

**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS INSTITUCIONALES

**DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS
URBANOS DEL GOBIERNO DEL DISTRITO
FEDERAL**

SEGURIDAD E HIGIENE EN EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Del 27 de Noviembre al 01 de Diciembre de 2000

APUNTES GENERALES

**Ing. Martiniano Aguilar Rodríguez
Gobierno del Distrito Federal
Noviembre-Diciembre/ 2 0 0 0**

SEGURIDAD E HIGIENE (S Y H) EN EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

1. DEFINICION Y CLASIFICACION.
2. MARCO LEGAL.
3. CARACTERISTICAS DE LAS SUSTANCIAS
4. LOS RIESGOS.
5. ORGANIZACIÓN DE LA S Y H.
6. SISTEMA DE SEÑALIZACION.
7. CONCEPTOS BASICOS DE SEGURIDAD.
8. CONCEPTOS BASICOS DE HIGIENE.
9. VALORACION Y CONTROL DE AGENTES FISICOS.
10. VALORACION Y CONTROL DE AGENTES QUIMICOS Y BIOLOGICOS.
11. ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y MANEJO.
12. LAS NOM'S DE LA STPS.

I. MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS (MRP)

1. DISPOSICIONES LEGALES

1.1 Definiciones

La LGEEPA establece las siguientes definiciones de materiales y residuos peligrosos (MRP)

Material peligroso. "Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un Riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas".

Residuo "Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó"

Residuos peligrosos. "Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente".

La identificación de materiales y residuos peligrosos se establece de acuerdo a la NOM-052-ECOL-93 y análisis CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico-infeccioso), como se muestra en la Fig. IV-1.

Las características de los materiales y residuos peligrosos, están en función del análisis CRETIB, que se muestran en la Tabla IV-1.

1.2 Reglamentación

El manejo de los MRP está regulado por lo siguiente:

- LGEEPA
- Reglamento de MRP
- NOM ecológicas emitidas por la SEMARNAP que controla y regula el manejo de las MRP

FIG. IV-1.- IDENTIFICACION DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS
(NOM-052-ECOL-93)

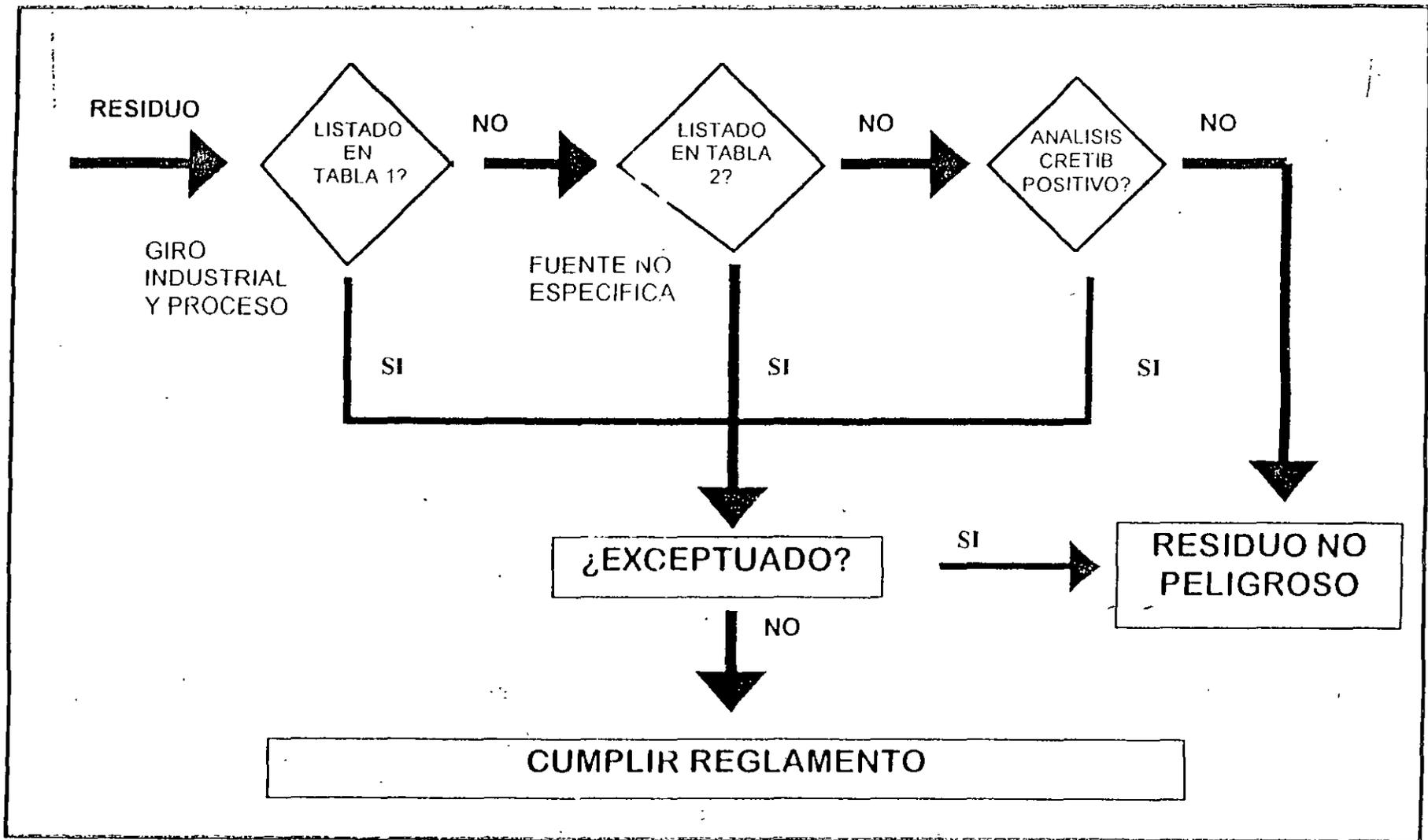


TABLA IV-1.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS
(NOM-052-ECOL-93)

Corrosivo:	En estado líquido su $\text{PH} < 2$ y $> = 12.5$
Reactivo:	A 25°C y 1 Atm., se combina o polimeriza violentamente sin detonación. Forma gases, humos o vapores al contacto con el agua, en proporción residuo-agua 5:1, 5:3 y 5:5.
Explosivo:	Puede detonar a 25°C y 1 Kg./cm.2 de presión. Coeficiente de explosividad \geq Dinitrobenceno.
Tóxico:	Cuando los lixiviados superan las concentraciones indicadas en el listado 1.
Inflamable:	Contiene + 24% de alcohol en volumen. Líquido con un punto de inflamación $< 60^\circ \text{C}$ No es líquido pero puede encenderse por fricción.
Biológico infeccioso:	Efectos nocivos en los seres vivos.

La regulación del manejo de los materiales y residuos peligrosos, incluye las siguientes actividades:

- Uso
- Recolección
- Almacenamiento
- Transporte
- Reuso
- Reciclaje
- Tratamiento
- Disposición final.

El reglamento y las NOM en materiales y residuos peligrosos establecen, entre otras cosas, lo siguiente:

- Criterios y listados para su clasificación.
- Identificación por su grado de peligrosidad, en función de sus características y volúmenes.
- Requisitos para etiquetado y envasado.
- Evaluación del riesgo.
- Obligación de informar sobre contingencias y accidentes, que puedan generarse por su manejo, especialmente de sustancias químicas.
- Mecanismos y procedimientos, para el manejo eficiente ambiental y económico, incluyendo su utilización en proceso distinto al generador.

La política de residuos peligrosos de la LGEEPA, busca principalmente lo siguiente:

- Proteger la salud pública y los ecosistemas, mediante la prevención de su generación.
- Fomentar la minimización, reciclaje y recuperación de materiales secundarios o de energía.
- Promoción de inversiones en infraestructura para su manejo y disposición.
- Integrar cadenas productivas, en donde los generadores se responsabilicen de su manejo adecuado.
- Generar nuevas ramas de actividad económica y oportunidades de empleo.
- Hacer más eficiente la gestión administrativa y evitar la duplicidad de trámites.
- Hacer más eficaces los controles sobre quienes prestan servicios de almacenamiento, transporte, tratamiento, etc.

La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos (RP), es del generador de ellos; cuando se utilicen contratistas, éste será responsable de las operaciones. Así mismo, deberán avisar a la SEMARNAP sobre RP, quienes los:

- Generen
- Rehusen
- Reciclen

La autorización para confinamiento de RP, siempre que no estén en estado líquido, solo se concede cuando no sea técnica y económicamente factible su:

- Reuso
- Reciclamiento
- Destrucción (térmica, físico-química)

También se requiere autorización previa de la SEMARNAP en materia de RP para:

- Prestación de servicios a terceros para: recolección, almacenamiento, transporte, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final.
- Instalación y operación para: tratamiento o disposición final y reciclaje (incineración), para recuperación de energía.
- Instalación y operación por parte del generador fuera de su instalación, para sistemas de: reuso, reciclaje y disposición final.

La transportación a un predio distinto al de generación, debe hacerse de acuerdo con la NOM-SCT de Transporte terrestre de residuos peligrosos. Cuando es dentro del mismo predio, pero a un proceso distinto al de generación, el control interno es por la empresa responsable para:

- Uso
- Tratamiento
- Reciclado

Cuando por la generación, manejo y disposición final de RP se produzca contaminación del suelo, el responsable debe recuperar y restablecer las condiciones, para actividades en programas de desarrollo urbano o de orden ecológico.

1.3 Importación y Exportación (I&E) de RP

Las restricciones para I&E de RP, las establece el ejecutivo federal y la ley de Comercio Exterior

La SEMARNAP, es la entidad para control y vigilancia ecológica de I&E de RP, considerando medidas de seguridad y la ley aduanera.

Se concede autorización de I&E de RP, cuando su uso este conforme a Leyes, Reglamentos, NOM y disposiciones vigentes, para:

- Tratamiento
- Reciclaje
- Reuso
- La exportación, solo con consentimiento expreso del país receptor.

No se concede autorización de I&E de RP, para los siguientes casos:

- Disposición final
- Simple depósito
- Almacenamiento
- Uso o fabricación no permitida en el país elaborador

No se concede autorización de tránsito de RP, en los siguientes casos:

- No satisfacción de especificación de uso o consumo, conforme a su elaboración.
- Uso o consumo prohibido o restringido en el país destinatario
- Venga de un país extranjero para un tercer país.

Se concede autorización de importación temporal de materia prima, incluyendo los regulados en el artículo 85 de la ley aduanera, bajo la condición de regresarse al país de origen, para lo siguiente:

- Producción
- Transformación
- Elaboración
- Reparación

La autorización se concede, siempre que se garantice: el cumplimiento de la LGEEPA y disposiciones aplicables, y la reparación de daños y perjuicios en el país y en el extranjero.

No se autoriza la exportación de RP en los siguientes casos:

- Se contemple reincorporación a territorio nacional.
- No exista consentimiento expreso del país receptor.
- El país destinatario exija reciprocidad.
- Implique incumplimiento de compromisos por parte de México

2. MARCO LEGAL.

ATRIBUCIONES EN MATERIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE SUSTANCIAS PELIGROSAS.

La gestión de las sustancias peligrosas, involucra a diferentes dependencias del gobierno, además de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). La forma en que se distribuyen las competencias en la materia, aparece resumida en las siguientes secciones.

Este órgano de coordinación fue creado en 1987 con objeto de facilitar la gestión de los productos químicos, a los que alude su nombre, en los aspectos relativos a la importación, exportación y registro, ante la perspectiva de la apertura comercial. En la sección 3.1 se resumen las atribuciones de la Cicoplafest, la cual está conformada en la actualidad por las secretarías de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), de Salud (SSA), de Agricultura, Ganadería y Desarrollo rural (Sagar), de Comercio y Fomento Industrial (Secofi), y de Comunicaciones y Transportes (SCT).

Con el objeto de lograr el mismo nivel de coordinación entre las autoridades con competencia en la materia, en cada una de las entidades federativas la Cicoplafest promovió la creación de Comités Estatales de Plaguicidas, Fertilizantes y sustancias Tóxicas (Coesplafest).

3.1 Atribuciones de la SEMARNAP.

- Fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales.
- Vigilar y estimular el cumplimiento de las leyes, normas oficiales mexicanas y programas de su competencia e imponer las sanciones procedentes.

- Fomentar la aplicación de tecnologías, equipos y procesos que reduzcan las emisiones y descargas contaminantes provenientes de cualquier tipo de fuente.
 - Regular y controlar la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente.
 - Regular las actividades relacionadas con la exploración, explotación y beneficio de minerales, sustancias y demás recursos del subsuelo.
 - Regular y controlar las actividades consideradas como altamente riesgosas.
- (Artículo 5 de la LGEEPA y 32bis de la LOAPF)

3.3.1. Instituto Nacional de Ecología.

- Formular, conducir y evaluar la política nacional en materia de ecología y protección del medio ambiente.
- Formular y conducir la política general en materia de residuos peligrosos y riesgo ambiental.
- Evaluar, dictaminar y resolver sobre los estudios de riesgo ambiental y dictaminar los programas de contingencia ambiental.
- Otorgar permisos, concesiones, autorizaciones, licencias, dictámenes, resoluciones, constancias y registros de su competencia.
- Elaborar, promover y difundir tecnologías sobre la calidad ambiental de los procesos productivos.

(Artículo 54, Reglamento Interior de la Semarnap).

3.1.2. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

- Vigilar el cumplimiento de la ley.
- Imponer medidas técnicas y de seguridad y sanciones de su competencia.
- Emitir resoluciones, recomendaciones y dictámenes técnicos.

- Realizar auditorías y peritajes ambientales de actividades que por su naturaleza constituyan un riesgo para el ambiente y de la explotación, almacenamiento, transporte, producción, transformación, comercialización, uso y disposición de desechos y compuestos.

(Artículo 62, Reglamento Interior de la Semarnap).

3.1.3. Comisión Nacional del Agua.

- Establecer y vigilar las condiciones particulares de descarga de las aguas residuales.
- Promover medidas para evitar que residuos, materiales y sustancias tóxicas producto de las plantas de tratamiento contaminen aguas superficiales y el subsuelo.
- Promover, ejecutar y operar los servicios para la preservación, conservación y mejoramiento de la calidad del agua.

(Artículo 40 y 42, Reglamento Interior de la Semarnap).

3.2. Atribuciones de la Secretaría de Salud.

- Poner en práctica medidas tendientes a conservar la salud y la vida de los trabajadores del campo y de la ciudad.
- Actuar como autoridad sanitaria y ejercer sus facultades en materia de salubridad general
- Vigilar el cumplimiento de la Ley General de Salud, sus reglamentos y demás disposiciones aplicables y ejercer la acción extraordinaria en materia de salubridad general

(Artículo 39, LOAPF).

3.2.1. Dirección General de Salud Ambiental.

- Ejercer el control y vigilancia sanitaria de los establecimientos que manejen agentes tóxicos o peligrosos que representan un riesgo para la salud.
- Expedir, revalidar o revocar las autorizaciones sanitarias respecto del proceso, importación, exportación y disposición final de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas o peligrosas para la salud.
- Establecer la clasificación y características de los plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas.

(Artículo 25, Reglamento Interior de la Ssa).

3.2.2. Dirección General de Medicina Preventiva.

- Promover y apoyar la política nacional de prevención y control de enfermedades y riesgos a la salud.
- Establecer las bases técnicas, asesorar, supervisar y controlar los programas y acciones de prevención y control de enfermedades y riesgos a la salud.
- Apoyar el saneamiento básico y ocupacional.

(Artículo 25, Reglamento Interior de la Ssa).

3.2.3. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios.

- Ejercer el control y vigilancia sanitaria, imponer sanciones y aplicar medidas de seguridad de las actividades, productos, establecimientos, equipos y servicios vinculados con el proceso, importación, exportación de alimentos, bebidas alcohólicas y no alcohólicas, productos de perfumería, belleza y aseo, tabaco, así como las materias primas y aditivos que intervengan en su elaboración.

- Elaborar y expedir NOM y determinar las especificaciones sanitarias del proceso, importación, exportación, instalaciones, servicios y equipos relacionados con los productos arriba mencionados.

(Artículo 13, Reglamento Interior de la Ssa).

3.3. Atribuciones de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

- Vigilar la observación y aplicación de la Ley Federal del Trabajo y sus reglamentos.
- Estudiar y ordenar las medidas de seguridad e higiene industriales para la protección de los trabajadores y vigilar su cumplimiento.

(Artículo 40, LOAPF).

3.3.1. Dirección General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

- Proponer adecuaciones a la regulación sobre seguridad e higiene:
- Promover la mejora de las condiciones físicas y ambientales en que se desempeña el trabajo.
- Promover la organización, registro y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene.
- Promover en las empresas el desarrollo de los servicios preventivos de seguridad e higiene, proporcionar asesorías y promover la capacitación de los especialistas y técnicos.
- Elaborar, organizar, desarrollar y evaluar programas y campañas de seguridad e higiene en el trabajo, mejoramiento del ambiente laboral y prevención de accidentes en el trabajo a nivel local, regional o nacional
- Realizar investigaciones y estudios para adecuar las tablas de enfermedades del trabajo y adecuar o expedir NOM relativas a agentes físicos y químicos.

(Artículo 22, Reglamento Interior de la STPS).

3.3.2. Dirección General de Inspección Federal del Trabajo.

- Vigilar el cumplimiento de las normas de trabajo contenidas en la constitución, tratados, y acuerdos internacionales, la LFT y sus reglamentos, reglas oficiales mexicanas, instructivos, convenios, acuerdos y contratos de trabajo.
- Programar, ordenar, y practicar las inspecciones.
- Vigilar el funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene.
- Señalar los plazos en que deben cumplirse las medidas de seguridad e higiene contenidas en las actas de inspección.
- Asesorar a trabajadores y patrones sobre la manera más efectiva de cumplir, las normas de trabajo.

(Artículo 21, Reglamento Interior de la STPS).

3.4. Atribuciones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

- Formular, conducir y evaluar la política general de desarrollo rural.
- Fomentar los programas y elaborar las NOM de sanidad vegetal y animal.
- Atender, coordinar, supervisar y evaluar las campañas de sanidad.
- Promover, coordinar y supervisar las actividades y servicios fitosanitarios.
- Dictaminar los límites máximos de residuos de plaguicidas.
- Dictaminar la efectividad biológica de los plaguicidas.

(Artículo 35, LOAPF y Artículo 7 de la Ley Federal de Sanidad Vegetal).

3.4.1. Comisión Nacional de Sanidad y Agropecuaria.

- Establecer y expedir permisos, licencias, certificados, dictámenes y cualquier otro instrumento de regulación fitosanitaria.

- Normar, en coordinación con las dependencias competentes, la expedición de documentos para el registro e importación de plaguicidas de uso agrícola, así como normar y supervisar su uso.
- Normar y regular la importación y movilización de productos químicos agropecuarios.
- Aprobar a los profesionistas fitozoosanitarios.
- Elaborar en colaboración con las dependencias competentes, los proyectos de normas oficiales para la aplicación de plaguicidas.
- Fomentar los programas de sanidad agropecuaria.
- Atender, coordinar, supervisar y evaluar las campañas de sanidad.

(Artículo 47, Reglamento Interior de la SAGDR).

