:

- a) Realizar el trabajo sin utilizar los dispositivos de seguridad que los protegen contra las sustancias peligrosas.
- b) Realizar operaciones sin el consentimiento del supervisor o encargado.
- c) Uso inadecuado de las máquinas o del equipo.
- d) No seguir las normas de seguridad intencionalmente.
- e) No mantener orden y limpieza en el área de trabajo.

f) Los juegos, burlas, contiendas o insultos en el lugar de trabajo.

Si el análisis determina que el accidente fue causado por alguna o varias de las situaciones físicas o actos personales como se mencionó antes, facilitará en general una indicación sólida de quien tuvo la responsabilidad del suceso, y qué acción debe ser tomada para corregir la causa.

Una de las causas que ocurren con mayor frecuencia, es la falta de conocimiento de los trabajadores sobre las medidas básicas de seguridad; en la mayoría de los casos es porque hay puestos de trabajo que a menudo abandonan los trabajadores por razones personales, lo que conlleva al ingreso de nuevo personal.

Sin embargo, para poder decidir sobre medidas correctivas, se necesita información más detallada sobre las situaciones anteriormente mencionadas.

Es importante informar y analizar todos los casos en los que no se produjeron lesiones o los casos en que casi se producen, esto con la finalidad de prevenir que en próximas oportunidades propicien un accidente real.

#### **4.1.2 Eliminación de las causas de accidentes**

Una de las herramientas más eficaces para la eliminación de causas, es la programación de charlas; en estas se les explica a los trabajadores los beneficios que representa un programa para el manejo de sustancias peligrosas para la prevención de accidentes, esto con el afán de motivarlos y convencerlos de que ellos son los beneficiados directos de dicho programa.

Cabe mencionar que en dicho proceso, es evidente que se presentará resistencia al programa, esto quizá por trabajadores que llevan cierto tiempo en la planta, ya que considerarán que es un incremento en sus actividades normales; así como también la falta de conocimiento del programa, esto por parte de los trabajadores de más reciente ingreso a la planta, es por esto que se necesita incluir dentro del proceso de inducción información sobre las medidas de seguridad en las que debe colaborar el trabajador.

Independientemente de lo anterior, para eliminar causas, es necesario tomar en cuenta las siguientes acciones correctivas dentro de la planta:

- a) Mejorar mecanismos de trabajo.
- b) Mantener el orden y limpieza dentro de las áreas de trabajo y de tránsito.
- c) Proporcionar el equipo de protección personal y controlar el uso del mismo.
- d) Identificar las áreas de riesgo y peligro.
- e) Incentivar a quienes cumplan con las medidas de seguridad.
- f) Sancionar a quienes violen las normas de seguridad
- g) Planificar y organizar actividades de seguridad dentro de la planta de producción y en el área administrativa de la empresa.

#### **4.1.3 Sanciones**

No seguir de manera correcta el programa para el manejo de sustancias peligrosas, pone en peligro la integridad física del empleado que incumple con las normas y de las demás personas que se encuentran a su alrededor; además pone en peligro las instalaciones físicas de la planta.

El incumplimiento voluntario de alguna o varias de las normas del programa para el manejo de sustancias peligrosas dentro de la planta por algún empleado será sancionado.

La primera vez que se identifique a la persona violando el reglamento se le hará una llamada de atención verbal y por escrito, por parte del supervisor de área; si esta misma persona es sorprendida infringiendo nuevamente una norma de seguridad deberá ser sancionado de manera más enérgica por medio de otra llamada de atención verbal y por escrito, indicándole que si existe otra anomalía intencional, esta será causa de despido; si la misma persona comete otra falta esto ameritará el despido inmediato del trabajador.

#### **4.2 Evaluación de resultados**

La evaluación del programa se debe realizar para ver el grado de seguridad que se alcanzó cuando se tomen las medidas indicadas en el mismo. Para poder evaluar si el programa elaborado realmente sirve para reducir riesgos y accidentes dentro de la empresa, se debe realizar unas evaluaciones por áreas de trabajo, dichas evaluaciones se deben realizar por medio de encuestas.

En el área de producción se deben hacer preguntas acerca de los procedimientos presentados en el programa para el manejo de sustancias peligrosas, diferenciándose la encuesta en el área administrativa donde se deben realizar preguntas sobre el comportamiento de los trabajadores en la implementación del programa.