3.5. Atribuciones de otras dependencias federales.

3.5.1. Secretaría de Comercio y fomento Industrial.

- Formular y conducir la política general de industria y de comercio exterior.
- Regular y orientar las transferencias de tecnología y la modernización tecnológica de la industria.
- Promover y autorizar los registros nacionales de parques y zonas industriales.
- Estudiar, proyectar, establecer y modificar medidas de regulación y restricción no arancelaria a la exportación, importación, circulación y tránsito de mercancías.
- Expedir las disposiciones de carácter administrativo para el cumplimiento de los tratados y convenios internacionales en materia comercial de los que México sea parte

(Artículo 34 de la LOAPF; Artículos 21 y 25 del Reglamento Interior de la Secofi; 5 de la Ley de Comercio Exterior).

3.5.2. Secretaría de la Defensa Nacional.

- Fabricar y controlar las armas de fuego y explosivos destinados al Ejército y fuerza Aérea.
- Concentrar y almacenar las armas de fuego y explosivos que incauta conforme a lo establecido por la Ley de Armas de fuego y Explosivos (LFAFE).
- Controlar y vigilar las actividades y operaciones industriales y comerciales que se realicen con armas, municiones, explosivos, artificios y sustancias químicas.

(Artículo 1 de la Ley Orgánica del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos y Artículo 37 de la LFAFE).

3.5.3. Secretaria de Comunicaciones y Transportes.

- Realizar la vigilancia técnica del funcionamiento y operación de los ferrocarriles.
- Planear, formular y conducir las políticas y programas para el desarrollo de los servicios de autotransporte federal y sus servicios auxiliares.
- Regular el autotransporte de materiales, residuos, remanentes y desechos peligrosos que circulan en vías generales de comunicación.

(Artículo 36, LOAPF; Artículos 5 y 50 de la Ley de Cominos, Puentes y Autotransporte Federal).

3.6. Atribuciones de la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas.

- Resolución de solicitudes de registro y otorgamiento de autorizaciones para la elaboración, fabricación, formulación, Mezclado, acondicionamiento,

envasado, manipulación, transporte, distribución, aplicación, almacenamiento, comercialización, tenencia, uso y disposición final de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas.

- Revisión de las tarifas arancelarias.
- Promoción de la elaboración y expedición de nom y normas técnicas.
- Promoción de la normalización de la información contenida en envases y empaques.
- Prohibición y/o restricción de la elaboración y uso de plaguicidas que pueden provocar riesgos o índices no aceptables de contaminación.
- Adecuación de las disposiciones jurídicas.
- Promoción del establecimiento de límites máximos de residuos.
- Propone el retiro o cancelación del registro.

(Artículo 2, Reglamento Interior de la Cicoplafest).

3.7. Otros órganos de coordinación.

Otros órganos de coordinación que involucran a la gestión directa o indirecta de sustancias peligrosas, son:

- La Comisión para la Prevención y el Control de la Contaminación Ambiental en la Zona Metropolitana del Valle de México, orientada en particular a la contaminación atmosférica y que coordina a los Gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México, así como al Instituto Nacional de Ecología
- El Consejo de Salubridad General, órgano suprasecretarial que depende del Presidente de la República, y que debe intervenir en la producción y venta de sustancias tóxicas, así como en la prevención de los efectos nocivos de la contaminación ambiental sobre la salud
- El Grupo Nacional Coordinador del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), destinado a integrar dicho registro multimedios, que

se constituirá en una herramienta esencial para la gestión de sustancias tóxicas de atención prioritaria.

Asimismo, existen seis cuerpos colegiados que realizan actividades relativas a la gestión de sustancias químicas.

- La Comisión consultiva Nacional de Seguridad e Higiene.
- El Comité de Análisis y aprobación de los Programas para la Prevención de Accidentes (que involucran sustancias peligrosas).
- Los Consejos de Cuenca.
- La Comisión técnica Consultiva de Vías Generales de Comunicación.
- La Comisión de Comercio Exterior.

A manera de resumen, en el cuadro 44, se indica en que fase del ciclo de vida de las sustancias incide cada una de las autoridades responsables de su gestión.

Cuadro 44. Marco institucional de la regulación y control de sustancias químicas.

Sustancias	Fertilizantes	Plaguicidas	Sustancias industriales	Sustancias tóxicas	Minerales e hidrocarburos	Fármacos	Aditivos y alimentos	Explosivos
Importación y exportación	Semarnap/ SAGDR / Ssa / Secofi / SHCP	SAGDR / Ssa / Semarnap / Secofi / SHCP	Secofi / SHCP	Semarnap / Ssa / Secofi / SHCP	Secofi / SHCP	Ssa / Secofi / SHCP	Ssa / Secofi / SHCP	Ssa / Secofi / SHCP
Registro	Ssa	Ssa		Ssa	Secofi	Ssa	Ssa	Ssa
Extracción					Secofi / SE			
Proceso y uso	Semarnap / Ssa / SAGDR / STPS	Semarnap / Ssa / SAGDR / STPS	Semarnap / Ssa / Secofi / STPS	Semarnap / Ssa / STPS	SE / Secofi / STPS / Semarnap	Ssa / STPS	Ssa / STPS	Sedena / STPS
Almacenamiento	Ssa / SCT / STPS	Ssa / SCT / STPS	SCT / STPS	Ssa / SCT / STPS	SE / STPS / SCT	Ssa / SCT / STPS	Ssa / SCT / STPS	Sedena / STPS
Transporte	Ssa / SCT / STPS	Ssa / SCT / STPS	SCT / STPS	STC / Ssa / STPS	SE / STPS / SCT / Secofi	SCT	SCT	Sedena / SCT / STPS
Comercialización	SAGDR / Secofi / Ssa	SAGDR / Secofi / Ssa	Secofi	Secofi / Ssa	Secofi	Secofi	Secofi	Sedena
Emisiones de aire Descargas al agua	Semarnap / Ssa / Sedemar	Semarnap / Ssa / Sedemar	Semarnap / Ssa / Sedemar	Semarnap / Ssa / Sedemar	Semarnap / Ssa / Sedemar	Semarnap / Ssa / Sedemar	Semarnap / Ssa / Sedemar	Semarnap / Ssa / Sedemar
Residuos peligrosos	Semarnap / Ssa / STC	Semarnap / Ssa / STC	Semarnap / Ssa / Secofi / SCT	Semarnap / SCT / Ssa	Semarnap / Ssa SCT	Semarnap / Ssa / SCT	Semarnap / Ssa SCT	Semarnap / SCT
Ambiente laboral	STPS / Ssa	STPS / Ssa	STPS / Ssa	STPS / Ssa	STPS / Ssa	STPS / Ssa	STPS / Ssa	STPS
Salud ocupacional	Ssa / STPS	Ssa / STPS	Ssa / STPS	Ssa / STPS	Ssa	Ssa / STPS	Ssa / STPS	Ssa / STPS
Salud ambiental	Ssa	Ssa	Ssa	Ssa	Ssa	Ssa	Ssa	Ssa
Saneamiento e impacto ambiental	Semarnap / SAGDR	Semarnap / SAGDR	Semarnap	Semarnap	Semarnap	Semarnap	Semarnap	Semarnap

Programa de gestión ambiental de sustancias tóxicas de atención prioritaria

Semarnap= Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca; Ssa= Secretaría de Salud; SAGDR= Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural; Secofi= Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; SHCP= Secretaría de Hacienda y Crédito Público; SCT= Secretaría de Comunicaciones y Transportes; Sedena= Secretaría de la Defensa Nacional; SE= Secretaría de Energía; STPS= Secretaría del Trabajo y Previsión Social; Sedemar= Secretaría de Marina

3.0 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS Y SU IMPORTANCIA

PROPIEDADES FÍSICAS

Las propiedades físicas son propiedades que la identifican sin producir un cambio en la composición de la sustancias.

1. Presión de vapor:

Es la presión ejercida por un vapor saturado por encima de su propio líquido en un recipiente cerrado, en 760 milímetros de mercurio a 21 grados centígrados (a menos que se indique otra cosa). Cuanto menor sea el punto de ebullición de un líquido, mayor es la presión de vapor

2. Densidad relativa ($H_2O=1$):

Es la relación de masa de un volumen de material y en la masa de un volumen igual de agua. Es decir, que, tan denso (pesado) es el material en comparación con el agua. Para materiales insolubles, la relación de menos de uno significa que el material es más liviano que el agua y flota en la superficie. Si la relación es más de uno, el material insoluble se

va a hundir La mayoría de los líquidos inflamables son más livianos que el agua

3. Densidad de vapor (Aire=1):

Es la masa de un gas o vapor comparado con un volumen igual de aire. Se considera al aire igual a 1.0. Una cifra mayor de 1.0 indica un vapor o gas más pesado que el aire o viceversa. *Los vapores concentrados que son más pesados que el aire se pueden acumular en lugares bajos como pisos, alcantarillas, pozos de ascensores, etc.*

4. Solubilidad en agua:

La solubilidad de un producto por peso en agua a temperatura ambiente, la mayoría de los solventes se prueban a 15.5 °C (60 °F), se expresa como gramos de soluto disuelto en 100% de agua o con los términos siguientes:

Insignificante	menos de 0,1 %
Ligera	0,1 a 1%
Moderada	1,1 a 10%
Considerable	mas del 10%
Completa	100%

La información sobre la solubilidad es útil para determinar los métodos efectivos de extinción de incendios y los procedimientos de limpieza de derrames.

Las características de solubilidad de los compuestos no iónicos (orgánicos) están determinadas fundamentalmente por su polaridad. Compuestos no polares o débilmente polares se disuelven en solventes no polares. *"una sustancia disuelve a otra similar"* es una regla empírica sumamente útil.

El agua debe sus relevantes propiedades como solvente de sustancias iónicas no solo a su polaridad, sino también a otro factor: contiene el grupo -OH, por lo que puede formar puentes de hidrógeno. *El agua es mal solvente para la mayoría de las sustancias orgánicas*, dificultad que puede superarse por adición de otro, como el metano (el metano que es un compuesto orgánico muy polar debido a que cuenta con el radical -OH).

5. Velocidad de evaporación (Butil-acetato=1).

Es la velocidad a la cual una sustancia se convierte al estado de vapor a cualquier temperatura y presión presentada. Todos los solventes se evaporan; *son los índices distintos que causan preocupación al evaluar los riesgos de incendio y contra la salud.*

6. % de volatilidad:

Es el porcentaje de una sustancia (por volumen) que se evapora a una temperatura ambiente de 21°C (70°F). Este valor se utiliza mucho cuando se refiere a sustancias o mezclas sólidas en una solución, por ejemplo en pinturas. El área de la superficie, el tiempo, y otros factores influyen en el por ciento que es evaporada; no hay procedimientos normados, los índices de volatilidad proporcionan una mejor medida de riesgo relativo.

7. Temperatura de inflamación:

Es la temperatura más baja a la cual un líquido desprende el vapor suficiente para crear una mezcla inflamable con el aire y producir una llama cuando se acerca a la superficie de líquido una fuente de ignición.

8. Límite de inflamabilidad (inferior-superior).

Son los valores de concentración mínimo o máximo de un gas o vapor inflamable en el aire entre las que puede ocurrir la inflamación o explosión.

Inferior: Es la mínima concentración de gas o vapor (% por volumen en aire) que se quemará o estalla si hay una fuente de inflamación presente a la temperatura ambiente. Los líquidos inflamables tienen una concentración de vapor mínima en el aire por debajo de la cual la propagación de llamas no ocurre al contacto con un origen de ignición.

Superior: Es la máxima concentración de una sustancia química en el aire que produce una explosión en un incendio o se inflama al contacto con una fuente de inflamación (alta temperatura, arco eléctrico, chispa o llama).

Riesgo de inflamabilidad: Es el grado de susceptibilidad de las sustancias a arder. Algunos líquidos inflamables, incluyendo muchos productos de petróleo, pueden ser controlados aplicando espuma regular. Otros líquidos inflamables, incluyendo los solventes polares (líquidos inflamables que son solubles al agua) tales como alcoholes y acetonas, tienen diferentes propiedades químicas. Un incendio que involucre estos materiales no puede ser fácilmente controlado con espuma regular y requiere la aplicación de espuma tipo resistente al alcohol.

Los incendios de solventes polares pueden ser difíciles de controlar y requieren una proporción mayor de espuma que otros incendios de líquidos inflamables (*ver normas 11 y 11A de NFPA/ANSI para mayor información*)

9. Temperatura de ebullición:

Es la temperatura a la que la presión de vapor de un líquido es igual a la presión atmosférica de los alrededores a la cual el líquido se convierte en vapor

Los compuestos orgánicos (no iónicos) tienen menor temperatura de ebullición que los compuestos inorgánicos (iónicos).

10. Temperatura de fusión:

Es la temperatura a la cual una sustancia sólida se convierte en líquida. En un sólido cristalino las partículas que actúan como unidades estructurales (iones o moléculas) se hallan ordenadas de algún modo muy regular y simétricos, hay un arreglo geométrico que se repite a través de todo el cristal. Fusión es el cambio de arreglo ordenado de partículas en el retículo sólido a uno más desordenado que se caracteriza a los líquidos. La fusión se produce cuando se alcanza la temperatura en la que la energía térmica de las partículas es suficientemente grande como para vencer las fuerzas intercrisiales que las mantienen en sus lugares

Un compuesto iónico forma cristales en los que las unidades estructurales son iones. Los compuestos no iónicos en el que todos los átomos se mantienen unidos entre sí por enlaces covalente, forman cristales cuyas unidades estructurales son moléculas.

11. pH:

Es la concentración de iones e hidronio. Es la escala de 0 a 14 que representa la acidez o alcalinidad de una solución acuosa. El agua pura tiene un pH de 7, el cual se considera neutro

12. Otras Propiedades Físicas (olor, apariencia, estado físico, viscosidad, conductividad, capacidad calorífica).

PROPIEDADES QUIMICAS

Las propiedades químicas son propiedades que la identifican cuando se produce un cambio en la composición de las sustancias

1. Polimerización peligrosa:

Es una reacción química en la que dos o más moléculas de la misma sustancia química se combinan para formar moléculas más grandes generando una liberación descontrolada de energía, provocando incendios o explosiones.

2. Reactividad:

Es el grado de susceptibilidad de las sustancias para liberar energía en forma violenta o explotar.

- Pueden ser inestables a altas temperaturas o presiones,
- pueden ser inestables, pero aún cuando pueden reaccionar químicamente, no explotan, sin embargo pueden reaccionar violentamente con el agua.

- Requieren ser calentadas en un área cerrada para que exploten
- Son las únicas que pueden explotar a temperaturas y presiones normales y pueden
- ser sensibles a la exposición de calor o choque.

Cuando suceda un incidente que involucre químicos reactivos al agua, tome en cuenta las condiciones existentes tales como, el viento, la lluvia, la ubicación y la accesibilidad al incidente, así como la disponibilidad de los agentes para controlar el incendio o el derrame. Ya que hay variables por considerar, la decisión de usar agua en incendios o derrames que involucren materiales reactivos al agua, debe estar basada en la información de una fuente autorizada de atención de emergencias.

Estabilidad química

Indica si el material es inestable o peligrosamente inestable bajo condiciones normales y anticipar las condiciones de presión y temperatura para su manejo y almacenamiento

Reacciones(químicas)

Las reacciones químicas tienen lugar cuando las sustancias sufren cambios fundamentales. Proceso que implica un cambio, donde una o más sustancias se consumen mientras se forma una o más sustancias

PROPIEDADES FISICAS DE COMPUESTOS ORGANICOS

Los alcanos, alquenos, alquinos y alquilbenceno son solubles en

solventes no polares tales como benceno, éter y cloroformo, insolubles en agua y otros solventes polares Su densidad es menor al agua (entre 0.62 y 0.80). El punto de ebullición aumenta conforme aumenta el número de carbonos

Los alcoholes, éter, ácido carboxílico tienen contienen el grupo OH el cual es muy polar, tiene hidrógeno unido a oxígeno, un elemento fuertemente electronegativo (forman puente de hidrógeno). Sin embargo esto es cierto para los alcoholes inferiores, debido a que entre más larga sea la cadena alifática mas se acerca a las propiedades de los alcanos. Mayor punto de ebullición que los grupos anteriores. La solubilidad en los tres primeros alcoholes son miscibles con agua, el cuarto es de 8 g por 100 g de agua, el quinto 2 gr y el sexto 1 g y los alcoholes superiores son aún menos solubles en agua.

Glicoles (utilizado como congelante debido a su elevado punto de ebullición, su bajo punto de congelamiento y su alta solubilidad) tiene propiedades iguales que los alcoholes polihidroxilados presentan las mismas características que los alcoholes

Los aldehídos y cetonas inferiores son apreciablemente solubles en agua probablemente por los puentes de hidrógeno que pueden establecerse entre moléculas de solvente y soluto, se alcanza la solubilidad límite en cinco carbonos. Los aldehídos y cetonas son solubles en los solventes orgánicos

Las aminas son capaces de establecer puentes de hidrógeno con el agua, por lo que las aminas menores son bastante solubles en ella, siendo alcanzada la solubilidad límite para unos seis átomos de carbonos.

PROPIEDADES GENERALES DE LOS COMPUESTOS ORGANICOS E INORGANICOS

Puntos de fusión.- Los compuestos orgánicos típicos presentan puntos de fusión relativamente bajos. Muchos de ellos, como el benceno y el etanol son líquidos a la temperatura ambiente. En contraste los compuestos inorgánicos tienen punto de fusión elevados

Solubilidad y densidad.- La mayor parte de los compuestos orgánicos son insolubles en agua pero soluble en líquidos orgánicos. La mayor parte de los líquidos orgánicos son menos densos que el agua.

inflamabilidad.- Los compuestos orgánicos representativos son inflamables. Los compuestos inorgánicos típicos no son inflamables.

Combustible. Los compuestos orgánicos son combustibles. Si queremos saber si un material es orgánico, podemos tratar de quemar un material colocando una fuente de ignición, si esta se incendia es que es materia

organica

Enlaces.- Las propiedades representativas de los compuestos orgánicos se relacionan con el hecho de están formando por moléculas con enlaces covalentes. El compuesto inorgánico típico es iónico. Las soluciones de compuestos iónicos en agua conducen la corriente eléctrica, pero las soluciones de sustancias moleculares (orgánicas) no son conductoras.

MATERIALES PELIGROSOS

En 1971 se publicó el libro titulado "The Closing Circle" de Barry Commoner en el cuál autor argumenta que la vida en nuestro planeta se desarrolla dentro de los ecosistemas que operan como circuitos cerrados, asegura que nada en el planeta puede sobrevivir a menos que sea parte interactiva de un universo mayor. Los productos sintéticos arrojados a los ecosistemas que no puedan utilizarse de alguna forma como parte de algún ciclo se comportan como un componente extraño al sistema y se acumulara y en algunos casos envenenaran otros ecosistemas, en otros terminos todo debe ir algún lugar.

Conforme a registros sobre estos hechos se tiene que en 1940 dos secretarias en Canada enfermaron y murieron, debido a las altas concentraciones de vapores de algun compuesto químico mercurial generados por un fungicida cuyo empaque se habia roto.

Otro hecho importante en el ámbito mundial fue en 1958 sucedido en la Bania de Minamata en donde murieron 18 personas luego de ingerir mariscos contaminados con mercurio. En 1969 se reporto altas concentraciones de mercurio en aguas de Lago St. Clair de Canadá, y el llamado "síndrome de Minamata" en una familia de Nuevo México como resultado de la ingestión de carne de cerdo alimentado por granos de desecho tratados con un fungicida mercurial.

Estos problemas sobre el mercurio en este caso, muestran o ilustran la gran cantidad de dificultades que van más allá de los límites de la planta y las consideraciones, no solamente, de un proceso específico, sino a las actividades productivas de las empresas en todo el mundo.

Actualmente se han identificado más de cuatro millones de sustancias químicas presentes en el planeta tierra de las cuales se calcula que alrededor de 100.000 se encuentran en uso comercial y otras mil son introducidas anualmente, estas son utilizadas dentro de un sistema el cual presenta los siguiente elementos:

* **Entradas.**- Factores que alimentan a un sistema esto son: materia, energía e información

* **Proceso:** Transformación de los elementos de entrada, por medio de un encadenamiento lógico de actividades que discurren en el tiempo (diversidad de tecnologías)

* **Salidas:** Resultado de las etapas anteriores

Dentro de este sistema, independientemente de su tipo de proceso, la industria produce o genera aproximadamente, ocho millones de toneladas al año de residuos como resultado de su proceso. La literatura indica que desde el punto de vista proceso de transformación un **residuo es cualquier material o energía que entre al proceso y no se incorpora en el producto final deseado.**

Las clasificaciones más usuales para clasificar a los residuos son las siguientes:

Residuo se define como Cualquier material en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó

Residuos municipales: residuos alimenticios, residuos combustibles y no combustibles (papel, plástico, vidrio, metal, trapos y residuos de jardines), cenizas, materiales de construcción, materiales específicos abandonados (materiales de calle, animales muertos y chatarra)

Residuos industriales: generados en la actividad industrial y tiene los siguientes materiales: residuos combustibles y no combustibles, materiales específicos y residuos peligrosos.

Residuos peligrosos: conforme a la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en el artículo 3 define residuo y residuos peligrosos de la siguiente manera: *Aquellos residuos, en cualquier estado físico que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, infecciosas o irritantes, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.*

Los residuos se pueden presentar en estado sólido, líquido o gaseoso y también los residuos pueden estar aislados, mezclados o en solución

En la actualidad ante esta situación diferentes empresas y las autoridades

ambientales han centrado esfuerzo en tres aspectos importantes para el manejo de los residuos peligrosos estos son

- Un plan de minimización en cada empresa desde la perspectiva de que a menor generación de residuos mayores índices de rendimiento o utilidad
- La creación de infraestructura en rubros como almacenamiento, tratamiento y confinamiento.
- Promoción a nivel nacional lo mercados de reciclaje.

A continuación se definen los siguientes conceptos:

MATERIAL PELIGROSO: Son aquellas sustancias peligrosas, sus remanentes, sus envases, embalajes y demás componentes que conformen la carga que ser transportada por las unidades.

RESIDUO PELIGROSO: Son todos aquellos residuos en cualquier estado físico que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamable, biológicas infecciosas o irritantes, representan un peligro para el equilibrio ecológico o al ambiente.

SUSTANCIA PELIGROSA: Es todo aquel elemento, compuesto, material o mezcla de ellos que independientemente de su estado físico, represente un riesgo potencia para la salud, el ambiente, la seguridad de los usuarios y la propiedad de terceros, también se considera bajo esta definición los agentes biológicos causantes de enfermedades.

RESIDUO INDUSTRIAL: Es cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo genero.

Así los residuos peligrosos atendiendo a su fuente generadora, se clasifican en residuos peligrosos por giro industrial y por procesos, así como por fuente no específica.

Clasificación CRETIB

Para fines de identificación y control Los residuos se denominan:

C	CORROSIVOS
R	REACTIVOS
E	EXPLOSIVOS
T	TOXICOS
I	INFLAMABLES
B	BIOLOGICOS INFECCIOSOS

CLASIFICACION DE LAS FUENTES GENERADORAS DE RESIDUOS PELIGROSOS

GIRO INDUSTRIAL Y PROCESO	PROCESO	FUENTE NO ESPECIFICA
Acabados de metales y galvanoplastia		Envases usados en el manejo de Residuos
Beneficio de metales		Lodos de desechos de residuos
Explosivos		Aceites lubricantes Gastados
Produccion de huile Materiales plasticos y Resinas sintéticas. Metal-Mecanica Mineria Petróleo y Petroquímica Plaguicidas, Preservación de la Madera Produccion de Batenas Química Farmacéutica		Solventes gastados

IDENTIFICACION DE RESIDUOS Y MATERIALES PELIGROSOS

El metodo de identificación de los residuos peligrosos es mediante el Diagrama de Flujo que se presenta en la NOM-052-ECOL-1 993.

CARACTERISTICAS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

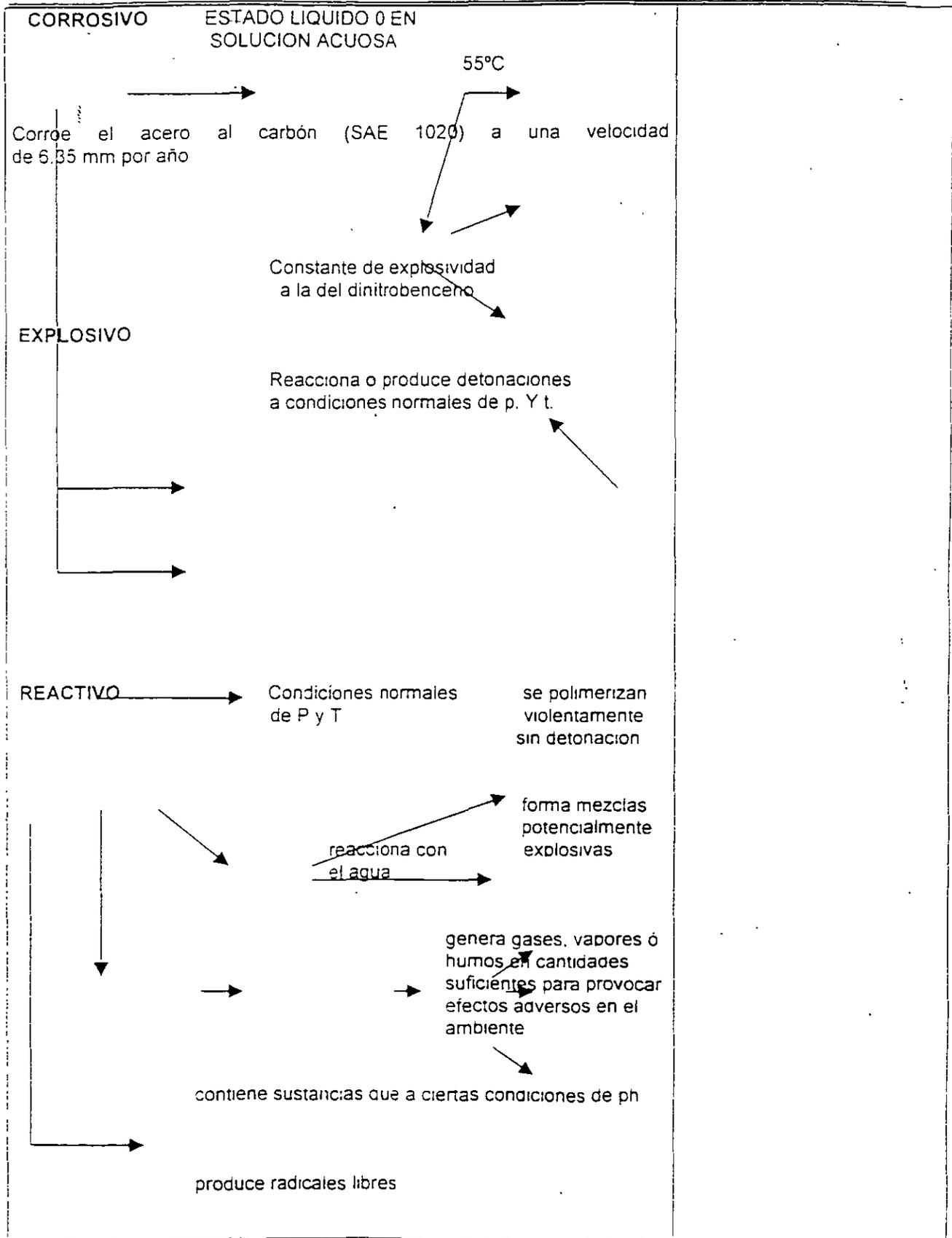
NOM-052-ECOL-1993. establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los limites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Ademas de los residuos peligrosos comprendidos en las tablas 2, 3 y 4 se consideran como peligroso aquellos que presentan una o mas de las siguientes características:

- a) *Fundamentos de Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad y Biológico Infeccioso.*

CARACTERISTICAS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS Según SU CLAVE CRETIB

pH<20



TOXICO

Rebasa la concentración permitida de al menos un constituyente de las tablas 5,6 y 7 de la NOM-052-ECOL/93

INFLAMABLE

volumen de alcohol > 24%

estado líquido o en solución

punto de inflamación < 60°C

Por fricción

Gas sólido o semisólido

Estado Líquido o en solución acuosa

Provoca fuego fácilmente

Por absorción o humedad

Cambios Químicos Espontáneos

Gas comprimido inflamable o agentes que estimulen la Combustión

BIOLÓGICO INFECCIOSO

Contiene microorganismos o sus toxinas

Causan efectos infecciosos nocivos a los seres vivos

Como ejemplo de los residuos peligrosos tenemos los siguientes:

Ácidos y álcalis: Comprenden una gran variedad de sustancias de las más comunes, de las cuales se producen y emplean en grandes cantidades

Asbestos: Fibras minerales naturales empleadas en la generación de gran cantidad de productos, prácticamente indestructibles y no inflamables.

Cianuros: Ampliamente utilizados en el beneficio de metales y en la síntesis de productos químicos como plaguicidas y polímeros, sumamente tóxicos

Fenoles: Sustancias altamente corrosivas y peligrosas en su manejo, empleados para producir desinfectantes, resinas, herbicidas y otras.

Plaguicidas: Productos que por su propia naturaleza son sumamente

peligrosos y que además pueden generar sustancias intermedias igualmente tóxicas.

Bifenilos policlorados: utilizados como aislantes eléctricos, plastificantes y antiseccantes.

Metales Pesados: Muchos de ellos son altamente tóxicos, así como bioacumulables.

Residuos de Pinturas: Representados principalmente por solventes orgánicos (hidrocarburos aromáticos, resinas vinílicas, acrílicas y epoxicas, algunos a base de metales pesados)

Residuos de gases combustibles del petróleo: Gas natural y gas del petróleo.

Residuos de petróleo: hidrocarburos aromáticos policíclicos, asfaltenos, azufre y metales pesados.

Solventes Orgánicos: Hidrocarburos alifáticos y aromáticos. Se utilizan en varios procesos particularmente limpieza de equipos y motores en la industria eléctrica

Residuos Biológicos: De sistemas de tratamientos u hospitalarios entre otros

4.0 RIESGOS

4.1 Riesgos Eléctricos.

Podemos definir la electricidad como un flujo de electrones a lo largo de un circuito cerrado. Por ello constituye una fuerza dinámica que únicamente puede ser controlada, en situaciones de riesgo, interrumpiendo el circuito.

Los riesgos como consecuencia de la electricidad se dividen en dos categorías generales:

1. A las personas: por descarga eléctrica: por quemaduras directas y por lesiones secundarias, causadas por descargas no mortales.
2. A las propiedades: a causa de incendios y explosiones (los que también pueden dar lugar a lesiones personales).

Riesgos para las personas

La cantidad de tejidos dañados o de desarreglos orgánicos ocasionados por un sistema dinámico es, en general, una consecuencia de la energía que libera, en el caso de la electricidad, es proporcional a la cantidad de corriente que circula por el cuerpo, esta corriente se mide en amperes. El viejo dicho que afirma 'son los amperes los que matan y no los volts' es todavía una generalización tan válida como trágica. Hay otros factores que controlan el flujo de corriente y que pueden alterar la gravedad del daño que se causa. Estos factores son: el voltaje, la resistencia de la piel y de los órganos internos, el tipo de corriente (corriente alterna o corriente directa) la trayectoria que sigue la corriente a través del cuerpo, la duración de la corriente y el área superficial de contacto.

Por ser muchas las variables no es posible especificar ningún valor determinado de corriente o voltaje que puedan resultar mortales, pero se han hecho algunas apreciaciones. Si una corriente de aproximadamente 100 mA pasa por el cuerpo durante 1-2 segundos, la descarga puede resultar mortal. En el caso de personas sensibles, se ha llegado a considerar como mortal un valor de aproximadamente 30 mA. Se afirma que voltajes tan bajos como 40 V pueden resultar potencialmente peligrosos. La resistencia al flujo de corriente es de gran importancia en la seguridad eléctrica. La piel es un mal aislador, sin embargo, brinda cierta defensa contra la descarga eléctrica. Las pruebas de laboratorio han demostrado que la palma de la mano puede tener una resistencia aproximada de 45 000 ohms cm^{-1} . Esta resistencia puede reducirse bastante hasta llegar aproximadamente a 1 000 ohms cm^{-1} cuando la piel está húmeda, lo que indica claramente que aumenta el peligro al tocar interruptores o equipos eléctricos cuando se tienen las manos húmedas o sudorosas. La piel brinda más protección en el caso de la corriente directa (c.d.) que en el de la corriente alterna (c.a.), pero ambos tipos de corriente pueden ocasionar lesiones graves.

Las corrientes alternas pueden dar lugar a tetania en los músculos voluntarios, es decir, los músculos quedan trabados en un estado de contracción. Esto se produce en el caso de frecuencias entre 15 Hz y 150 Hz. Con una red de distribución que opera a 240 V c.a., con 50 a 60 Hz, el riesgo está siempre presente. Los accidentes eléctricos se producen en general como consecuencia de corrientes alternas, pero esto es debido a que dicha corriente se usa mucho más frecuentemente que la corriente directa.

La trayectoria de la corriente a través del cuerpo sigue, en general, el camino más corto entre el punto de entrada y el de salida. La trayectoria más peligrosa es a través del pecho, en el que se encuentran los músculos respiratorios y el corazón, los cuales constituyen objetivos vulnerables. Esta situación puede ocasionarse cuando son las manos las que constituyen los puntos de entrada y salida de la corriente. Si es necesario trabajar en un equipo "vivo", se considera prudente conservar una mano en un bolsillo de la bata de laboratorio que se use.

La cantidad del daño sufrido por el cuerpo a consecuencia del choque eléctrico aumenta, al aumentar la duración de la corriente. Sin embargo, en la práctica resulta más sencillo pensar en función de si la corriente es persistente o no persistente, estudiando los efectos psicológicos que se producen. Son tres los mecanismos primarios mediante los cuales puede ocurrir la electrocución: (i) paros respiratorios; (ii) fibrilación ventricular; (iii) asfixia. Las situaciones (i) y (ii) pueden presentarse mientras circula la corriente, continuando una vez que ésta ha cesado, es decir, en el caso de corrientes no persistentes. La situación (iii) se presenta solamente cuando circula la corriente, pudiendo reanudarse la respiración normal una vez que cesa el flujo de aquélla.

El paro respiratorio se produce cuando una parte del cerebro que controla los músculos del diafragma recibe una sacudida, deteniéndose la respiración. Si el cerebro no se recupera en aproximadamente cuatro minutos se producirá la muerte.

La fibrilación ventricular es cuando el corazón pierde su capacidad para actuar como bomba de la sangre. El corazón no retornará a su función normal una vez que se encuentra en ese estado, si no recibe un tratamiento especial. La mayor

¹ N.del T La red doméstica de alimentación opera en México a 120V c.a. y 60 Hz, a diferencia de los países de Europa en donde normalmente opera a 220-240 V c.a. y 50 Hz a 60 Hz.

parte de las muertes por choque eléctrico se producen como consecuencia de esta situación: una corriente de aproximadamente 50 mA durante 3 segundos, procedente de la red doméstica de alimentación puede dar lugar a la fibrilación ventricular.

La asfixia se produce cuando los músculos del diafragma son puestos en un estado de contracción permanente (tetania) debido a una corriente persistente: esta

situación se traduce en una falla pulmonar. Tal estado puede producirse como consecuencia de una corriente de aproximadamente 20 mA procedente de la red doméstica. Si una mano se pone en contacto con una fuente viva, la contracción de los músculos de los dedos puede dar lugar a que éstos se 'peguen' y agarroten sobre la fuente, de forma que aquella persona no puede 'despegarse'. El umbral para 'despegarse' en el caso de la red doméstica se encuentra aproximadamente entre 6 y 9 mA. Al entrar el cuerpo en violenta actividad muscular, debido a un choque persistente, el oxígeno se agota rápidamente, requiriéndose en tal caso una pronta ayuda de emergencia, ya que puede producirse un daño irreversible a los tejidos con mucha mayor rapidez que la que supone el margen aceptado de 4 minutos.

La gravedad de las quemaduras directas, debidas a una corriente eléctrica, dependen sobre todo del voltaje y la Intensidad de la corriente. Unos voltajes elevados, de 30 000 V, pueden producir una chispa en el aire a través de un espacio de aproximadamente un centímetro. Una vez que salta la chispa, la ionización del aire permite que se forme un arco, el cual puede extenderse hasta varios centímetros de longitud, y mantenerse con un voltaje mucho más bajo. En dicho arco puede elevarse la temperatura hasta 4 000 °C, lo que da lugar a que la carne se "evapore" y el hueso quede fundido. El arco no se produce directamente con el cuerpo, sino a través de anillos, relojes o pulseras hechas de metal que producen un punto de contacto. Los arcos ocurren más fácilmente cuando la atmósfera está sucia o húmeda.

Cuando una corriente grande fluye a través de una pequeña superficie de contacto, pueden producirse elevadas temperaturas. La alta densidad de corriente resultante convierte la energía eléctrica en energía térmica, produciéndose una quemadura. Este tipo de lesión puede ocurrir con voltajes bajos, por ejemplo, un cable 'vivo' de la red doméstica que entre en contacto con un labio, producirá una quemadura considerable.

Cuando se utilizan calentadores de inducción, las quemaduras pueden causarlas objetos metálicos que se calientan con rapidez cuando se ponen accidentalmente en contacto con el campo magnético. No deberán usarse anillos metálicos, brazaletes o collares cerca de un calefactor de inducción, ya que suponen sistemas ideales en los que pueden generarse circuitos. Las personas que, a consecuencia de accidentes, tienen en su cuerpo clavos metálicos insertados en los huesos, resultan particularmente vulnerables a este riesgo, por lo cual no deberá haber ningún contacto entre dichas personas y los calefactores de inducción.

Son muchos los accidentes que pueden ocasionar los choques eléctricos 'no mortales'. El espasmo muscular no controlado que se produce puede dar lugar a cortaduras, magulladuras, caídas de escaleras o andamios o tropiezos contra piezas de equipo, los que a su vez pueden ocasionar la caída de algún objeto sobre una tercera persona ajena a la situación.