Se debe de tener un control estadístico de los resultados de las encuestas. Las preguntas deben de ser concretas, de preferencia que la posible respuesta se SI o NO, para poder tomar un porcentaje de dichas respuestas. Como



recomendación se presentan las siguientes preguntas para el área de producción:

1. ¿Ha recibido alguna capacitación sobre seguridad industrial?
2. ¿Cree usted que se ha mejorado el orden y la limpieza dentro de la planta?
3. ¿Usted ha participado en el orden y limpieza dentro de la planta?
4. ¿Ha sufrido algún tipo de accidente o lesión utilizando su equipo protección personal?
5. ¿Está interesado en pertenecer a uno de los comités de seguridad?
6. ¿Cree usted que las inspecciones diarias en las áreas de mayor peligro reducen la probabilidad de accidentes?
7. ¿Se le ha capacitado sobre qué hacer a la hora de presentarse una emergencia?
8. ¿Sabe qué hacer en caso de la fuga o derrame de alguna sustancia peligrosa?
9. ¿Sabe cómo utilizar los extinguidores cuando se presente una emergencia?
10. ¿Sabe qué primeros auxilios hay que aplicarle a una persona que estuvo en contacto directo con sustancias químicas peligrosas?

La encuesta a realizar en el área de administrativa se debe basar en el comportamiento de los trabajadores que la administración observa, así como también la percepción que tiene el área administrativa de los logros obtenidos con la implementación del programa de seguridad industrial, de esta forma se podrá evaluar los esfuerzos realizados por la administración hacia la implementación del programa. Las preguntas a realizar serán las siguientes:

1. ¿Considera usted una reducción notoria de lesiones y accidentes en la empresa con la implementación del programa para el manejo de sustancias peligrosas?
2. ¿Considera usted que hace falta llevar un control de las lesiones y accidentes ocurridos en la empresa y poder así determinar las causas?
3. ¿Considera usted que la falta de comunicación afecta los resultados del programa para el manejo de sustancias peligrosas?
4. ¿Considera usted que se están siguiendo las normas sobre utilización del equipo de protección personal dentro de la planta de producción?
5. ¿Cree usted que luego de implementado el programa, es necesario realizar inspecciones continuamente dentro de la empresa, para determinar nuevos riesgos?
6. ¿Considera usted que con la creación de los comités se han logrado mejores resultados en la implementación del programa?
7. ¿Considera usted que se está motivando a los empleados para que se integren y colaboren con el programa?
8. ¿El proceso de inducción para nuevos trabajadores contempla introducción al programa para el manejo de sustancias peligrosas?
9. ¿Cree que a los trabajadores se les está brindando capacitación sobre la implementación del programa?
10. ¿Considera usted que se han obtenido logros significativos sobre la seguridad, salud y bienestar de los trabajadores con la implementación del programa para el manejo de sustancias peligrosas?

### **4.3 Documentación**

La implementación del programa para el manejo de sustancias peligrosas debe estar respaldada por la disponibilidad de datos en relación con: los accidentes, las lesiones, las enfermedades ocupacionales que se han

detectado, estadística de accidentes en los lugares de mayor ocurrencia de accidentes, los cuales servirán para determinar los factores que necesitan ser corregidos.

Por lo tanto, es necesario, que el programa incluya los mecanismos para registrar y clasificar los hechos que tengan relación con las actividades dentro de la empresa en el caso de accidentes.

Los datos recabados deben ser utilizados para determinar el progreso logrado con la aplicación del programa; registrar los mecanismos de resolución de problemas, para analizar causas de problemas y determinar soluciones duraderas.

Es importante mantener observación constante de los factores causantes de los accidentes para evitar su reincidencia.

Lo anterior permitirá tratar cualquier problema complejo en el que una amplia gama de componentes deben ser identificados. Los mismos serán tratados en forma individual, pero es conveniente emplear un método sistematizado para agrupar los factores recurrentes y determinar tendencias.

Si resulta un número no muy grande de factores, éstos pueden ser agrupados en pequeños grupos, ya que esta forma permite aislar los elementos más numerosos, y hace posible concentrar y corregir los factores de mayor importancia eficazmente.