Riesgos para la propiedad

La energía requerida para Iniciar un Incendio o explosión puede producirse, por parte de la electricidad, de dos maneras. En primer lugar, si un circuito está sobrecargado, es decir, se utiliza dicho circuito para transportar una corriente por encima de su capacidad, la energía eléctrica excedente se transforma en energía térmica. A medida que aumenta la temperatura del circuito, se libera el calor suficiente para encender un material inflamable o iniciar una explosión. Esta situación empeora a consecuencia de la propiedad de los metales para aumentar su resistencia al flujo de corriente a medida que aumenta su temperatura. En segundo lugar, cuando se produce una chispa o arco, el riesgo de explosión aumenta en gran medida, debido a la energía térmica adicional que se libera. Esta situación puede producirse cuando el aislamiento se rompe como consecuencia de la sobrecarga del circuito, o por su propio envejecimiento. Otra fuente de chispas es la que se observa en los interruptores cuando se conecta y desconecta la corriente. Las clavijas eléctricas que hagan mal contacto pueden dar lugar al mismo problema. Por esta razón, cuando la atmósfera es Inflamable deben utilizarse Interruptores especialmente diseñados

Electricidad estática

La electricidad estática se produce cuando los electrones se desplazan en la superficie de un material. Es consecuencia de la fricción entre dos superficies que se mueven la una sobre la otra, por ejemplo, cuando los sólidos o los líquidos fluyen por tuberías, o bien cuando un gas pasa a través de un orificio. El hidrógeno gaseoso que circula a través de una pequeña abertura puede dar lugar a una carga estática suficiente para producir su autocombustión en el ambiente.

El desplazamiento de electrones da lugar a voltajes muy elevados en el material, los que al llegar a un nivel crítico, se descargan en forma de chispa. La energía de la chispa es suficiente para Iniciar una explosión en polvos o vapores, o para originar que se encienda una masa de vapor. El uso de ropa de fibras sintéticas puede generar electricidad estática suficiente que al descargarse en un mechero Bunsen prenderá el gas. Para evitar que se formen cargas estáticas en el equipo o las personas, deberá lograrse que dicha carga circule por un sistema que la conecte a tierra. En las máquinas esto se consigue Instalando cintas metálicas para toma de tierra conectadas a la máquina, mediante las cuales pasa a tierra la carga estática. El personal deberá utilizar calzado especial que cuente con suelas conductoras.

Consideraciones practicas

El equipo y los aparatos eléctricos deben escogerse con todo cuidado, ser instalados correctamente y mantenidos en forma adecuada. Estos requisitos no sólo son importantes en relación con los riesgos eléctricos, sino también en relación con otros riesgos que se encuentran en los laboratorios científicos. Aparte de las descargas eléctricas normales y de las fallas en el equipo.

4.2 Riesgos mecánicos.

Riesgos con las máquinas

Las lesiones ocasionadas por las máquinas se deben, en general, a una falta de comprensión de los riesgos y a la carencia de un diseño escasamente seguro que reduzca su potencial para causar daños y llegar a un límite que permita efectuar con seguridad el trabajo. Aun cuando las máquinas se diseñan para realizar una variedad de tareas, hay un factor común a todas ellas; para operar utilizan el movimiento. Este, por lo tanto, puede considerarse como la propiedad fundamental que al establecer contacto con el hombre constituye la razón básica de los accidentes en las máquinas.

Existen tres formas generales de movimiento, como consecuencia de las cuales pueden ocurrir distintos tipos de riesgo:

1. El movimiento giratorio.
2. El movimiento de vaivén.
3. El movimiento relativo, persona-máquina.

Los anteriores, junto con el movimiento lineal, en algunos casos pueden subdividirse para establecer los distintos daños que el contacto físico puede causar a las personas.

Movimiento giratorio

(a) Lesiones causadas por partes en movimiento convergente

Se produce cuando hay dos partes giratorias en contacto (o muy próximas entre sí), una de las cuales gira como el reloj y la otra en dirección contraria. El

Fig. Lesión ocasionada por ruedas dentadas convergentes.

riesgo está presente en el lado en donde las dos partes convergen, dando lugar a un aplastamiento.

Fig. Lesión ocasionada por una cadena que pasa sobre una rueda impulsora.

Como ejemplos de los casos en donde ocurre este riesgo citaremos las ruedas dentadas, los rodillos y los mezcladores en contragiro. Este riesgo está presente también en los casos en donde un componente con movimiento lineal corre hacia una parte giratoria, por ejemplo una banda transportadora o una propulsión por cadena.

Las partes giratorias simples que pueden dar lugar a una 'lesión' son los tornillos sin fin, cuando giran dentro de una abertura estacionaria. Como ejemplos de este riesgo pueden citarse las máquinas para picar carne, los moldeadores por extrusión y los transportadores por tornillo sin fin. Véase la figura

Fig. Lesión ocasionada por la acción de hélice en un transportador de tornillo sin fin.

(b) Estrangulación.

Esta se produce cuando la máquina que gira hace que algún elemento ajeno a su operación se envuelva en una parte en movimiento. Tal cosa puede ocurrir de dos formas:

Fig. Enrollamiento de piezas sueltas de ropa sobre una superficie suave en giro.

1. Una superficie relativamente lisa, en la que se produce el enrollamiento. El peligro en este caso guarda relación con la velocidad y el diámetro de la parte

en giro. Las situaciones más peligrosas se producen cuando se combina una alta velocidad con un diámetro pequeño.

Este riesgo puede ocurrir cuando se trabada junto a ejes de taladradoras, árboles que giran o piezas lisas de torno.

- II. Por salientes, en las que el enrollamiento tiene lugar después de verse cogidos por una parte en movimiento.

Como ejemplos, las varillas de conexión, los acoplamientos, las mordazas de las taladradoras, las puntas de pernos, las chavetas de dos patas y los rebordes con salientes. Véase la figura.

(c) Acción de corte

- I. Por máquinas diseñadas para cortar por ejemplo, sierras circulares, rebanadoras circulares (tales como las rebanadoras de tocino), cepillos giratorios, batidoras y tambores con púas.
- II. Con máquinas no ideadas para cortar, por ejemplo, hojas de ventiladores, volantes con radios, centrifugas de tubos, piezas que no están bien sujetas, en las que se perfora, transmisiones por cuerda (movimiento lineal en conjunción con otro movimiento giratorio) y grapas que sobresalen de las correas.

Fig. Enrollamiento de ropas sueltas sobre una pieza saliente en giro.

(d) Proyectiles

Se produce cuando un cuerpo en movimiento giratorio se rompe o de él se suelta una parte, por ejemplo las piedras de esmeril, la rotura o descarga de partículas, las virutas a consecuencia de la perforación, el barrenado o el torneado o herramientas o partes que caen sobre sistemas en giro.

(e) fricción.

Cualquier superficie lisa que gira a alta velocidad puede, si se pone en contacto con la piel, ocasionar una quemadura por fricción. Ejemplo de ello son las piedras de esmeril, los lados o rebordes de las ruedas y los árboles en giro.

Movimiento de vaivén

El principal peligro a consecuencia de este tipo de movimiento se produce cuando termina su recorrido la carrera de avance, formando una trampa entre la parte que se mueve y la parte estacionaria de la máquina.

Son dos los tipos generales de riesgo en el movimiento de vaivén:

(a) *Acción de corte*

La parte en movimiento cuenta con un reborde agudo, por ejemplo las guillotinas y algunas prensas.

(b) *Acción de prensado*

La parte móvil no está proyectada para cortar, pero oprime o golpea, como ocurre en los martinets, las prensas de potencia y las máquinas para moldeado por inyección. Un riesgo secundario de esta operación es la posible formación de proyectiles cuando las partes se desprenden del sistema a consecuencia de los golpes. En el movimiento de vaivén la frecuencia de la carrera es de importancia, siendo en general mayor el peligro cuanto más rápida sea la carrera, pero no deberá olvidarse que también puede ocasionarse un daño considerable al quedar atrapado en un sistema de carrera lenta

Ruido.

Frecuentemente se describe el ruido como un sonido indeseable, pero en el ambiente de trabajo resulta importante apreciar que el ruido puede ocasionar daños

Se ha observado que los elevados niveles de ruido han dado lugar:

- a) un aumento en el número de errores realizados al llevar a cabo tareas que requieren concentración;
- b) afecciones permanentes en la audición después de una exposición prolongada al ruido.

El primer punto tienen importancia en algunas ocupaciones; el segundo se refiere a un problema más general, cuyas implicaciones son amplias, tanto desde el punto de vista ocupacional como desde el punto de vista social.

El sonido se origina por estructuras vibrantes, o por turbulencia en la corriente de aire, la que da lugar a ondas de presión que viajan por la atmósfera.

El oído constituye un dispositivo sensible a la presión, capaz de convertir los cambios de estas vibraciones. Las vibraciones son transportadas al oído interno en

donde se transforman en impulsos nerviosos que al pasar al cerebro, son percibidos como sonidos. La figura muestra las partes importantes del oído.

Fig. El oído humano.

humano, el Interior de éste o caracol, es la parte que sufre daño a consecuencia de una exposición excesiva al ruido, daño cuyas consecuencias son permanentes.

Como el sonido resulta de las ondas de presión, puede considerársele como un movimiento ondulatorio, y ser representado en forma sinusoidal, tal como aparece en la figura.

La figura muestra las dos propiedades físicas más importantes del sonido.

1. La amplitud, es decir el desplazamiento a partir de una posición media (el eje de las x).
2. La frecuencia, o número de ciclos por segundo, medida en Hertz (Hz).

La amplitud constituye una medición de la presión que crea el sonido, medida en unidades Newton metro⁻² (Nm^{-2}). La presión más baja que el oído humano puede percibir es de $20 \times 10^{-6} \text{ Nm}^{-2}$; esta presión se conoce con el nombre del umbral del sonido. Cuando la presión aumenta a 20 Nm^{-2} , se siente dolor, se ha llegado al umbral doloroso. Esto da una amplitud de sensibilidad cuya razón es de $10^6:1$, utilizando el umbral de dolor como unidad de referencia. La gravedad relativa de cualquier accidente o daño guarda relación con la cantidad de energía liberada, por lo cual, para relacionar el daño auditivo con el sonido, es necesario cambiar en energía la presión sonora. En el caso de una forma ondulatorio, la energía es proporcional al cuadrado de la amplitud. Esto nos da una amplitud de sensibilidad con una razón de energía (razón de la Intensidad del sonido) de $10^{12}:1$. Al convertir esto a forma logarítmica se simplifica la razón, expresándole así: $12:0$, es decir, $\log 10^{12} = 12$, y $\log 1 = 0$. Con base en esta razón, la Intensidad- de presión dentro de la amplitud audible se contiene en una escala de 12 unidades, denominadas Bels, las cuales son demasiado grandes para un uso cómodo, habiéndose subdividido por 10, para tener 120 decibeles (dB), la que viene a ser la unidad más conocida.

Se ha determinado que las personas que tienen una audición aguda pueden detectar sonidos que ocupan una amplitud de frecuencias de 20 Hz a 20 kHz pero en el caso de las personas jóvenes promedio probablemente sea de 18 kHz el límite correspondiente, y en el caso de adultos maduros este margen se reduce a aproximadamente 12 kHz.

Junto con las características de amplitud física y de frecuencia hay otra propiedad denominada volumen. Esta constituye una característica subjetiva del oído. El volumen depende de la frecuencia y de la amplitud. Para una determinada frecuencia, el volumen cambia con la amplitud, y, en forma semejante, para una amplitud fija el volumen varía con la frecuencia. En la figura se muestra la variación del volumen en función de la frecuencia. En la figura 24W puede observarse que el oído es más sensible a los sonidos en el intervalo que va de 0.5 kHz a 8 kHz. en éste se incluyen los márgenes de frecuencia en los que el oído es más sensible al sonido de las vocales y las consonantes, del que depende la conversación Inteligible.

Fig. Grafica del volumen y la frecuencia percibidos por el oído humano.

La sensibilidad del oído en función de la frecuencia, significa que unos sonidos de igual intensidad no tienen el mismo volumen cuando cambian las frecuencias y que, por lo tanto, no tienen la misma potencialidad en cuanto al daño que puedan ocasionar a la audición. Este es un factor muy importante cuando se realizan mediciones de ruido en forma que reproduzcan la respuesta del oído a las distintas frecuencias. La principal "escala de ponderación" que es el nombre que se da a esta adaptación, es la escala "A". Cualquier medición grabada de sonido en general que sirva para determinar un posible daño auditivo, deberá expresarse en la escala "A", que está indicada mediante la abreviatura dB (A)

Sordera ocupacional.

Si el nivel de ruido en un recinto es de 75 dB (A) y se le eleva a 100 dB (A) durante unos cuantos minutos, reduciéndolo a continuación a 75 dB (A), aquel recinto aparecerá como menos ruidoso al oído que lo que había parecido antes de la exposición a 100 dB (A). Esta pérdida de sensibilidad audiuva se denomina desplazamiento temporal del umbral (DTU). Esta situación se presenta en cuantas ocasiones una persona está expuesta a un elevado nivel de ruido. La recuperación se produce pasado un periodo, pero cuanto más elevado sea el nivel de ruido, más largo será el período de recuperación. Un ejemplo cotidiano de este efecto es el que ofrecen las personas que aumentan el volumen de su radio o televisión, encontrando entonces que el anterior volumen resulta demasiado elevado, siendo necesario reducirlo para disfrutar de comodidad.

Si los oídos están sometidos a tratamiento durante una exposición ocupacional prolongada de año tras año, la capacidad para recuperar la sensibilidad auditiva se pierde, produciéndose entonces un desplazamiento permanente del umbral (DPU) que da lugar a la sordera ocupacional. El efecto de este tipo de sordera no constituye una pérdida total de la capacidad auditiva, sino una pérdida de sensibilidad para escuchar las frecuencias del sonido que hacen Inteligible la palabra.

Las pruebas en relación con el problema del ruido como riesgo ocupacional indican en forma clara que los jóvenes Incurren en un riesgo muy grave de sordera prematura cuando se someten a los niveles de ruido generados por los grupos "pop" o las sesiones en discoteca. Las exposiciones al ruido en los conciertos "pop" en local cerrado se considera son 10 veces más elevadas que el nivel correspondiente a la exposición ocupacional. Bien sea cierto, o no lo sea, el que los Jóvenes pierden sensibilidad auditiva como consecuencia de la exposición al ruido elevado, no cabe duda de que los informes procedentes de la industria indican que los jóvenes que han sido sometidos a pruebas de audición, como parte de su examen médico anterior al empleo, muestran una pérdida auditiva de un nivel que no cabría esperar como normal en grupos de edad.

Protección contra el ruido

No cabe duda de que el mejor método para controlar un problema de ruido está en la fuente del mismo, evitando que la maquinaria o los sistemas emitan sus ruidos hacia la atmósfera. Esto es posible en muchos casos, y se cuenta en ingeniería con la tecnología necesaria para que los nuevos sistemas se produzcan dentro de un nivel de "quietud" aceptable.

Sin embargo, hay situaciones en que resulta necesario utilizar una protección personal. Unos silenciadores correctamente colocados brindan la mejor protección, pero también pueden utilizarse con éxito tapones adecuadamente moldeados o de Abra de vidrio. Se ha comprobado que el algodón de lana carece totalmente de valor, y no debe ser utilizado en ningún caso.

La protección que dan las defensas del oído se estima en general observando la reducción de ruido (atenuación) que se produce en el oído, pero hay otro hecho que recientemente ha alcanzado publicidad, y que es el relativo al efecto del tiempo durante el cual pueden utilizarse los protectores contra el ruido. Se ha demostrado en forma perfectamente clara que si los protectores no se utilizan durante el 100 por ciento del tiempo de exposición, los niveles de protección a la exposición pueden reducirse por debajo del nivel que brindan los protectores. Esto demuestra en forma clara la necesidad de un uso continuo de los protectores

Tabla Ejemplo de niveles de ruido (publicado por autorización de la BILSON INTERNATIONAL y tomados de In Defense of Hearing) En defensa de la audición)

	Razon de intensidad del sonido	Nivel del sonido en dB (A)	Fuente del sonido
Amplitud perjudicial	100 000 000 000 000	140	Motor de reaccion
	10 000 000 000 000	130	Martillo remachador
	1 000 000 000 000	120	UMBRAL DE LA SENSACIÓN ---- Hélice de avión
	100 000 000 000	110	Taladrador de rocas
	10 000 000 000	100	Taller de fabricación de laminas
	1 000 000 000	90	Vehiculos pesados
	100 000 000	80	Trafico muy intenso
	10 000 000	70	Auto particular
	1 000 000	60	Conversación ordinaria
	100 000	50	
	10 000	40	Musica suave de la radio
	1 000	30	Murmullo
	100	20	Vivienda urbana tranquila
	10	10	Susurro de una hoja
	1	0	UMBRAL DE LA AUDICIÓN -----

cuando alguien se encuentra expuesto a un nivel excesivo de ruido. Si resulta necesario quitarse los protectores, esto deberá hacerse únicamente después de que el técnico se haya trasladado a un lugar "tranquilo".

El código práctico relativo al control del ruido recomienda que para una exposición continua a lo largo de una jornada de ocho horas, el nivel de ruido no deberá exceder de 90 dB (A). Este constituye el patrón máximo recomendado, y en la práctica debe confiarse en que se encuentren niveles de ruido mucho más bajos. Cuando la exposición es de menos de 8 horas, o es Intermitente, la exposición total equivalente no deberá exceder un promedio de 90 dB (A). El nivel equivalente de sonido para un día de 8 horas viene representado por la expresión N.eq., la que para periodos de menos de 8 horas puede calcularse así. $N.eq = N + 10 \log$

en donde N= nivel de exposición al ruido

t = tiempo, medido en horas, de exposición al ruido

El N.eq para: una exposición de 4 horas es de 93 dB (A);

una exposición de 2 horas es de 96 dB (A)-

una exposición de 1 hora es de 99 dB (A).

Con base en estos valores puede verse que al duplicar o reducir a la mitad la exposición a un ruido se produce un cambio de 3 dB. Si se produce una exposición de 12 horas, en tal caso la N.eq es de 87 dB (A), de forma que para cumplir el requisito deberá ser reducida la exposición total.

4.3 Riesgos químicos

Toxicología

Desde hace mucho tiempo se nos ha enseñado que ciertas sustancias nos dañarán si las comemos. A los niños pequeños se les dice que la sustancia aquella es 'sucia' pero a medida que el niño crece la palabra -sucia- se hace imprecisa, y se utiliza la palabra veneno, la que, en su empleo legal, se relaciona con algo que puede matar. En el mundo científico se utiliza la palabra "tóxico" para describir una sustancia que puede ser perjudicial, y las palabras no tóxicas, para las sustancias que no lo son. Sin embargo, esta es una simplificación excesiva, ya que actualmente sabemos que todas las sustancias pueden alterar el delicado equilibrio químico del cuerpo, ocasionando un daño temporal o permanente, o incluso la muerte. Por tal razón, todas las sustancias pueden ser calificadas de tóxicas.

En la práctica esta definición tiene muy poco valor, ya que no indica el nivel de daño que puede causar, o la cantidad de sustancia que se requiere para dar lugar a dicho daño. Las drogas, por ejemplo, pueden tener efectos benéficos si se toman en dosis correctas, pero su exceso puede resultar mortal. Para comprender el daño potencial de una sustancia deberá conocerse su toxicidad. Esta constituye la palabra clave para describir el grado de acción tóxica que puede causar una sustancia, y se determina mediante mediciones toxicológicas cuantitativas. La palabra tóxico encuentra así un nuevo uso para describir con ella un caso general

en donde la toxicidad de una sustancia llega a alcanzar un nivel en donde ocurren efectos perjudiciales apreciables.

Las mediciones toxicológicas han proporcionado datos que permiten graduar la toxicidad de las sustancias de acuerdo con las cantidades y el tiempo que se necesita para que produzcan efectos dañinos. Una toxicidad aguda se refiere a la cantidad de una sustancia que produce muy rápidamente un efecto perjudicial, por ejemplo, en segundos, minutos u horas. La toxicidad crónica se refiere a la

Fig. Las tres zonas principales en que puede producirse la absorción de sustancias tóxicas.

La piel es la zona que sigue en vulnerabilidad, debido a que se pone en contacto con los tres tipos de materia, frecuentemente con una muy elevada concentración (en función de la cantidad de sustancia en relación con la superficie de la piel). Afortunadamente las capas exteriores no son muy permeables, y brindan una protección considerable, lo que permite que la mayor parte de los materiales sean eliminados de la piel antes de que se produzca una absorción grave. La protección se reduce grandemente si hay alguna rotura en la piel exterior. Esto constituye una consideración importante que deberá tenerse presente, ya que hay pocas ocasiones en que las manos, los brazos, la cara o las piernas no cuenten con alguna hendidura en su superficie.

El conducto gastrointestinal es la zona menos vulnerable a las sustancias que entren en el cuerpo en la situación de trabajo, ya que el peligro de una ingestión accidental es muy reducido. Incluso al se produce la ingestión, la capacidad de la sustancia para ser absorbida dependerá de ésta para disolverse en los jugos gástricos.

La entrada a los pulmones de una sustancia por aspiración no es una situación muy frecuente, pero puede ocurrir cuando se trata de sacar un líquido por succión, si además del aire se aspira líquido, y éste va a los pulmones. Una situación más fácil de ocurrir es la que se produce cuando una persona no se encuentra plenamente consciente, vomita, y la reacción normal a expulsar la materia extraña no actúa, y el vómito entra en los pulmones. En parte es por esta razón por lo que los heméticos no deben administrarse como tratamiento de primeros auxilios. La sustancia puede entonces convertirse en un riesgo tóxico más grave, por ejemplo, los solventes de hidrocarburo son relativamente más peligrosos en los pulmones que en el

estómago, ya que los pulmones pueden absorber más pronto sus vapores de lo que el conducto gastrointestinal puede absorber el líquido.

Control de sustancias tóxicas

En función de la exposición en el trabajo a las sustancias tóxicas, los aspectos más importantes de los estudios toxicológicos consisten en determinar la situación y concentración en las cuales puede usarse con seguridad una determinada sustancia. Una de las organizaciones más importantes dedicadas al examen de los datos toxicológicos y a la determinación de los límites de trabajo seguros. Es la American Conference of Government Industrial Hygienists (A.C.G.I.H.) (Conferencia Norteamericana de Higienistas Industriales Gubernamentales. Los límites se denominan Valores Límites de Umbral (V.L.U.) y estos mismos límites son publicados, con adiciones y diferencias poco importante por el UK Health and Safety Executive (H.S.E.) (Organismo Ejecutivo en cuanto a la Salud y la Seguridad en el Reino Unido). Las alteraciones se relacionan con límites controlados por los reglamentos del Reino Unido.

Los valores límites de umbral se refieren a la concentración máxima en el aire de sustancias a 298 K (25 C) y 100 kPa (760 mm Hg) de presión. que puede ser tolerada por casi todas las personas en su trabajo durante exposiciones repetidas día tras día sin que sufran efectos adversos. Algunas personas serán estadísticamente afectadas, pero el nivel de su incomodidad cabe esperar será mínimo. Es importante observar que las VLU constituyen guías referentes al empleo seguro de las sustancias. Hay tres categorías de VLU:

1. Los Valores Límites de Umbral promedio ponderado de tiempo (V.L.U.-PPT). Esta da las exposiciones, basadas en días de trabajo de ocho horas y semana de 40 horas, que no producirán efectos contrarios. La concentración de sustancia a la que se expone una persona puede variar (dentro de ciertos límites) con tal de que no exceda la dosis recibida durante una exposición de ocho horas.
2. Valores límites de Umbral límite de exposición breve (VLU-LEB). Esta controla, en el caso de algunas sustancias, unos niveles más elevados de exposición, superiores al V.L.U. PPT durante periodos hasta de 15 minutos, con tal de que no se produzcan más de cuatro exposiciones breves durante el día, con un espaciado mínimo de una hora entre los periodos de exposición.
3. Valores Límites de Umbral tope (V.L.U.-T) éste es un nivel que nunca deberá excederse durante ningún lapso de tiempo.

En la situación ocupacional, el sistema V.L.U., se considera como guía en cuanto a los límites superiores de exposición a sustancias peligrosas, aplicándose en la práctica límites más reducidos. Las consecuencias plenas del sistema V.L.U., son más complicadas de lo que indicarla una breve exposición, y se recomienda se acuda a las publicaciones de la H.S.E., para lograr así un conocimiento más

profundo. Es importante comprender que el sistema V.L.U., deberá ser aplicado en todo caso bajo la guía de un higienista Industrial con experiencia; los técnicos no cuentan con dicha capacidad y no deben aplicar este sistema sin recibir una orientación adecuada. Cuando están siendo aplicados los V.L.U., y se cuenta con hojas con datos referentes a las sustancias, hay dos aspectos cuya importancia no se debe olvidar. Estos son:

1. No son índice de la toxicidad relativa.
2. No indican la naturaleza peligrosa relativa de una sustancia.

Ambos aspectos pueden ilustrarse adecuadamente examinando los V.L.U. correspondientes al cianuro de hidrógeno.

	VLU-PPT	VLU-LEB
Cianuro de hidrógeno (piel)	10 ppm	15 ppm
Cloruro de hidrógeno (tope)	5 ppm	5 ppm

- (a) El valor correspondiente al PPT del cianuro de hidrógeno puede aumentar en 50 por ciento para dar el valor LEB sin efectos adversos. El valor del cloruro de hidrógeno es un valor tope (T), y nunca deberá ser excedido; sin duda alguna, el cianuro de hidrógeno es potencialmente una sustancia extremadamente tóxica si se aumenta el valor del LEB mediante un factor de tres hasta llegar a una concentración de 45 ppm, en cuyo caso la mayoría de las personas morirían en un plazo de entre 5 y 10 minutos. La exposición al cloruro de hidrógeno con una concentración de 15 ppm (3 x el valor T) durante 10 minutos constituiría una experiencia desagradable, pero con pocas probabilidades de resultar mortal.
- (b) La mención que se hace de la piel en contacto con el cianuro de hidrógeno indica que tiene propiedad de penetrar en el cuerpo por absorción cutánea, así como por inhalación e ingestión. El cloruro de hidrógeno como norma general, se inhalará únicamente.

Por lo tanto, puede verse con toda claridad en (a) y (b) que el cianuro de hidrógeno es más peligroso en función de su toxicidad y su propiedad para penetrar al cuerpo, en comparación con el cloruro de hidrógeno, pero en cuanto a su empleo seguro, aplicando el sistema VLU, es mayor la cantidad de cianuro de hidrógeno que puede ser tolerada por el cuerpo que la correspondiente al cloruro de hidrógeno.

Sustancias corrosivas

Las sustancias corrosivas pueden ocasionar quemaduras químicas, y pueden caracterizarse como sustancias que producen una destrucción rápida de los tejidos

del cuerpo en el punto de aplicación. El ataque corrosivo es consecuencia de una reacción química directa, la que puede subdividirse en los grupos siguientes:

- (I) deshidratación por
ácidos, por ejemplo, ácido sulfúrico concentrado*
álcalis, por ejemplo, hidróxido de sodio y sus soluciones
anhídridos ácidos, por ejemplo, anhídrido ácido etanoico

(*Nota: las reacciones ocasionan también quemaduras térmicas debidas al calor de la hidratación de los substratos.)

- (II) Oxidación ocasionada *por los oxidantes reactivos*.
Por ejemplo: ácido nítrico, trióxido de cromo (sólido o en solución), bromo.
- (III) Reducción ocasionada *por reductores reactivos*.
Por ejemplo: sodio y metal de potasio.
Estos metales causan también quemaduras por deshidratación debido a la formación de álcalis muy concentrados.
- (IV) Desnaturalización de proteínas como ocasionadas por el fenol.

La piel y los ojos son las partes del cuerpo más vulnerables al ataque por parte de los productos químicos corrosivos, seguidos Inmediatamente por la Irritación del conducto respiratorio. El conducto gastrointestinal es, en general, el último vulnerable, pero no deberá ignorarse una Ingestión accidental como riesgo potencial.

La piel brinda una protección general al cuerpo así como alguna resistencia a las sustancias corrosivas. Esto permite en la mayoría de los casos disponer de algún tiempo para lavar los agentes corrosivos antes de que se produzca un daño grave a los tejidos. Los ojos, sin embargo, son muy susceptibles al ataque por los agentes corrosivos. Sólo se requiere una cantidad muy pequeña para que se ocasione en los ojos un daño que se traduzca en la pérdida temporal de la visión, o en la ceguera.

Debido a la complejidad de sus estructuras, todos los tipos de sustancias químicas, incluso en forma muy diluida, son potencialmente corrosivos para el ojo. La gravedad de las quemaduras por ácido puede en general relacionarse con el valor pH de la solución y la capacidad de los aniones ácidos para combinarse con la proteína. Las soluciones de ácido hidrociónico, por ejemplo, con molaridades más concentradas del 0.1 M (por ejemplo pH 1, o menos) causan un daño grave, pero soluciones menos concentradas (por ejemplo por encima de pH 1) el efecto es mucho menor, lo que indica que el Ion de cloruro participa muy poco, o nada, en la acción corrosiva.

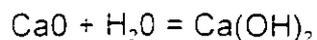
Los ácidos orgánicos cuyos aniones pueden combinarse con la proteína son fuente posible de quemaduras graves hasta PH 5 o pH 6. es decir. 2,2,2,-ácido tricloroetanoico.

La gravedad de la acción corrosiva del ácido sulfúrico concentrado aumenta por el efecto térmico producido por el ácido al diluirse en el fluido de los ojos, o a medida que el tejido queda destruido por la acción deshidratante del ácido.

Las propiedades fuertemente oxidantes del ácido nítrico se agregan a su peligro potencial.

El dióxido líquido de azufre a presión puede ocasionar daños graves a los ojos si un chorro del líquido cae sobre la córnea. El ácido sulfuroso (H₂SO₃) se forma por hidrólisis del dióxido de azufre por el agua en la córnea. y también dentro de la córnea después de que el dióxido de azufre ha sido absorbido. Es necesario tener cuidado con la cantidad de óxido visible generalmente en la mayoría de las vasijas que contienen dióxido de azufre en los laboratorios.

Con las soluciones alcalinas, la gravedad del daño guarda relación con el pH de la solución y el tiempo de exposición. Por regla general, cuanto más elevado es el valor pH, más breve es el tiempo requerido para producir un daño. El carácter insidioso de las quemaduras por álcali da lugar a que la apariencia inicial de dichas quemaduras desorienta. Después de que ha tenido lugar un contacto inicial aparentemente leve, pueden producirse posteriormente graves daños. El catión, en general, tiene poco efecto en cuanto a la gravedad del daño ocasionado por los álcalis: hay, sin embargo, dos excepciones observables, el ion de amonio y el ion del calcio en el óxido de calcio. Cuando el amoníaco o las soluciones de amonio se ponen en contacto con la córnea, el ion de amonio se difunde rápidamente en el tejido, ocasionando quemaduras profundas. Con dicho ritmo rápido de penetración, el tiempo disponible para lavar el álcali está muy limitado. Un tiempo superior de exposición aumenta la gravedad de la lesión. Cuando el óxido de calcio se encuentra en contacto con el ojo, se produce la hidrólisis con el hidróxido de calcio, lo que agrega la posibilidad de una quemadura por álcali



Esta situación se complica aún más por la baja solubilidad del hidróxido de calcio, y por una reacción secundaria con la proteína, lo que da lugar a la formación de pequeños grumos de sustancias insolubles. La eliminación de dichos grumos es muy difícil, y en tanto continúan presentes siguen constituyendo un depósito de hidróxido de calcio, con la posibilidad de un ataque alcalino persistente.

El daño a los ojos por los compuestos orgánicos se agrava porque dichos compuestos son fácilmente absorbidos por los tejidos grasos, lo que se traduce en un daño profundo a los tejidos. El daño principal que pueden ocasionar las sustancias reactivas son la destrucción física de los tejidos, por ejemplo, el cloruro de bencenecamonil (C₆H₅COCl), y en segundo lugar compuestos cuyas reacciones

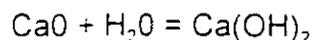
Los ácidos orgánicos cuyos aniones pueden combinarse con la proteína son fuente posible de quemaduras graves hasta PH 5 o pH 6. es decir. 2,2,2,-ácido tricloroetanoico.

La gravedad de la acción corrosiva del ácido sulfúrico concentrado aumenta por el efecto térmico producido por el ácido al diluirse en el fluido de los ojos, o a medida que el tejido queda destruido por la acción deshidratante del ácido.

Las propiedades fuertemente oxidantes del ácido nítrico se agregan a su peligro potencial.

El dióxido líquido de azufre a presión puede ocasionar daños graves a los ojos si un chorro del líquido cae sobre la córnea. El ácido sulfuroso (H₂SO₃) se forma por hidrólisis del dióxido de azufre por el agua en la córnea. y también dentro de la córnea después de que el dióxido de azufre ha sido absorbido. Es necesario tener cuidado con la cantidad de óxido visible generalmente en la mayoría de las vasijas que contienen dióxido de azufre en los laboratorios.

Con las soluciones alcalinas, la gravedad del daño guarda relación con el pH de la solución y el tiempo de exposición. Por regla general, cuanto más elevado es el valor pH, más breve es el tiempo requerido para producir un daño. El carácter insidioso de las quemaduras por álcali da lugar a que la apariencia inicial de dichas quemaduras desorienta. Después de que ha tenido lugar un contacto inicial aparentemente leve, pueden producirse posteriormente graves daños. El catión, en general, tiene poco efecto en cuanto a la gravedad del daño ocasionado por los álcalis: hay, sin embargo, dos excepciones observables, el ion de amonio y el ion del calcio en el óxido de calcio. Cuando el amonio o las soluciones de amonio se ponen en contacto con la córnea, el ion de amonio se difunde rápidamente en el tejido, ocasionando quemaduras profundas. Con dicho ritmo rápido de penetración, el tiempo disponible para lavar el álcali está muy limitado. Un tiempo superior de exposición aumenta la gravedad de la lesión. Cuando el óxido de calcio se encuentra en contacto con el ojo, se produce la hidrólisis con el hidróxido de calcio, lo que agrega la posibilidad de una quemadura por álcali.



Esta situación se complica aún más por la baja solubilidad del hidróxido de calcio, y por una reacción secundaria con la proteína, lo que da lugar a la formación de pequeños grumos de sustancias insolubles. La eliminación de dichos grumos es muy difícil, y en tanto continúan presentes siguen constituyendo un depósito de hidróxido de calcio, con la posibilidad de un ataque alcalino persistente.

El daño a los ojos por los compuestos orgánicos se agrava porque dichos compuestos son fácilmente absorbidos por los tejidos grasos, lo que se traduce en un daño profundo a los tejidos. El daño principal que pueden ocasionar las sustancias reactivas son la destrucción física de los tejidos, por ejemplo, el cloruro de bencenecamonil (C₆H₅COCl), y en segundo lugar compuestos cuyas reacciones

son menos graves, por ejemplo, los distintos solventes. En el segundo grupo, después del choque inicial, puede experimentarse una leve pérdida de la visión, pero ésta se normaliza después de un breve periodo, y cualquier tejido dañado se recupera en general sin pérdida de la visión.

Los detergentes, debido a sus propiedades en cuanto a la solución de grasas, son absorbidos rápidamente por los tejidos del ojo, y pueden ocasionar quemaduras graves si no se lavan inmediatamente.

Sustancias dermatósicas

La dermatitis es una situación no infecciosa e inflamatorio de la piel, ocasionada por un contacto prolongado con agentes químicos o físicos. En algunos casos esta situación ocasiona sólo incomodidades menores, pero en algunos otros da lugar a un problema serio y de desagradable aspecto. Deberá tenerse presente que el amplio empleo de sustancias químicas en la vida diaria puede dar lugar a dermatitis en casos que no guardan relación con el trabajo, por ejemplo, los equipos utilizados en los pasatiempos favoritos, o en el trabajo hecho en casa por uno mismo, en los que se emplean adhesivos modernos y materiales resinosos para moldeo.

La formación de una capa celular exterior dura, y la secreción glandular de una capa protectora grasosa, suministran a la piel un mecanismo defensivo adecuado contra los ataques del ambiente natural. Lamentablemente esa protección se reduce en buena medida bajo la acción de agentes químicos o físicos que destruyen la capa protectora exterior y disuelven el recubrimiento graso: por ejemplo, en las situaciones que se encuentran a diario en muchas ocupaciones, y cuyo efecto se demuestra observando los miles de días de trabajo que se pierden debido a la dermatitis ocupacional. La importancia de esta situación se demuestra por el reconocimiento de la dermatitis no infecciosa como enfermedad prescrita de acuerdo con la ley de 1965 por la National Insurance (Industrial Injuries), y por la publicación de las listas que contienen muchos cientos de sustancias que al ser usadas de un modo continuo pueden ocasionar dermatitis.

Son dos las categorías de dermatitis ocupacional: (I) dermatitis por contacto, y (II) dermatitis por sensibilización.

Fig. Sección esquemática de la piel

Dermatitis Por contacto

Esta situación la ocasionan sustancias denominadas irritantes cutáneos primarios. Estas actúan mediante ataque directo sobre la piel, ocasionando la destrucción de los tejidos, o por desengrasado. Para causar irritación, esta sustancia debe encontrarse presente con una concentración suficiente y durante un periodo apropiado. La Interrupción de la exposición va generalmente seguida por la recuperación. Con frecuencia puede tolerarse una posterior exposición sin que vuelvan a presentarse situaciones graves, con tal de que se tomen las precauciones necesarias, y que el periodo de contacto sea limitado,

Dermatitis por sensibilización

Este estado lo ocasionan sustancias llamadas sensibilizadores cutáneos, los que no causan necesariamente una respuesta inflamatorio al primer contacto, pero dan lugar a una respuesta alérgica de las reacciones metabólicas de la piel. La dermatitis se producirá una vez que se ha desarrollado la respuesta. Esto puede tener lugar a lo largo de un periodo de días o de varios meses. La recuperación de la situación dermatósica tendrá lugar cuando la persona deje de estar en contacto, pero la respuesta alérgica continuará. Esto dará lugar a una dermatitis grave, la que se desarrollará muy rápidamente, aun cuando una exposición posterior sea muy breve. En el caso de algunas personas, las sustancias que en general se consideran como irritantes primarios pueden ocasionar una reacción de sensibilización y una respuesta dérmica debido a un contacto posterior.

Otro problema relativo a las sustancias sensibilizadoras es el de que una vez que han producido una reacción sensibilizante, las victimas pueden hacerse susceptibles a otros compuestos. Esto se denomina sensibilización cruzada, por ejemplo, la penicilina puede dar lugar a una reacción alérgica al usar compuestos con estructura similar.