Para que la documentación o registro de accidentes sea efectivo y contribuya con el seguimiento del programa de una manera objetiva, debe de contar con los siguientes elementos:

- a) Informes de accidentes
- b) Diario de accidentes

#### **4.3.1 Informes de accidentes**

La aplicación del diario de informes es importante, ya que por medio de ellos se recaban datos de cualquier accidente ocurrido dentro de la planta de producción. Existen tres formas de obtener información acerca de los accidentes, una de ellas es por medio de los trabajadores, la cual nos proporciona detalles acerca de los mismos; otra es por medio de la oficina de personal de la empresa, ya que es la que traslada el expediente al Instituto de Seguridad Social; y por último el informe que tiene que tener en su archivo el comité de seguridad, que son los encargados de asistir en primera instancia a la persona que sufre cualquier accidente.

Los informes deben de contener la siguiente información:

- a) El departamento o área en el que trabaja la persona accidentada
- b) El tipo de lesión
- c) Gravedad de la lesión
- d) La sustancia, máquina o equipo que intervino en el accidente
- e) La causa que produjo el accidente

#### **Índice de frecuencia**

Es el número de lesiones con incapacidad por un millón de horas trabajadas.

$$IF = \frac{\text{(número de lesiones y enfermedades con incapacidad * 1, 000,000)}}{\text{número horas trabajador laboradas al año}}$$

El número de horas trabajador laboradas al año se calcula sobre todos los empleados de la planta de producción.

Al momento de calcular el número de lesiones incapacitantes, se debe tomar en cuenta que esto no es el número de accidentes. La tasa de frecuencia que se calcula aproximadamente anual es un indicativo confiable de la frecuencia en que las actividades se salieron de control, lo suficiente para ocasionar lesiones graves.

La información que se obtiene con los informes de accidentes es de vital importancia, ya que con ella, se logrará corregir los factores que contribuyeron a que ocurriera el accidente, también se utiliza para predecir los lugares con mayor riesgo e identifica lo que debe hacerse para su control. Los informes bien preparados y detallados de los accidentes se obtienen únicamente cuando son utilizados para la prevención y control.

Para operar el sistema de registro de accidentes se debe: recolectar los datos, ordenarlos y procesarlos para producir la información estadística que retroalimente al programa de seguridad.

#### **4.3.2 Diario de accidentes**

Es función del comité de seguridad elaborar los reportes de accidentes con o sin lesiones. Estos reportes serán enviados al Ingeniero de Seguridad Industrial quien es el encargado de llevar el diario de accidentes y de darle el seguimiento al programa para el manejo de sustancias peligrosas, quien con base en estos reportes elaborará estadísticas e informes semestrales para la gerencia, y así poder tomar las medidas de corrección respectivas.

## Índice de gravedad

Indica el número de días perdidos por lesiones incapacitantes (en la mayoría de los casos con pérdida de tiempo) por cada millón de horas laboradas por los trabajadores.

El tiempo perdido incluye, en primer término, el número de días calendario reales (también días festivos o cierres que se den en la planta) en los que la persona lesionada quedó imposibilitada para trabajar en casos de incapacidad total o parcial. En los días de trabajo perdidos no se cuenta un el día de la lesión ni el día en el que el trabajador regresa a sus actividades.

$$IG = \frac{\text{total de días de incapacidad} * 1,000,000}{\text{número horas trabajador laboradas al año}}$$

El número de horas trabajador laboradas se toma en base el número total de trabajadores de la planta de producción.



## CONCLUSIONES

1. El resultado del diagnóstico reveló que las áreas que presentan mayor peligro para los trabajadores dentro de la planta de producción son: el área de hidrogenado, el área de utilización del nitrógeno, la refinería química y el área de compresores que utilizan amoníaco como refrigerante; son estos lugares a los que hay que prestarles especial atención en materia de seguridad.
2. Las sustancias que representan un gran peligro para los trabajadores, por sus características físicas y grado de toxicidad son: el hidrógeno, el nitrógeno, la soda cáustica y el amoníaco. En base a estas sustancias se desarrollaron procedimientos de acuerdo a su peligrosidad, corrosividad y propiedades toxicológicas, para tratar de evitar cualquier accidente. No sólo se tomó en cuenta el resguardo de la integridad física de los trabajadores, sino que también la protección de las instalaciones físicas de la planta.
3. El área de hidrogenado, área de utilización del nitrógeno, la refinería química y el área de los compresores que utilizan amoníaco como refrigerante, dependiendo de las sustancias químicas que intervengan en sus procesos, deberán implementar las normas y procedimientos correspondientes a la manipulación, prevención de fugas, fugas e incendios, exposición personal y capacitación de trabajadores, sugeridos a lo largo del programa para el manejo de sustancias peligrosas, con el objeto de minimizar la probabilidad de ocurrencia de accidentes y enfermedades profesionales.