Algunos ejemplos de irmtantes cutáneos primarios

aceites minerales	clorados, etoxietano, propanone
grasas solventes, tales como el petróleo, alcohol blanco, hidrocarburos	álcalis fuertes y pegamentos ácidos
	agentes físicos: calor, frío, radiación, fricción

Algunos ejemplos de sensibdizadores cutáneos

reveladores fotográficos	soluciones de metanal
aditivos del caucho	cromatos VI
resinas epoxi y fenol-formaldehído	serrín-teca Africana (o Iroko)
compuestos del níquel	Antibióticos, penicilina y estreptomocina
tintes para el cabello que contengan 1,4 diamino-benzeno	

Medidas preventivas

El objetivo principal en la prevención de la dermatitis consiste en la limitación de la exposición a un mínimo práctico. En el caso de los ambientes polvorientos y los gases, esto puede lograrse mediante el uso de una ventilación eficaz, mediante la cual la sustancia 'ofensiva' se hace pasar a un lugar 'seguro'. Cuando se utilizan líquidos, pastas o sólidos sin polvo, deberá utilizarse el equipo protector adecuado, por ejemplo, guantes, delantales, botas altas, sobretodos con cuellos y puños bien ajustados. El uso de las cremas como barrera brinda alguna protección contra los irritantes primarios, pero carece de valor en relación con los sensibilizadores cutáneos. Como precaución adicional contra posibles fallas en el control de la seguridad, es muy importante la higiene personal en la prevención de la dermatitis, a la vez que debe observarse una atención estricta a los métodos de trabajo e Instrucciones al respecto.

Riesgos por Inhalación de polvos y fibras

Los pulmones permiten al cuerpo llevar a cabo un intercambio del oxígeno que se inhala del aire, y del bióxido de carbono producido en la sangre. El Intercambio de gases tiene lugar a través de membranas elásticas muy delgadas que forman millones de estructuras en forma de minúsculos globos, llamados alveolos o sacos de aire. La superficie de los alveolos en un pulmón humano se calcula que es igual a la de un campo de tenis. El sistema es muy eficiente, y puede cubrir todas las necesidades respiratorias: lamentablemente, como el mecanismo de absorción es en lo fundamental un proceso físico, los pulmones no diferencian entre gases y vapores, por lo que el cuerpo resulta vulnerable a las sustancias tóxicas.

Mecanismos protectores contra la inhalación de materiales sólidos

La figura 3.3, muestra la estructura básica del sistema respiratorio.

Las partículas grandes de polvo se filtran mecánicamente mediante los pelos del interior de la nariz y por el paso nasal superior. Las partículas más pequeñas, que entran por los pasos nasales superiores y llegan a la estructura pulmonar, se depositan en las paredes de los conductos. Sólo las partículas de aproximadamente 2 a 0.5 micrones ($1 \text{ micrón} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}$), llegan a depositarse en los alvéolos. Aquellas cuyo tamaño es inferior a 0.5 micrones quedan habitualmente en suspensión y salen de los pulmones al producirse la exhalación.

Las partículas depositadas en las paredes de los conductos de aire quedan atrapadas en una mucosa húmeda y pegajosa, y se eliminan cuando dicha mucosa se expele mediante la tos, el estornudo o tragando. Este proceso se produce con facilidad en la nariz y en la faringe, pero, desde la laringe hasta los bronquiolos terminales, el cuerpo ha desarrollado un sistema especial que consiste en un recubrimiento de células semejantes a cabellos que se encuentran en movimiento constante, barriendo el moco y el material depositado, lanzándolo hacia arriba y

separándolo de los alvéolos, hasta que es descargado desde la laringe mediante la tos o al ser tragado. Este sistema se denomina escalador ciliario.

Cuando los sólidos quedan depositados en los alvéolos, entra en operación un sistema bioquímico de defensa. Unas células sanguíneas barredoras, semejantes a las amibas, pasan de la sangre a través de las paredes de los alvéolos, y absorben

Fig. Sistema respiratorio, y sección ampliada de una bronquiola terminal.

Las partículas depositadas. Cuando están 'llenas', emigran hasta terrenos separados de los alvéolos. Con tal de que las partículas sean inertes, pueden permanecer en la estructura pulmonar sin causar alteraciones marcadas en la respiración. El óxido de hierro constituye un ejemplo de tales sustancias.

Algunos polvos son tóxicos para las células y les dan muerte. en respuesta a lo cual el cuerpo libera sustancias que reparan el daño-. esto se traduce lamentablemente en la formación de un tejido cicatrizado 'inelástico', que una vez que se forma reduce la capacidad pulmonar para la respiración normal. El sílice recién cortado, que se produce en la minería y en la arena usada para la fundición de metales, tiene este efecto tóxico, y da lugar a una enfermedad denominada silicosis.

Las fibras inorgánicas, tales como las del asbesto, pueden producir un efecto semejante sobre las células, el cual, cuando el daño llega a ser amplio, produce asbestosis. La capacidad de los materiales fibrosos para penetrar hasta los alvéolos, y su acción tóxica sobre las células limpiadoras depende en muy buena medida de la forma de las fibras. Una razón entre la longitud y el ancho de aproximadamente 3: 1, y una longitud no menor de 5 micrones se considera como un tamaño peligroso.

El polvo orgánico fibroso puede producir la misma toxicidad "física", pero con frecuencia se le agrega el problema de ser ligeramente soluble en el fluido pulmonar, liberando agentes tóxicos. Estos pueden ocasionar reacciones alérgicas. Los que trabajan el algodón sufren una enfermedad llamada bisinosis, cuyos síntomas son semejantes a los del asma. Algunos microorganismos pueden dar lugar también a respuestas alérgicas en los pulmones. Con la Instalación de los sistemas de acondicionamiento del aire en los edificios modernos, se han creado condiciones ideales para que se multipliquen los organismos, lo que sitúa a los trabajadores en una situación peligrosa denominada "fiebre del aire acondicionado".

Control de las partículas respirables

El control de los polvos respirables peligrosos constituye fundamentalmente un problema de ingeniería, que consiste en suprimir el polvo, y en la ventilación para

darle salida. En algunos casos es necesario que los técnicos utilicen equipo protector para la respiración. Donde tales situaciones se producen, es importante que el equipo sea comprobado para ver que se ajuste cómodamente, y que se le use durante la totalidad del tiempo de exposición. Si el equipo resulta incómodo, su eliminación debe tener lugar únicamente en una zona 'segura'. Antes de utilizar una máscara para protección contra un determinado polvo, es de vital importancia comprobar que dicha máscara es capaz de filtrar aquel polvo. Muchas máscaras son capaces únicamente de llevar a cabo un proceso de filtrado que la nariz realiza con total eficacia, pero no protege contra el tamaño de polvos que pueden quedar depositados en los alvéolos.

Accidentes por exposición a gases

Los accidentes por gaseamiento constituyen sucesos ocupacionales comunes. El gaseamiento supone la inhalación de un aire que contiene un gas tóxico o corrosivo, el que puede ser absorbido por el sistema respiratorio produciendo una respuesta aguda. Uno de los tipos más frecuentes de accidentes por gaseamiento se produce cuando el cuerpo sufre por falta de oxígeno; esto se denomina anoxia, y puede tener lugar de dos maneras.

En primer lugar la anoxia simple, en la que la cantidad de oxígeno en el aire se ha reducido por debajo del nivel que puede soportar adecuadamente la respiración (aproximadamente un 16 por ciento). Las situaciones en que tal cosa puede producirse son:

- (a) durante un incendio, cuando se producen grandes cantidades de bióxido de carbono, consumiéndose el oxígeno.
- (b) cuando el oxígeno es desplazado de la fracción de vaporación de un líquido inerte, tal como el nitrógeno líquido, o como consecuencia de la introducción de un gas inerte en una gran vasija, o cuando el oxígeno se ha gastado como consecuencia de la oxidación en una vasija hermética cerrada durante un largo periodo.

En segundo lugar la **anoxia tóxica**, se produce cuando se impide que el oxígeno viaje a través del cuerpo hacia la sangre. Esto puede ocasionarse por inhalación de: monóxido de carbono (CO); sulfuro de hidrógeno (H₂S); cianuro de hidrógeno (HCN); o arsenamina (AsH₃). Un riesgo más en el caso del H₂S, HCN y AsH₃ es que éstos pueden ser generados en forma inesperada cuando los sulfuros, cianuros, arseniuros, o aleaciones que contengan arsénico, se ponen en contacto con ácidos (pág. 90). El sulfuro de hidrógeno cuenta con el riesgo adicional de paralizar el sentido del olfato, lo que puede dar una falsa sensación de seguridad a la infortunada víctima. El monóxido de carbono, que no tiene un olor distintivo, es muy peligroso, ya que la víctima no tiene noticia de que está respirando el gas, y puede verse incapacitada sin intentar abandonar la zona de peligro.

Los gases que atacan el sistema respiratorio causando una reacción grave corrosiva o inflamatoria de los tejidos se denominan gases irritantes. Entre ellos se incluyen los gases ácidos, tales como el ácido sulfúrico pulverizado, los ácidos hidroclicóricos o hidrófluóricos, el bióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno, los gases neutrales tales como los halógenos, el cloruro de carbonilo (COCl) y el trióxido de azufre (O₃) y el gas alcalino, el amoníaco (NH₃). Además de ocasionar daños en los tejidos, el amoníaco y el bióxido de azufre ocasionan una contracción de los bronquios, lo que hace difícil la respiración y da a la víctima una sensación de ahogo.

Los vapores procedentes de los solventes orgánicos, tales como el etoxietano (C₂H₅OC₂H₅) y el 1, 1, 1 -tricloroetano (CH₃CCl₃) producen una reacción anestésica denominada **narcosis**, que con frecuencia lleva a la víctima hacia la inconsciencia.

En un caso de exposición a gases, el trastorno denominado fiebre por humos, la que produce síntomas semejantes a un ataque de gripe, puede producirse cuando se inhalan vapores que contengan cinc, cobre o bronce (fiebre por humos metálicos). Este estado puede producirse también al absorber ciertos polímeros (**fiebre por humos de polímeros**), por ejemplo cloruro de polivinilo (PVC) politetrafluoretileno (PTFE). El estado que se crea puede ser muy grave y durar varios días; la recuperación se produce sin que se hayan observado efectos posteriores.

Primeros auxilios en el caso de inhalación de gases, excepto el cianuro de hidrogeno

1. Preocúpese en primer lugar por su propia seguridad. Y a continuación saque a la víctima de la zona de peligro
2. Afloje sus ropas apretadas, por ejemplo, corbatas, cuellos, cinturones, etc
3. Si la víctima está inconsciente y ha dejado de respirar, aplique la respiración artificial mediante el método de boca a boca (véase la página 175).
4. Si la víctima está inconsciente, pero respira, colóquese el cuerpo con la cara hacia abajo y con la cabeza girada hacia un lado, para permitir una respiración fácil (posición de coma)
5. Haga lo preciso para que la víctima reciba atención médica, o envíela a un hospital. Si es posible, envíe al propio hospital detalles acerca del accidente del gaseamiento y del tratamiento que se haya dado.

4.4. Riesgos relativos a los materiales biológicos.

Es necesario insistir en los riesgos potenciales en que se incurre al trabajar con animales y microorganismos en el laboratorio. Tales riesgos pueden ir más allá de

los trabajadores del laboratorio directamente implicados, abarcando a personas y animales ajenos a la situación de trabajo.

Es absolutamente necesario que los técnicos que trabajan con materiales microbiológicos reciban un entrenamiento escrupuloso y sean supervisados, por alguien altamente calificado. Por ejemplo, un técnico entrenado en química tal vez estará capacitado para hacer frente a todos los riesgos físicos y mecánicos que generalmente se encuentran en un laboratorio, pero se hallaría en una situación 'de riesgo' al preparar cultivos en un laboratorio biológico y, por lo tanto, para hacerlo necesitará del consejo de un experto.

Los microorganismos están presentes siempre. Lo están en la tierra, en el agua natural, en el aire, en los alimentos, en el hombre y en los animales, por ejemplo, en sus pieles y en sus intestinos. La mayoría de los microorganismos son totalmente inofensivos: muchos de ellos son útiles y necesarios para las funciones normales del cuerpo, pero algunas bacterias son particularmente peligrosas y se les denomina patógenas. Patógeno significa capaz de causar enfermedades.

Las bacterias patógenas pueden estar presentes en el ambiente en cualquier momento, con concentraciones bajas, y por lo tanto, no constituyen un problema aparente hasta que puedan multiplicarse rápidamente al encontrar condiciones adecuadas. Un laboratorio en donde se cultivan bacterias inofensivas puede constituir un lugar excelente para que crezcan las bacterias dañinas.

Todos los materiales biológicos deben ser considerados como riesgos potenciales. Incluso cuando procedan de gente 'saludable', este material puede constituir una fuente de infección.

Riesgos específicos

Rotulación de las muestras

Todos los materiales deberán estar claramente rotulados con etiquetas autoadhesivas como norma habitual, y aquellas muestras que se sepa o haya la posibilidad de que sean peligrosas, deberán estar marcadas en la forma que indique el supervisor del laboratorio. El sistema para recepción, estudio científico y eliminación de muestras debe estar bien aclarado, y deberá ser practicado por todos los miembros del personal.

Eliminación de desperdicios

Los desperdicios, tales como los fragmentos de cristal, los escalpelos y las agujas, deben colocarse, después de ser esterilizados en los recipientes con que se cuenta. Estos recipientes deben estar a su vez claramente rotulados. Las jeringas y agujas hipodérmicas deberán destruirse después de usadas, o dañarse en forma que no puedan ser recuperadas y vueltas a usar.

Deberán aplicarse procedimientos de esterilización en la zona de trabajo del laboratorio. Algunos materiales que deban ser incinerados habrán de ser colocados en bolsas de polietileno, o transportados de cualquier otra forma segura al incinerador, tarea que debe realizar una persona competente. El proceso de Incineración debe llevarse a cabo también en forma adecuada.

Los restos de animales, si no están Infectados, se eliminan convenientemente por medio de un macerador que reduce dichos restos convirtiéndolos en pulpa, eliminándolos a continuación mediante las tuberías de alcantarillado, utilizando para ello una buena cantidad de agua.

Batas de laboratorio

Todas las batas de laboratorio, así como las demás piezas de protección y equipo, deberán ser tratadas como parte del mobiliario del laboratorio, y no deberán salir nunca de la zona de trabajo. Deben ser sometidas a una limpieza y esterilización rutinarias. En las bolsas de las batas de laboratorio no deberán colocarse efectos personales.

Ingestión de materiales infecciosos

El comer, beber y fumar en las zonas de trabajo deberá estar prohibido en todo momento. No deberá permitirse Introducir alimentos y bebidas al laboratorio, ni siquiera cuando tales elementos se encuentren protegidos en una caja para comida. El comer, beber y fumar, así como la preparación de alimentos y bebidas, deberá permitirse únicamente en los recintos autorizados para tales fines.

No pueden tolerarse hábitos personales indeseables, tales como el morderse las uñas o el chupar plumas o lápices ya que tales costumbres indican que son poco apropiadas para el trabajo en laboratorio. Es esencial un elevado estándar de higiene personal, practicado en todo momento por todo el personal.

Cuando se utilicen etiquetas para rotulado, deberán ser del tipo autoadheribles.

Debe prohibirse el sacar líquidos por succión. Todas las pipetas deberán estar adecuadamente equipadas con dispositivos de seguridad, de forma que no pueda llevarse a cabo el pipeteado por absorción. Las pipetas deben ser desinfectadas después de usadas.

Aerosoles

El aerosol puede definirse como una suspensión de partículas sumamente pequeñas, sólidas o líquidas, en el aire o en otro gas. La neblina constituye un ejemplo de aerosol agua/aire.

Por ser respiradas directamente hacia los pulmones, resulta fácil comprender por qué los aerosoles se consideran como una fuente importante de riesgos potenciales

en cualquier laboratorio. En lo que se refiere a los microorganismos. Los aerosoles son especialmente peligrosos.

Los aerosoles son un método significativo mediante el cual pueden dispersarse en el aire los microorganismos, siendo la Inhalación del aire contaminado de esta manera una forma habitual de infección. Los aerosoles no solamente se obtienen en los recipientes para rociar. Pueden generarse cuando un gas pasa en burbujas a través de un líquido, o durante la transferencia de líquidos en los trabajos normales de laboratorio, por ejemplo:

- Al quitar el tapón de una botella;
- Al abrir botellas que contienen líquidos, especialmente cuando éstos se encuentran bajo una leve presión;
- Al trasvasar líquidos de una vasija a otra;
- Al pipetear, especialmente cuando esta tarea se lleva a cabo rápidamente.
- Al jeringar, particularmente cuando se utiliza un bombeo de acción rápida.
- Al limpiar o secar las soluciones que se haya vertido;
- Por el flujo rápido de aire sobre la superficie de un líquido;
- Al quitar mecánicamente los líquidos-.,
- Al usar piezas de equipo en las que haya partes en rápido movimiento. tales como los homogenizadores, maceradores y centrifugas.

Muchas de las operaciones de laboratorio se llevan a cabo mejor aplicando sistemas de extracción adecuadamente proyectados, por ejemplo. gabinetes de seguridad operados a una presión ligeramente reducida, en los que se cuenta con un sistema de filtrado del aire, especialmente cuando se están utilizando los microorganismos más peligrosos.

Autoinoculación.

Esta puede ocurrir con toda facilidad mediante contacto cutáneo con un cultivo de microorganismos, al manejar piezas rotas de vidrio, o a consecuencia del mal manejo de instrumentos agudos tales como las agujas o los instrumentos de disección. Puede reducirse el peligro de autoinoculación aplicando los procedimientos correctos y las necesarias medidas de precaución.

Todos los cortes y rasguños en las manos y brazos deberán cubrirse con adhesivos a prueba de agua antes de iniciar el trabajo. Cuando se produce un corte durante una sesión en el laboratorio, deberá pensarse en la conveniencia de recibir una Inyección antitetánica, además de las medidas habituales de primeros auxilios

Se recomienda alguna forma de protección de los ojos. lo que en algunos casos disminuye la entrada posible de bacterias. El utilizar una máscara que cubre boca y nariz constituye también en algunas circunstancias una precaución adecuada.

Medidas generales de protección

Contención en general

El diseño y distribución de las zonas de trabajo del laboratorio debe ser de tal manera que se facilite la exclusión del laboratorio de animales, pájaros e Insectos (por ejemplo: ratones, gorriones, hormigas y cucarachas).

Las especies experimentales del laboratorio deberán estar adecuadamente protegidas.

Los parásitos, así como los microorganismos, pueden ser patógenos. y cuando dichos organismos potencialmente dañinos estén en uso deberán tomarse las precauciones correspondientes.

Algunos insectos y arañas pueden ocasionar mordidas o picaduras peligrosas. Deberán tomarse precauciones para evitar se escapen algunas especies, especialmente las que tanto social como biológicamente son inaceptables, por ejemplo, las pulgas.

Control de la infección

Las precauciones adecuadas a tomar pueden basarse en las etapas del proceso infeccioso. Estas se relacionan como sigue:

- (a) un agente causativo;
- (b) una fuente del agente;
- (c) un método de escape desde la fuente;
- (d) un método de transmisión desde la fuente;
- (e) un método de entrada al huésped.

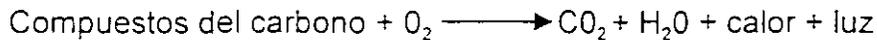
4.5 Fuego y explosión

Fuego

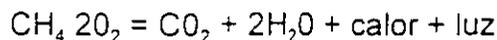
El fuego, según indica un viejo adagio, es un buen servidor pero un mal amo. La prudencia que contienen estas palabras se demuestra demasiado frecuentemente en los Informes acerca de los incendios que se traducen en pérdida de vida o en daños a las propiedades. El fuego, el mal amo, es un riesgo constante en el trabajo, en el hogar y en nuestras actividades de ocio, como lo demuestran las estadísticas siguientes:

Promedio por año	Incendios industriales	Otros incendios (incluidos los hogares)
Muertes	160	900
Costo de los daños	137 millones de £	5.25 millones de £

El fuego es consecuencia del calor y la luz que se produce durante las reacciones químicas denominadas de combustión. En la mayoría de los fuegos, la reacción de combustión se basa en el oxígeno del aire, al reaccionar aquél con un material inflamable tal como la madera, las ropas, el papel, el petróleo o los solventes, los cuales entran en la clasificación química general de compuestos orgánicos, por ejemplo, los compuestos del carbono. La reacción general que se produce durante la combustión es la siguiente:



Una reacción de combustión muy simple es la que ocurre entre el gas metano, CH_4 , y el oxígeno, para dar bióxido de carbono, CO_2 y agua:



La anterior es una reacción completa, y muestra que una molécula (unidad) de metano requiere dos moléculas (unidades) de oxígeno para dar una combustión completa. Si la reacción se realiza sin el oxígeno suficiente, dicha reacción se dice que es Incompleta. La combustión Incompleta podría representarse como sigue:



La combustión Incompleta de compuestos orgánicos producirá monóxido de carbono y partículas de carbono las que, con pequeños fragmentos del material no quemado, causan humo. La formación del bióxido de carbono en la atmósfera hará más difícil la respiración. La mayoría de las personas que mueren en incendios lo hacen a consecuencia del efecto tóxico del humo y de los gases calientes, y no como consecuencia directa de las quemaduras

La combustión de la gasolina en el motor de un automóvil constituye un buen ejemplo de una reacción de combustión incompleta; el monóxido de carbono, el bióxido de carbono, el agua y el humo, todos son emitidos por el tubo de escape, depositándose una buena cantidad de carbón u hollín. Para lograr que la mezcla de aire y gasolina se "encienda" debe contarse con una bujía eficaz como fuente de ignición.

La combinación de combustible, oxígeno y calor suministra los tres componentes de la reacción de combustión que pueda dar origen al fuego. Los tres elementos del fuego pueden representarse mediante el triángulo que se muestra en la siguiente figura:

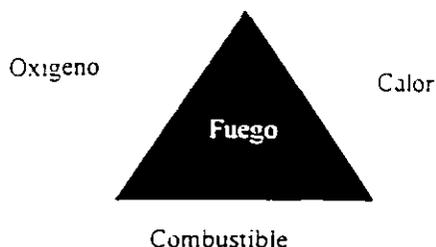
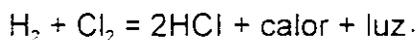


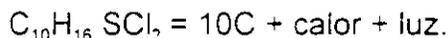
Fig. Triángulo del fuego.

Si el triángulo está incompleto no puede producirse fuego. La base sobre la que se apoya la prevención del fuego y la lucha contra el mismo consiste en romper el triángulo de fuego.

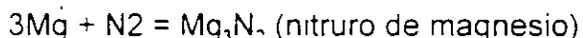
En general la reacción de combustión reside en el oxígeno del aire para que éste apoye la combustión, pero ésta no es la única fuente de oxígeno, ya que algunos compuestos contienen suficientes átomos de oxígeno en su estructura para quemarse sin que el aire ayude, solamente requieren calor. Como ejemplos bien conocidos de tales materiales están el celuloide, los explosivos denominados nitroglicerina y nitrocelulosa, la cordita y el nitrato de amoníaco. Los combustibles o los materiales inflamables no reaccionan siempre con el oxígeno para incendiarse; el cloro constituye un ejemplo de otro gas que puede contribuir a la combustión; a semejanza del oxígeno puede reaccionar con el hidrógeno.



y los compuestos orgánicos, por ejemplo, la trementina



Los accidentes con frecuencia los ocasiona lo inesperado, y el nitrógeno, como riesgo de incendio, puede sonar extraño, pero el caso es que puede arder con materiales reactivos y sus aleaciones, por ejemplo el magnesio



Debe recordarse que el aire contiene un 80 por ciento de N_2 y, por lo tanto, ofrece un suministro abundante de reactante para alimentar este tipo de fuego. La posibilidad de que un material se queme depende de sus propiedades físicas, a la vez que de sus propiedades químicas. Por regla general los materiales son inflamables únicamente en estado de vapor: son pocos los sólidos o los líquidos que arden directamente. La formación de vapor procedente de sólidos o líquidos se controla fundamentalmente mediante su temperatura. En la prevención de fuegos, el conocimiento de la capacidad de un material para formar vapores, y de la temperatura requerida para que dichos vapores se inflamen, es muy importante. Sin calor, o sin una fuente de ignición, el material inflamable puede utilizarse normalmente con plena seguridad en función de su riesgo de incendio. Una observación de la facilidad con que el vapor arde brinda también un sistema para graduar el peligro de fuego correspondiente a las distintas sustancias.

Punto de inflamación

El punto de inflamación de un líquido inflamable es la temperatura en la que se produce vapor suficiente, que al mezclarse con el aire y al ponerse en contacto con una llama producirá una inflamación. Los puntos de inflamación se utilizan para graduar la inflamabilidad de una sustancia y, en general, se determinan mediante el uso de los aparatos Abel o Pensky-Martens. Los datos acerca del punto de inflamación deben especificar el aparato que se utiliza, por ejemplo, el punto de inflamación del propano- 18°C Abel de recipiente cerrado. Los valores que se dan no son absolutos, y pueden variar de acuerdo con el tipo de aparato que se utiliza. Las "Highly Flammable Liquids and Liquefied Gases Regulation, 1972 (Reglamento acerca de los líquidos altamente inflamables y de los gases licuados, 1972) indica las sustancias cuyo punto de inflamación es inferior a 305 K (32°C) como altamente inflamables. La Comunidad Económica Europea (CEE) utiliza tres márgenes de inflamabilidad:

Punto de Inflamación inferior a 273 K (0 °C)	Extremadamente inflamable
273 K a 294 K (0° a 21 °C)	Altamente inflamable
294 K a 328 K (21° a 55 °C)	Inflamable

Algún día se superarán las diferencias en terminología, pero hasta este momento deberá tenerse cuidado de que la ley vigente en el Reino Unido se observe y no se produzca confusión con sustancias etiquetadas de acuerdo con el sistema de CEE.

Temperatura de ignición

Esta es la temperatura más baja a la que entrará en ignición una sustancia sin ayuda de una llama abierta. Las temperaturas de ignición se refieren a los sólidos, los líquidos y los vapores/gases. El calor suministrado a una sustancia, y que pueda ocasionar la ignición espontánea puede transportarse por conducción, convección o radiación. El fuego ocasionado por la radiación puede demostrarse haciendo arder un papel al concentrar sobre él, mediante una lupa, los rayos del sol

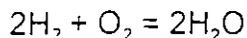
En la página 158 se dan ejemplos de sustancias inflamables, indicando sus puntos de inflamación y sus temperaturas de ignición.

Combustión espontánea

La combustión espontánea se produce cuando ciertas sustancias que son malas conductoras del calor se calientan en su interior. El calor atrapado hace que la temperatura se eleve hasta alcanzar la de ignición, en cuyo momento la masa estalla en llamas. El calentamiento interno puede estar determinado por reacciones que generen calor, o por reacciones bacteriológicas. Los fuegos en los pajares o en los descargadores de carbón constituyen ejemplos de combustión espontánea en gran escala. En una escala más reducida, los montones de paños o papel aceitosos y los paños o desechos con pintura, son fuentes posibles de combustión espontánea, la que puede ocasionar incendios mayores en el laboratorio o taller.

Límites explosivos bajo y alto

Un vapor inflamable entrará en ignición o explotará en el aire únicamente si la razón aire: combustible tiene las proporciones correctas; éstas se encuentran entre el límite explosivo bajo (LEB) y el límite explosivo alto (LEA). Para que la reacción del gas hidrógeno y el gas oxígeno tengan lugar en el aire:



el porcentaje de gas hidrógeno en el aire debe ser superior al 4 por ciento, e inferior al 74 por ciento; fuera de esos límites la reacción no tendrá lugar. Si el aire contiene por ejemplo 2 por ciento de gas hidrógeno, no hay un peligro inmediato de fuego o explosión.

El LEB es en general un valor más importante en relación con el control del fuego y explosión por ser la situación de riesgo que más probablemente se encontrará. La formación de una mezcla aire/vapor por encima del LEB hace que los tambores de solvente inflamable 'vacíos' sean más peligrosos que los que están llenos. En un tambor lleno, la mezcla vapor/aire que hay por encima del líquido supera el LEA. Son muchas las personas que han resultado muertas o heridas en accidentes mientras soldaban o cortaban tanques de almacenamiento 'vacíos' de productos químicos, o tambores o tanques de gasolina de automóvil.

Fuentes de ignición

La energía requerida para que entre en ignición un gas o vapor inflamable es muy reducida (aproximadamente 0.5 mJ. o menos). Esta cantidad de energía está disponible fácilmente en situaciones diarias, por ejemplo, al encender cerillos o cigarrillos, por las chispas producidas por los equipos de soldado o corte, a gas o eléctricos, los aparatos eléctricos, la electricidad estática, el choque de partes metálicas, la radiación de las superficies calientes, o el contacto entre ellas, los hornos, los calentadores, las placas para recalentar, el calor ocasionado por la fricción en cojinetes 'secos' o superficies no lubricadas, la concentración de los rayos de sol a través de cristales gruesos o de botellas que contengan líquidos, y que en tal caso actúan como cristales de aumento.

Prevención de fuego

El triángulo de fuego (Fig. 6. 1) suministra un modelo ideal en el que se basan los sistemas para prevención de fuego. Basta que uno de los elementos del triángulo se elimine para que el fuego no pueda iniciarse.

Eliminación del oxígeno

Esta puede realizarse únicamente en circunstancias especiales. El aire (oxígeno) puede ser eliminado de las tuberías o del espacio situado sobre líquidos inflamables, en los tanques de almacenamiento, utilizando nitrógeno, N_2 , dióxido de

carbono, CO₂ o argón, Ar. Esto vuelve el espacio Inerte. Por regla general debe aceptarse que el oxígeno del aire está disponible libremente en cualquier situación donde haya fuego.

Eliminación del combustible

Esto no es posible, debido al amplio uso de materiales Inflamables. El riesgo de un fuego serio puede reducirse manteniendo en un mínimo las cantidades de materiales inflamables. En el laboratorio o taller por lo general no hay necesidad de almacenar más de 2.5 litros de cualquier solvente inflamable; en muchos casos es suficiente contar con botellas de 0.5 litros de solvente. Este límite resulta fundamental en el caso de que se utilicen muchos solventes diferentes.

La basura es una fuente de combustible que puede ser eliminada, es muy frecuente que el papel de desperdicio, los paños, el plástico o la madera, hayan suministrado el combustible con que se han iniciado grandes Incendios. Esta forma de prevención del fuego deberá quedar incluida en los sistemas de limpieza y mantenimiento de los locales que se utilicen para la prevención, en general, de los accidentes.

Eliminación del calor y de las fuentes de ignición

La eliminación del elemento calor en el triángulo de fuego es, desde luego, el aspecto más importante en la prevención del fuego, ya que el combustible y el oxígeno están siempre a mano y listos para ser encendidos. Los riesgos de las chispas eléctricas se reducen utilizando accesorios y equipos a prueba de fuego, y la electricidad estática puede descargarse con toda seguridad conectando a tierra la maquinaria, o mediante el uso de calzado antiestático por parte del personal. Pueden reservarse zonas para el empleo de sustancias altamente Inflamables, en las cuales no se permitirá fumar, el empleo de llamas abiertas, o el uso de superficies con elevada temperatura, por ejemplo las placas calientes. Es importante que las reglas aplicables a dichas zonas se mantengan, no sólo por el riesgo de fuego, sino a causa de la responsabilidad legal del técnico según la Ley de 1974, debido a que puede iniciarse una acción legal contra él tanto si se produce o no un incendio.

Las botellas de cristal no deberán almacenarse en donde se concentren los rayos del sol. Se deberá evitar la eliminación descuidada de los cerillos encendidos, los cigarrillos o las cenizas de la pipa, en las zonas en donde se permite fumar. Si no se cuenta con ceniceros, el técnico deberá encontrar algún método que resulte adecuado para tal fin.

Prevención contra la extensión del fuego

En el caso de que se produzca un fuego hay dos problemas a considerar, al tratar de evitar que aquél se extienda:

1. ¿Puede apagarse fácilmente el fuego?

2. En caso contrario, ¿cómo puede disminuirse o detenerse su propagación?

La acción requerida en el caso de que el fuego sea pequeño y parezca fácil de apagar constituye los primeros auxilios en la lucha contra el fuego. Si no es fácil eliminar el combustible, excepto en el caso de los incendios por gas, en donde puede cerrarse la llave principal de paso, deberá enfriarse el fuego y restringir la entrada de oxígeno. Esto puede lograrse mediante el uso de extintores de incendio diseñados para controlar los diferentes tipos de fuegos, los cuales se clasifican como sigue:

Clase A

Son los fuegos que afectan al material orgánico sólido, en los que pueden formarse brasas, por ejemplo la madera, el papel, la goma, los plásticos y los tejidos. Para esta clase de fuego se utilizan los extintores que aplican agua a chorro o pulverizada.

Clase B

Son los fuegos que afectan a líquidos o sólidos fácilmente fundibles, por ejemplo el etanol, el metano, la gasolina, la parafina y la cera de parafina. Para esta clase de fuegos se utilizan extintores que contienen bióxido de carbono, polvos químicos secos, espuma y líquidos vaporizantes: con este tipo de fuego, el empleo del agua pulverizada deberá llevarse a cabo únicamente por personal entrenado en esta actividad.

Clase C

Son los fuegos en donde intervienen escapes de gas, escapes de gas licuado, o cuando dicho gas se vierte, por ejemplo los gases de petróleo líquido. Con esta clase de fuego se utilizan extintores que contienen espuma o polvos químicos secos.

Clase D

Son los fuegos que afectan a los metales, por ejemplo, el sodio, el magnesio, el catalizador de níquel finamente dividido. Para esta clase de fuegos son adecuados los extintores que utilizan un polvo inerte por ejemplo, la arena seca, la ceniza de sosa (carbonato anhidrico de sodio) o la caliza. Para los metales radiactivos se han creado polvos apagadores especiales.

En los fuegos que afecten a los metales no deberá usarse nunca agua, bióxido de carbono o cualquier extinguidor que utilice líquido vaporizado, ya que podrían producirse nuevas reacciones exotérmicas.

Los fuegos eléctricos no constituyen realmente una clase separada de fuegos, sino que se les incluyen en las clases A, B o D. Cuando una falla eléctrica haya ocasionado un fuego, y puede cortarse la corriente, se utilizará para combatir el fuego el extinguidor del tipo adecuado. Cuando no pueda interrumpirse la corriente o si hay dudas de si ésta ha sido interrumpida o no, únicamente deberán utilizarse el bióxido de carbono, los líquidos vaporizados o el polvo seco. Nunca deberá

utilizarse un extinguidor de agua o de espuma en el caso de fuegos eléctricos, debido al choque eléctrico que puede producirse y por el daño que se ocasione a un equipo eléctrico costoso.

Extintidores de fuego

Los extinguidores de fuego se pintaban anteriormente de rojo, color tradicional para el equipo contra incendios. Establecida la clasificación de los fuegos, y la necesidad de utilizar el tipo correcto de extinguidor, ha resultado necesario crear un código de colores aplicable al caso.

Tipos y colores de los extinguidores portátiles de fuego

Color	Tipo
rojo	agua
amarillo	espuma
verde	líquido vaporizante
azul	polvo químico seco
negro	dióxido de carbono

Las mantas de asbesto se almacenan en cilindros de metal pintados de rojo, pero se confía en que aquéllas sean sustituidas por mantas de fibra de vidrio almacenadas, en general, en paquetes de plástico transparente.

Extintidores de espuma.

Los extinguidores de espuma operan según dos métodos:

1. Se hace que reaccionen unas soluciones químicas para que se produzca espuma.
2. La espuma se produce mecánicamente con base en una solución, y se descarga el extinguidor utilizando un gas comprimido por ejemplo aire o un gas inerte.

Líquidos vaporizantes

La expresión líquidos vaporizantes incluye ciertos compuestos halogenados de metano. El tetraclorometano CCl_4 fue el compuesto originalmente utilizado, pero éste ha sido sustituido por otros compuestos menos tóxicos: el clorobromometano, abreviado CBM; el bromoclorodifluorometano (BCF); y el bromotrifluorometano (BTM). Es importante no utilizar estos extinguidores en zonas no ventiladas, debido a que los vapores ocasionados por los productos de su descomposición pueden producir concentraciones en el aire que alcancen rápidamente un nivel tóxico agudo.

Polvos secos

Los polvos químicos secos se obtienen de productos químicos sólidos tales como el carbonato hidrogenado de sodio, preparado en forma finamente pulverizada. Son expelidos del extinguidor utilizando un gas comprimido. Los polvos secos tienen la ventaja de no ser tóxicos, y de no causar daño físico al material cuyo fuego está siendo apagado.

Mantas contra el fuego

Las mantas contra el fuego suministran un útil extinguidor de fuego en el caso de vasijas pequeñas o de fuego en los aparatos, o cuando se han incendiado las ropas de una persona. En caso de emergencia, y si no se cuenta con las mantas estándar contra el fuego, pueden utilizarse sacos, mantas de lana o alfombras.

Acción en caso de fuego

Cuando se descubre un fuego que no puede ser tratado con seguridad utilizando equipo portátil contra incendios o si el extinguidor se ha descargado sin haber logrado mucho efecto contra el fuego, el personal deberá ser evacuado de la zona de fuego, teniendo cuidado simultáneamente de evitar que el fuego se propague, tomando las medidas siguientes:

1. Cerrando todas las puertas y ventanas con el fin de privar de oxígeno al fuego.
2. Cerrando las puertas de otras habitaciones o las de los corredores para contener el aire caliente, evitando así o reduciendo, el riesgo de ignición de materiales inflamables en otros lugares del edificio.

La acción a tomar en caso de fuego depende de la amplitud de éste al ser descubierto. Si el fuego es pequeño:

1. Sonar la alarma.
2. Intentar los primeros auxilios contra el fuego, utilizando el extinguidor apropiado.
3. Si el fuego no está controlado al quedar descargado un extinguidor, o si el fuego va en aumento, deberá evacuarse el edificio tan rápidamente como sea posible.
4. Comprobar que se ha llamado al servicio contra incendios.
5. No deberá volverse a entrar al edificio hasta recibir permiso oficial.

Si el fuego es intenso:

1. Sonar la alarma.
2. Asegurarse de que ha sido llamado el servicio contra incendios.
3. Abandonar el edificio y no regresar a él.

Debe recordarse que la pérdida de la vida de una persona atrapada en el fuego constituye una terrible tragedia, y que la pérdida de la vida de quien intente un salvamento constituye un desastre. Es un hecho abrumador, pero plenamente cierto, que en ocasiones la única acción que puede emprenderse cuando hay personas atrapadas por el fuego consiste en no hacer nada.

Explosiones

Las explosiones son causadas por reacciones muy rápidas de combustión que producen grandes volúmenes de productos gaseosos. y emiten, luz, sonido y energía térmica.