4. Las causas más comunes de los accidentes dentro de la planta son: falta de atención de los trabajadores al realizar determinada tarea, la inexperiencia, carencia de un instructivo para manejar sustancias peligrosas, desobediencia por parte de los trabajadores al no utilizar el equipo de protección personal, y falta de registros estadísticos de accidentes y lesiones.
  
5. El uso del equipo de protección personal que se sugiere en el Programa para el manejo de sustancias peligrosas, es de suma importancia, debido a lo peligroso que resultan estos químicos en su manipulación. Además, se debe capacitar a todos los empleados de la planta, con el fin de que el equipo protector se utilice en forma adecuada, pues si no utiliza correctamente dicho equipo, el trabajador estará expuesto a condiciones peligrosas y por consiguiente la probabilidad de ocurrencia de un accidente será mayor.
  
6. Las políticas y estrategias que deberán ser adoptadas por la administración para que el programa de seguridad marche de manera correcta son: darle participación a los operarios de la planta en la formación del comité de seguridad y la brigada de emergencias, y que cuenten con autorización para imponer prohibiciones, sanciones, sugerir exámenes médicos, mantenimiento a equipos, preparación de informes, etc., capacitando y adiestrando a todos los empleados sobre la manera de reaccionar en determinadas circunstancias.

## RECOMENDACIONES

1. Para la implementación del programa de seguridad industrial, es necesaria la participación de todas las personas que laboran en la planta, tanto de los supervisores como de los operarios, por lo que se recomienda mantener un buen canal de comunicación entre ambas partes para poder ejecutarlo correctamente.
2. No se debe descuidar la capacitación constante sobre métodos seguros de trabajo, utilización correcta del equipo de protección personal, uso de equipo contra incendios, etc., para todo el personal que labora en la planta, pues dicha capacitación puede ser la diferencia entre un lugar seguro de trabajo, y un lugar con alto riesgo de accidentes; además, la capacitación constante puede servir como un factor de motivación a los trabajadores. Dentro de la capacitación, también es recomendable realizar por lo menos dos veces al año simulacros de incendios, fugas de gas, sismos, etc.
3. Se debe contar con el equipo de protección personal adecuado, sin importar la inversión monetaria que se haga, ya que a la larga representa un ahorro, pues se evitarán accidentes que traen consigo muchos gastos directos e indirectos y al mismo tiempo se evitarán problemas legales por negligencia.
4. Es importante darles participación a los empleados, por medio de la aceptación de sugerencias, para que aporten ideas sobre las medidas de seguridad o planes de contingencia en los que se verán involucrados, ya que sin la participación de todos, el programa de seguridad dejaría de ser objetivo.

5. Para reducir al mínimo la ocurrencia de algún accidente, es vital que se haga parte del proceso de inducción, la capacitación e información de las medidas y normas de seguridad dentro de la empresa.
  
6. Crear conciencia en los trabajadores, que ellos son los más beneficiados en el uso del equipo de protección personal y en el cumplimiento de las normas de seguridad, para que todos formen parte de un gran equipo de trabajo, que vele por el cumplimiento del programa para el manejo de sustancias peligrosas.
  
7. Así como deben realizarse inspecciones planificadas, también se deben elaborar evaluaciones periódicas del funcionamiento del programa, con el fin de asegurarse de que se estén tomando en cuenta todas las medidas de seguridad planteadas en los procedimientos elaborados.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Alarcón Creus, José. **Tratado práctico de refrigeración**. México: Alfaomega, 2000. 461 pp.
2. Arreaga Fión, Heriberto. **Seguridad Industrial en una planta formuladora de productos químicos**. Tesis de Ingeniería Industrial. Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1996. 47 pp.
3. Asfahl, C. Ray. **Seguridad Industrial y Salud**. México: Prentice Hall, 2000. 472 pp.
4. Hackett, Robbins. **Manual de seguridad y primeros auxilios**. México: Alfaomega, 1994. 255 pp.
5. Lam Toking, Ana Liseth. **Procedimientos y técnicas para el manejo de sustancias químicas en un laboratorio químico industrial**. Tesis de Ingeniería Química. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1988. 140 pp.
6. Marks, Lionel S. **Manual del Ingeniero Mecánico v. 2**. México: McGraw-Hill, 1984. 300 pp.
7. Ochoa Zaldaña, Willy Estuardo. **Implementación de un programa de seguridad industrial en una planta dedicada a la elaboración de cloro y desinfectante en la ciudad capital**. Tesis de Ingeniería Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 100 pp.
8. Rojas Coyoy, Otto René. **Aspectos técnicos a considerar en el montaje, instalación y mantenimiento de compresores multi-cilíndricos de amoníaco**. Tesis de Ingeniería Mecánica. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002. 105 pp.



## **ANEXOS**









## ANEXO 2

**Tabla II. Ficha internacional de seguridad química I del nitrógeno**

### **NITRÓGENO (licuado)**

**ICSC: 1198**

<p>NITRÓGENO (licuado)                      Azoé                      (botella)  <math>N_2</math>                      Masa molecular: 28.01</p> <p>N° CAS 7727-37-9                      N° RTECS QW9700000                      N° ICSC 1198                      N° NU 1066</p>			
<b>TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICIÓN</b>	<b>PELIGROS/ SÍNTOMAS AGUDOS</b>	<b>PREVENCIÓN</b>	<b>PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS</b>
<b>INCENDIO</b>	No combustible.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
<b>EXPLOSIÓN</b>			En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua.
<b>EXPOSICIÓN</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• INHALACIÓN</li> </ul>	Debilidad, pérdida del conocimiento.	Ventilación, protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica. El oxígeno puede ser beneficioso, si es administrado por un experto.

• PIEL			
• OJOS			
• INGESTIÓN			
<b>DERRAMES Y FUGAS</b>	<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>ENVASADO Y ETIQUETADO</b>	
Ventilar. (Protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).	Mantener en lugar fresco y bien ventilado.	Clasificación de Peligros NU: 2.2	

Tabla III. Ficha internacional de seguridad química II del nitrógeno

## NITRÓGENO (licuado)


ICSC: 1198

<p style="text-align: center;">D A T O S I M P O R T A N T E S</p>	<p><b>ESTADO FÍSICO; ASPECTO</b> Gas comprimido incoloro, inodoro e insípido.</p> <p><b>PELIGROS FÍSICOS</b> El gas se mezcla fácilmente con el aire.</p> <p><b>PELIGROS QUÍMICOS</b> Reacciona en presencia de chispas con oxígeno e hidrógeno formando óxido nítrico y amoníaco. Se combina directamente con el litio y a elevadas temperaturas con el calcio, estroncio y bario para formar nitruros. Forma cianuros cuando se calienta intensamente con carbón en presencia de álcalis u óxidos de bario.</p> <p><b>LÍMITES DE EXPOSICIÓN</b> TLV no establecido. MAK: no establecido.</p>	<p><b>VIAS DE EXPOSICIÓN</b> La sustancia se puede absorber por inhalación.</p> <p><b>RIESGO DE INHALACIÓN</b> Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire. Al producirse pérdidas en zonas confinadas, éste gas puede originar asfixia por disminución del contenido de oxígeno del aire.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN</b></p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA</b></p>
<p><b>PROPIEDADES FÍSICAS</b></p>	<p>Punto de ebullición: -195.8 °C Punto de fusión: -210 °C</p>	<p>Solubilidad en agua: Ninguna Densidad relativa de vapor (aire = 1): 0.97</p>

Tabla IV. Ficha internacional de seguridad química I del hidróxido de sodio

**HIDRÓXIDO DE SODIO**

**ICSC: 0360**

<p>HIDRÓXIDO DE SODIO                  Hidróxido sódico                  Soda cáustica                  Soda                  NaOH</p> <p>Masa molecular: 40.0                  CAS: 1310-73-2                  RTECS: WB4900000                  ICSC: 0360                  NU: 1823                  CE: 011-002-00-6</p>	
--	--


TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICIÓN	PELIGROS/SÍNTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	LUCHA CONTRA INCENDIOS/ PRIMEROS AUXILIOS
<b>INCENDIO</b>	No combustible		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
<b>EXPOSICIÓN</b>		EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO EVITAR TODO CONTACTO	CONSULTAR AL MEDICO EN TODOS LOS CASOS
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Inhalación</b></li> </ul>	Corrosivo. Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semi-incorporado, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Piel</b></li> </ul>	Corrosivo. Enrojecimiento, graves quemaduras cutáneas, dolor.	Guantes protectores y traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse y proporcionar asistencia médica.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ojos</b></li> </ul>	Corrosivo. Enrojecimiento, dolor, visión borrosa, quemaduras profundas graves.	Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria, si se trata de polvo.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto, si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ingestión</b></li> </ul>	Corrosivo. Dolor abdominal, sensación de quemazón, diarrea, vómitos, colapso.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca, NO provocar el vómito, dar a beber agua abundante y proporcionar asistencia médica.
<b>DERRAMES Y FUGAS</b>	<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>ENVASADO Y ETIQUETADO</b>	
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente adecuado, eliminar el residuo con agua abundante.	Separado de ácidos fuertes, metales, alimentos y piensos y materiales combustibles. Mantener en lugar seco y bien cerrado	No transportar con alimentos y piensos. Clasificación de Peligros NU: 8 Grupo de Envasado NU: II	

Tabla V. Ficha internacional de seguridad química II del hidróxido de sodio

<b>HIDRÓXIDO DE SODIO</b>		<b>ICSC: 0360</b>
<b>D A T O S  I M P O R T A N T E S</b>	<p><b>ESTADO FÍSICO; ASPECTO</b> Sólido blanco, delicuescente en diversas formas e inodoro.</p> <p><b>PELIGROS QUÍMICOS</b> La sustancia es una base fuerte, reacciona violentamente con ácidos y es corrosiva en ambientes húmedos para metales tales como cinc, aluminio, estaño y plomo, originando hidrógeno (combustible y explosivo). Ataca a algunas formas de plástico, caucho y recubrimientos. Absorbe rápidamente dióxido de carbono y agua del aire. Puede generar calor en contacto con la humedad o el agua.</p> <p><b>LIMITES DE EXPOSICIÓN</b> TLV (como valor techo): 2 mg/m<sup>3</sup> (ACGIH 1993-1994).</p> <p><b>VIAS DE EXPOSICIÓN</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.</p>	<p><b>RIESGO DE INHALACIÓN</b> La evaporación a 20 °C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN</b> Corrosiva. La sustancia es muy corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosiva por ingestión. La inhalación del aerosol de la sustancia puede originar edema pulmonar.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA</b> El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.</p>
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	<p>Punto de ebullición: 1390 °C Punto de fusión: 318 °C Densidad relativa (agua = 1): 2.1 Solubilidad en agua, g/100 ml a 20 °C: 109 Presión de vapor, kPa a 739 °C: 0.13</p>	

**Tabla VI. Ficha internacional de seguridad química I del amoníaco**

			
<p><b>AMONÍACO (ANHIDRO)</b>                  Trihidruo de nitrógeno  <math>\text{NH}_3</math>                  Masa molecular: 17.03</p>			
<p>Nº CAS 7664-41-7                  Nº RTECS BO0875000                  Nº ICSC 0414                  Nº NU 1005                  Nº CE 007-001-00-5</p>			
<b>TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICIÓN</b>	<b>PELIGROS/ SÍNTOMAS AGUDOS</b>	<b>PREVENCIÓN</b>	<b>PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS</b>
<b>INCENDIO</b>	Extremadamente inflamable. Combustible en condiciones específicas. El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido.	Evitar llama abierta.	Cortar el suministro. Si no es posible y no existe riesgo para el entorno próximo, deje que el incendio se extinga por sí mismo; en otros casos se apaga con polvos, dióxido de carbono.
<b>EXPLOSIÓN</b>	Mezclas de amoníaco y aire originarán explosión si se encienden en condiciones inflamables.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosiones.	En caso de incendio: mantener fría la botella por pulverización con agua.
<b>EXPOSICIÓN</b>		EVITAR TODO CONTACTO	
<b>INHALACIÓN</b>	Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria. (Síntomas de efectos no inmediatos: véanse Notas).	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semi-incorporado y atención médica. Respiración artificial si estuviera indicado.
<b>PIEL</b>	EN CONTACTO CON LIQUIDO: CONGELACIÓN.	Guantes aislantes del frío, traje de protección.	EN CASO DE CONGELACIÓN: Aclarar con agua abundante. NO quitar la ropa y solicitar atención



			médica.
<b>OJOS</b>	Quemaduras profundas graves.	Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.


<b>DERRAMES Y FUGAS</b>	<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>ENVASADO Y ETIQUETADO</b>
Evacuar la zona de peligro; consultar a un experto; ventilación. Si las botellas tienen fugas: NO verter NUNCA chorros de agua sobre el líquido. Trasladar la botella a un lugar seguro a cielo abierto, cuando la fuga no pueda ser detenida. Si está en forma líquida dejar que se evapore. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio. Separado de oxidantes, ácidos, halógenos. Mantener en lugar frío. Ventilación a ras del suelo y techo.	 <p>Botellas con accesorios especiales.  símbolo T  símbolo N  R: 10-23-34-50  S: (1/2-)9-16-26-36/37/39-45-61  Clasificación de Peligros NU:  2.3  CE:</p>

Tabla VII. Ficha internacional de seguridad química II del amoníaco












## AMONÍACO (ANHIDRO)

ICSC: 0414

<p><b>D A T O S  I M P O R T A N T E S</b></p>	<p><b>ESTADO FISICO; ASPECTO</b> Gas licuado comprimido incoloro, de olor acre.</p> <p><b>PELIGROS FISICOS</b> El gas es más ligero que el aire. Difícil de encender. El líquido derramado tiene muy baja temperatura y se evapora rápidamente.</p> <p><b>PELIGROS QUIMICOS</b> Se forman compuestos inestables frente al choque con óxidos de mercurio, plata y oro. La sustancia es una base fuerte, reacciona violentamente con ácidos y es corrosiva (p.ej: Aluminio y zinc). Reacciona violentamente con oxidantes fuertes, halógenos e interhalógenos. Ataca el cobre, aluminio, cinc y sus aleaciones. Al disolverse en agua desprende calor.</p> <p><b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV (como TWA): 25 ppm; 17 mg/m<sup>3</sup>(ACGIH 1990-1991). TLV (como STEL): 35 ppm; 24 mg/m<sup>3</sup>(ACGIH 1990-1991).</p>	<p><b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación.</p> <p><b>RIESGO DE INHALACION</b> Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva en el aire.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> Corrosivo. Lacrimógeno. La sustancia es corrosiva de los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación de altas concentraciones puede originar edema pulmonar. La evaporación rápida del líquido puede producir congelación.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</b></p>
<p><b>PROPIEDADES FISICAS</b></p>	<p>Punto de ebullición: -33 °C Punto de fusión: -78 °C Densidad relativa (agua = 1): 0.68 at -33 °C Solubilidad en agua: Buena (34 g/100 ml at 20 °C) Presión de vapor, kPa a 26 °C: 1013</p>	<p>Densidad relativa de vapor (aire = 1): 0.59 Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20 °C (aire = 1): Temperatura de autoignición: 651 °C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 15-28</p>

### ANEXO 3

**Figura 18. Identificación del equipo de protección personal**

Símbolo	Equipo de Protección Personal
<b>A</b>	 Anteojos de Seguridad
<b>B</b>	 Anteojos de Seguridad Guantes
<b>C</b>	 Anteojos de Seguridad Guantes Delantal de Descarne
<b>D</b>	 Máscara de Protección Facial Guantes Delantal de Descarne
<b>E</b>	 Anteojos de Seguridad Guantes Semi-máscara
<b>F</b>	 Anteojos de Seguridad Guantes y semi-máscara Delantal de Descarne
<b>G</b>	 Anteojos de Seguridad Guantes Máscara de Respiración Especial
<b>H</b>	 Anteojos de Seguridad con protección lateral Guantes Delantal de Descarne Máscara de Respiración Especial
<b>I</b>	 Anteojos de Seguridad Guantes Máscara de Respiración Especial
<b>J</b>	 Anteojos de Seguridad con protección lateral Guantes Máscara de respiración especial
<b>K</b>	 Equipo Autónomo de Respiración Guantes y botas Equipo de Protección Personal Especial






**Figura 19. Equipo autónomo de respiración**





**Figura 20. Traje y equipo contra incendios**



Figura 21. Símbolos de sustancias peligrosas

	<p style="text-align: center;"><b>E</b> EXPLOSIVO</p>	<p><b>Clasificación:</b> Sustancias y preparaciones que reaccionan exotérmicamente también sin oxígeno y que detonan según condiciones de ensayo fijadas, pueden explotar al calentar bajo inclusión parcial.</p> <p><b>Precaución:</b> Evitar el choque, Percusión, Fricción, formación de chispas, fuego y acción del calor.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>F</b> FÁCILMENTE INFLAMABLE</p>	<p><b>Clasificación:</b> Líquidos con un punto de inflamación inferior a 21°C, pero que NO son altamente inflamables. Sustancias sólidas y preparaciones que por acción breve de una fuente de inflamación pueden inflamarse fácilmente y luego pueden continuar quemándose o permanecer incandescentes.</p> <p><b>Precaución:</b> Mantener lejos de llamas abiertas, chispas y fuentes de calor.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>F+</b> Extremadamente inflamable</p>	<p><b>Clasificación:</b> Líquidos con un punto de inflamación inferior a 0°C y un punto de ebullición de máximo de 35°C. Gases y mezclas de gases, que a presión normal y a temperatura usual son inflamables en el aire.</p> <p><b>Precaución:</b> Mantener lejos de llamas abiertas, chispas y fuentes de calor.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>C</b> Corrosivo</p>	<p><b>Clasificación:</b> Destrucción del tejido cutáneo en todo su espesor en el caso de piel sana, intacta.</p> <p><b>Precaución:</b> Mediante medidas protectoras especiales evitar el contacto con los ojos, piel y indumentaria. NO inhalar los vapores. En caso de accidente o malestar consultar inmediatamente al médico.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>T</b> Tóxico</p>	<p><b>Clasificación:</b> La inhalación y la ingestión o absorción cutánea en pequeña cantidad, pueden conducir a daños para la salud de magnitud considerable, eventualmente con consecuencias mortales.</p> <p><b>Precaución:</b> evitar cualquier contacto con el cuerpo humano. En caso de malestar consultar inmediatamente al médico. En caso de manipulación de estas sustancias deben establecerse procedimientos especiales.</p>

	<p style="text-align: center;"><b>T+</b> Muy Tóxico</p>	<p><b>Clasificación:</b> La inhalación y la ingestión o absorción cutánea en MUY pequeña cantidad, pueden conducir a daños de considerable magnitud para la salud, posiblemente con consecuencias mortales. <b>Precaución:</b> Evitar cualquier contacto con el cuerpo humano , en caso de malestar consultar inmediatamente al médico!.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>O</b> Comburente</p>	<p><b>Clasificación: (Peróxidos orgánicos).</b> Sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, producen reacción fuertemente exotérmica. <b>Precaución:</b> Evitar todo contacto con sustancias combustibles. <b>Peligro de inflamación:</b> Pueden favorecer los incendios comenzados y dificultar su extinción.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Xn</b> Nocivo</p>	<p><b>Clasificación:</b> La inhalación, la ingestión o la absorción cutánea pueden provocar daños para la salud agudos o crónicos. Peligros para la reproducción, peligro de sensibilización por inhalación, en clasificación con R42. <b>Precaución:</b> evitar el contacto con el cuerpo humano.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Xi</b> Irritante</p>	<p><b>Clasificación:</b> Sin ser corrosivas, pueden producir inflamaciones en caso de contacto breve, prolongado o repetido con la piel o en mucosas. Peligro de sensibilización en caso de contacto con la piel. Clasificación con R43. <b>Precaución:</b> Evitar el contacto con ojos y piel; no inhalar vapores.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>N</b> Peligro para el medio ambiente</p>	<p><b>Clasificación:</b> En el caso de ser liberado en el medio acuático y no acuático puede producirse un daño del ecosistema por cambio del equilibrio natural, inmediatamente o con posterioridad. Ciertas sustancias o sus productos de transformación pueden alterar simultáneamente diversos compartimentos. <b>Precaución:</b> Según sea el potencial de peligro, no dejar que alcancen la canalización, en el suelo o el medio ambiente. Observar las prescripciones de eliminación de residuos especiales.</p>