Explosiones de gas/vapor

Las explosiones de gas/vapor se producen cuando una mezcla de gas/aire o de vapor/aire reciben ignición entre sus límites explosivos. La amplitud del daño causado depende del volumen de la mezcla explosiva, y de si ésta se encuentra limitada en un espacio cerrado. Los pequeños volúmenes que se forman en un tubo de prueba, tales como los utilizados para probar el "pop" característica del gas hidrógeno, pueden ser absorbidos por la atmósfera situada por encima del tubo de prueba. sin causar daños. La explosión de aproximadamente 1 m³ de una mezcla de hidrógeno/aire en un laboratorio cerrado puede traducirse en un daño grave. La energía requerida para iniciar una explosión es la misma que se necesita para producir un fuego (aproximadamente 0.5 mJ)

Explosiones de polvos

Cuando una sustancia sólida se quema en el aire. la reacción de combustión es muy lenta. debido a la limitada superficie expuesta al oxígeno del aire. La energía liberada puede ser absorbida con seguridad por el ambiente. Si el sólido tiene la forma de un polvo muy fino, la zona superficial aumenta. la combustión se acelera en tan gran medida que puede producirse una reacción explosiva.

La situación requerida para que tenga lugar una explosión de polvo es semejante a la que se necesita en el caso de gases o vapores. En primer lugar, la concentración de polvo en el aire debe quedar limitada dentro de sus límites explosivos. Los valores de LEB varían según varían los materiales, pero puede aceptarse un valor promedio de 20 g m⁻³ para cualquier propósito práctico. Se desconoce el LEA correspondiente a muchos polvos. En segundo lugar deberá haber una fuente de ignición: la energía requerida para encender un polvo es pequeña, aunque mucho más elevada que en el caso de una mezcla de gas/vapor (aproximadamente 20 mJ). Las explosiones de polvo difieren de las explosiones de gas/vapor por tener lugar en dos partes:

Explosión primaria. Esta es en general una explosión muy pequeña y que en si misma no causa un gran daño. pero que distribuye el polvo fino sobre una gran

zona. creándose así un volumen considerable de polvo situado dentro de sus límites explosivos.

Explosión secundaria. Esta causa por lo general un amplio daño y se produce como consecuencia de la nube de polvo ocasionada por la explosión primaria.

Control de las atmósferas explosivos

La responsabilidad del técnico deberá limitarse al cumplimiento de las normas de seguridad o del código de prácticas correspondiente. En lo fundamental, el control y la prevención de las explosiones deberá estar interconstruida en el sistema de trabajo. por ejemplo, la puesta a tierra de aquellas partes en donde pueda crearse electricidad estática.

Los técnicos pueden tener que colaborar en la comprobación de atmósfera en busca de condiciones explosivas posibles. Para ello se utiliza equipo electrónico especialmente construido que, en general, actúa con base en una muy reducida reacción de combustión que tiene lugar dentro del sistema de prueba. El equipo se estandariza utilizando atmósferas de prueba ya conocidas. La lectura puede calibrarse para dar el porcentaje de sustancia en la atmósfera, o para dar la señal de alarma en el caso de que cierto porcentaje de sustancia se exceda, superando su LEB.

Los sistemas de protección contra las explosiones cuentan con el hecho de que las explosiones no son instantáneas. Hay un tiempo determinable entre la ignición y el desarrollo de la presión hasta que ésta logre proporciones destructoras. Aunque este tiempo es de unos cuantos milisegundos, permite que operen los sistemas de protección. En la figura. se explica este punto.

La supresión de las explosiones de gas/vapor o de polvo se logra mediante la rápida dispersión de un polvo, gas o vapor no inflamable, en la zona de la explosión. En las minas de carbón, el polvo de caliza (carbonato de calcio) se carga en tabloncillos colocados a intervalos, y sujetos al techo de la mina. En el caso de una explosión por gas o polvo, se inclinan los tabloncillos, saturando el aire con polvo inertante. La humedad del aire puede reducir también la amplitud de una explosión. En las atmósferas polvorientas el humedecer el polvo en el aire puede evitar la formación de una mezcla explosiva.

Sustancias que pueden ocasionar atmósferas explosivos

Cualquier líquido que produce un vapor inflamable, o cualquier gas inflamable, constituyen un riesgo posible de explosión. Por norma general, aparte de los

Fig. Relación presión/tiempo en las explosiones normales y suprimidas.

hidrocarburos halogenados, esta categoría incluye casi todos los compuestos orgánicos en uso.

Por En el caso de los polvos, están implícitos muchos materiales y sustancias, por ejemplo, los metales finamente divididos, tales como el aluminio, el magnesio y el zinc; los plásticos, como el aluminio, el magnesio y el zinc, los plásticos, tales como las resinas acrílicas (perspex, el poliestireno, las resinas fenólicas y los ureaformaldehidos; los productos alimenticios, como el cacao, la harina y el azúcar; el carbón, el corcho, el alquitrán, la goma, el azufre y el aserrín (polvo de madera).

5.0 Organización de la seguridad e higiene.

En la mayoría de las legislaciones actuales sobre salud y seguridad se exige de casi todos los patronos la producción y distribución de una póliza escrita acerca de la salud y la seguridad. El patrono está obligado a contar con la organización adecuada para ejecutar dicha política.

Ha habido un aumento en la conciencia nacional acerca de la necesidad de lograr que todo el mundo disfrute de salud y seguridad. Tal conciencia puede considerarse como un elemento clave en la seguridad.

Al producir políticas y sistemas de seguridad es importante poner de relieve el interés que presenta la seguridad para pequeños grupos de trabajadores o para individuos aislados, no permitiendo que la administración del sistema reduzca el interés en la seguridad, la conciencia de ésta o las ideas implícitas en la responsabilidad mutua.

La apreciación de la seguridad debe incluir las lesiones o la pérdida de salud ocasionada gradualmente durante muchos años de exposición a un riesgo, así como lo relativo a los daños que pueden aparecer mucho tiempo después de haber cesado tal exposición.

Política de seguridad

El método exacto como se redacten las políticas de seguridad variará evidentemente en forma considerable, según la organización de que se trate. Sin embargo, hay algunas normas amplias aplicables a la mayoría de los casos.

Suponiendo que el patrono cuenta con un negocio de tamaño medio, en el que se llevan a cabo diferentes operaciones en los departamentos, será aplicable lo siguiente:

1. Deberá contarse con una política general que abarque la totalidad de la organización.
2. En dicha política general deberán delinearse los siguientes puntos:
 - (a) Los deberes y responsabilidades generales de cada jefe de departamento;
 - (b) Las responsabilidades de los supervisores dentro de los departamentos;
 - (c) Las responsabilidades de los empleados.
3. Deberán organizarse comités de seguridad con sujeción a los procedimientos convenidos entre la gerencia y los sindicatos reconocidos. Deberán definirse con claridad los deberes de dichos comités.

4. Deberán proveerse los servicios de especialistas y los servicios de apoyo que ayuden a los miembros del comité de seguridad a cumplir sus responsabilidades. Estos servicios pueden ser suministrados por un oficial médico, un oficial de seguridad, y por otros especialistas de la firma, tales como un químico o Ingeniero, así como de fuera de la empresa, por ejemplo, un oficial de protección contra Incendios, suministrado por el servicio de bomberos.

Los servicios de apoyo pueden incluir:

- (a) Instalaciones para entrenamiento relacionadas directamente con la salud y la seguridad en el trabajo, especialmente para el personal nuevo;
- (b) arreglos acerca de la salud ocupacional en los que deberán incluirse servicios médicos y de enfermería, primeros auxilios y documentación acerca de la acción remediadora.

La política acerca de la seguridad deberá ser redactada con cuidado, contando preferiblemente con consejo legal. El documento habrá de recibir una atención muy estrecha, pues podrá verse sujeto a Inspección por las autoridades de Salud y Seguridad.

En resumen. La política de seguridad deberá cubrir los puntos siguientes:

1. Deberá estar escrita cuidadosamente, con expresiones correctas.
2. Deberá ser un documento 'vivo', que pueda ser actualizado con facilidad.
3. Deberá definir las actitudes de la organización en cuanto a la salud y la seguridad.
4. Deberá contener el nombre del funcionario responsable de la seguridad.
5. Deberá mencionar las designaciones clave, tales como la de Oficial de Seguridad (y preferentemente un ayudante).
6. Deberá definir los niveles de responsabilidad con tanta claridad como sea posible.
7. Deberá detallar el registro de accidentes, lesiones, incidentes y tratamiento médico.

Ejemplo de un esquema de declaración acerca de la organización y los arreglos para la realización de la política de la compañía acerca de la salud y la seguridad.

Declaración de la política de la compañía en cuanto a la salud y la seguridad:

Para ejecutar la política en este lugar se han aprobado la siguiente organización y normas, acuerdo logrado, como es lo adecuado, en consulta con los representantes de los trabajadores.

El Director de trabajos debe aceptar la responsabilidad correspondiente a la salud y seguridad en el trabajo, y la relativa a la aplicación y desarrollo de las políticas de la compañía.

Un Comité gerencial de seguridad Integrado por -----
-----se
reunirá -----

El objeto de este comité es:

- (i) promover y mantener unas condiciones de trabajo saludables y seguras;
- (ii) recibir informes acerca de los programas de salud y seguridad;
- (iii) recibir informes acerca del entrenamiento del personal;
- (iv) recibir informes acerca de todos los accidentes e incidentes;
- (v) estudiar las cuestiones atendidas por los comités de seguridad.

Responsabilidades en el trabajo

Cada jefe de departamento tiene la responsabilidad de asegurar, en la medida que sea razonablemente posible, que las operaciones realizadas en su departamento no constituyan riesgos para la salud o la seguridad, y que las normas y reglamentos de seguridad establecidos por la compañía sean comprendidos y observados por todas las personas que trabajan en su departamento.

El jefe puede incorporar normas departamentales especiales cuando sea necesario.

Cada supervisor responde ante el jefe del departamento por,

1. la demostración de su preocupación personal por la salud y la seguridad en el trabajo;
2. promover el interés y la dedicación de su fuerza de trabajo en relación con las normas acerca de un trabajo seguro y saludable.
3. asegurarse que las normas y reglamentos de seguridad se obedezcan,
4. asegurarse que todo el equipo está bien mantenido y seguro para el uso,
5. tener disponible el equipo de seguridad necesario y supervisar su uso correcto;
6. entrenar a los empleados en las prácticas y métodos seguros de trabajo.

Cada empleado tiene en relación consigo mismo, y con los demás, las responsabilidades siguientes:

- (i) trabajar en forma segura;
- (ii) aplicar las normas de seguridad de la compañía,
- (iii) aceptar Instrucción en cuanto a los riesgos de seguridad y el uso del equipo de seguridad, así como en relación con el uso correcto de la planta, materiales y maquinaria que puedan afectarle, en la medida en que sea posible;
- (iv) llamar la atención de su supervisor acerca de cualquier riesgo potencial.

Consulta y participación

Cada jefe de departamento es responsable de la preparación de consultas entre él mismo sus supervisores y los representantes de seguridad, con el fin de que puedan discutirse y revisarse en forma regular las cuestiones relativas a la seguridad. Esto se aplica a las normas existentes, y, en forma aún más importante, a las nuevas medidas propuestas.

Deberán crearse comités departamentales de seguridad en el trabajo, integrados por representantes de seguridad, designados de acuerdo con los procedimientos reconocidos en relación con los sindicatos, miembros designados por la gerencia, el oficial médico y el oficial de seguridad.

El presidente será designado en años alternos por la gerencia y por los representantes de seguridad.

El comité de seguridad supervisará todas las medidas tomadas para promover la seguridad y la seguridad en el trabajo e impulsar la cooperación efectiva de todos los empleados en todos los niveles.

El Comité departamental o de seguridad en el trabajo informará al Comité de seguridad gerencia; acerca de:

- (i) los informes médicos;
- (ii) los informes del oficial de seguridad;
- (iii) los informes de los jefes de departamento acerca de la salud y la seguridad, el entrenamiento y los accidentes;
- (iv) los cambios recomendados;
- (v) las medidas de seguridad existentes;
- (vi) las acciones relativas a la Inspección local de salud y seguridad.

Servicios de apoyo y especialistas

Las responsabilidades mutuas de la gerencia, los supervisores y otros empleados únicamente pueden ser efectivas contando con la ayuda de servicios de apoyo y especialistas.

A este respecto, el oficial de seguridad, junto con el oficial médico, es responsable de la coordinación de los servicios de especialistas y de los servicios de apoyo en los aspectos de seguridad, salud e higiene, toxicología, riesgos de Incendio y procedimientos generales en caso de emergencia. El oficial de seguridad deberá mantener contacto con especialistas dentro de la compañía, y tener Información de especialistas ajenos a ésta, en las cuestiones relativas a la legislación, los códigos de normas y la gula en asuntos técnicos o de otra índole directamente relacionados con la buena marcha de las actividades de la compañía. El oficial de seguridad deberá preparar Informes acerca de la salud y la seguridad, recomendando los cambios apropiados con base en dichos Informes. El oficial de seguridad deberá también ser responsable del mantenimiento de una lista de signatarios autorizados de los permisos locales para trabajar.

Reglamentos para departamentos y secciones

La operación segura y el mantenimiento correcto de toda la planta y materiales, y su conservación, está controlada por los reglamentos detallados generados en cada departamento o sección a la vista de cada Política general de la compañía.

Deberán suministrarse Instrucciones estándar detalladas para las diferentes plantas y procesos. Estas pueden ser suministradas por especialistas externos, tales como diseñadores, contratistas u otros especialistas, y pueden ser modificadas por los reglamentos locales publicados por la gerencia.

En el caso de nuevas plantas o equipo, cada jefe tiene la responsabilidad de su instalación y operación segura, de acuerdo con cualquier empresa externa interesada en esta etapa.

Cada jefe es responsable en cuanto a los aspectos de entrenamiento en la seguridad en todos los niveles de su departamento. Debe lograr que se cuente con instalaciones para entrenamiento y con los recursos correspondientes para éste durante el trabajo y, cuando se necesite, que este entrenamiento sea complementado con cursos de entrenamiento/educación fuera de la empresa.

Reglas de seguridad para el laboratorio

El ejemplo que se da a continuación ha sido tomado de las instrucciones de seguridad de un laboratorio químico de tipo general.

1. Deben usarse gafas de seguridad y batas de laboratorio
2. En el laboratorio no se realizará ningún experimento no autorizado.
3. Nunca se probará con la boca un producto químico. Al oler un producto químico, se hará abanicando con la mano los vapores hacia la cara.

4. Al cortar un tubo de cristal, o al Insertar un tapón en un tubo. deberán protegerse las manos, utilizando una toalla o paño para quitar el polvo.
5. Nunca debe verterse agua en un ácido concentrado. El ácido se verterá lentamente en el agua, mientras ésta se agita.
6. *Todos los casos* de accidente deberán ser comunicados en forma inmediata al supervisor.
7. Si un experimento produce gases tóxicos o desagradables, deberá realizarse dicho experimento en un local provisto de extractar de gases.
8. Los reactivos químicos se conservarán en botellas etiquetadas, deberá leerse cuidadosamente la etiqueta. No se sacará más material del necesario. Cuando se acabe, se vuelve a colocar la botella en su lugar en la estantería. Los productos químicos o las soluciones no utilizadas nunca deberán volverse a poner en la botella que almacena el reactivo.
9. Los experimentos deben realizarse de acuerdo con el m_z-todo dado.
10. Todos los materiales sólidos de desecho (papel, productos químicos no solubles, etc.) deberán colocarse en los recipientes para basura, y no en *el vertedero*. Los desperdicios de solventes orgánicos deberán colocarse en la vasija adecuada correspondiente a desperdicio de solventes. Si hay alguna duda en cuanto a la conveniencia de mezclar los residuos del solvente con otros desperdicios, deberá pedirse consejo al supervisor.
11. En el caso de que un aparato se incendie deberá, si es posible, cerrarse la fuente de calor. A continuación se apagará el fuego, limitándole el suministro de oxígeno, siempre que no haya riesgo para las personas
12. Está prohibido fumar y comer en los laboratorios.
13. Pipetas. Nunca deberá sacarse ningún líquido aspirando en la pipeta.
14. Cuando en las Instrucciones acerca de los experimentos en el laboratorio se menciona el agua, por lo general se trata de agua destilada. Con el uso generalizado de botellas de polietileno para lavar, deberá tenerse cuidado de que la botella en cuestión contenga el líquido o solución que se desea utilizar.
15. Cuando se utilizan solventes inflamables con bajo punto de ebullición, por ejemplo el etoxietano, deberá cuidarse de que no haya llamas desnudas en la habitación, realizando preferentemente el experimento en un local provisto de extractar de gases.
16. Cuando se utilicen materiales peligrosos, por ejemplo, soluciones o gases sumamente tóxicos, o materiales muy Inflamables, deberán de observarse las precauciones de seguridad que se detallan en los métodos de trabajo. Si hay alguna duda acerca de procedimiento se deberá de consultar al supervisor correspondiente.
 - (a) Al terminar esta sección se dan algunas sugerencias de primeros auxilios para accidentes con sustancias químicas.
17. *Aparatos eléctricos*
 - (a) No deberá descuidar-se ningún equipo eléctrico. Deberá informarse de cualquier falla, tal como un sobrecalentamiento o un aislamiento dañado.
 - (b) Se tendrá cuidado de que no caiga agua sobre el equipo eléctrico.

- (c) Las manos y la ropa, los pisos y bancos del laboratorio, deberán estar secos cuando se utilicen aparatos eléctricos.
- (d) Deberá tenerse mayor cuidado al utilizar equipo que produzca altos voltajes

Estructura de la seguridad

La figura muestra la forma como la salud y la seguridad constituyen parte integral de la organización de una Institución, de forma que el flujo libre de ideas, y la formulación de reglas, y su aplicación, puedan permear la totalidad de dicha organización. Deberá facilitarse que los aspectos importantes de la seguridad se comuniquen directamente a la persona que toma las decisiones o al comité correspondiente, lo cual correrá a cargo de la persona responsable de la seguridad. La figura muestra las partes fundamentales del sistema, y la manera como están relacionadas. Por ejemplo, la política de seguridad deberá ser producida para la junta de directores y con su aprobación será supervisada por el comité de seguridad. Cada departamento deberá practicar la política general, y planear sus propios procedimientos detallados en cuanto a la seguridad. Estos procedimientos se aplicarán al trabajo que se realiza en aquel departamento. La fuerza de trabajo del departamento, por conducto de sus representantes en el comité de seguridad, participará en la aplicación de la política de seguridad y en la formulación de nuevas políticas.

Generalmente el Comité de Seguridad hará declaraciones y sugerencias a la junta en cuanto a la acción que deba tomarse, ésta es la razón por la cual el comité aparece dos veces en el círculo.

En el centro de la rueda se encontrará el oficial de seguridad, el cual se mantiene en contacto con todos los miembros y grupos



Fig. estructura esquemática de la seguridad

Funciones de los representantes de la seguridad

Un sindicato reconocido podrá designar representantes de seguridad que, en la medida en que sea razonablemente posible, hayan estado empleados por su actual patrón durante los dos años precedentes, o por lo menos cuenten con dos años de experiencia en un trabajo semejante. El número de representantes de seguridad designados dependerá del número de factores, éstos deberán incluir, el número de trabajadores empleados y la variedad de las diferentes ocupaciones. la operación del sistema de turnos, el tamaño de la fábrica y el número de lugares y tipo de trabajo.

Cada representante de seguridad tiene un deber general, consistente en representar a sus compañeros de trabajo en las consultas con los patronos, en la forma determinada por la ley respectiva acerca de la Salud y la Seguridad en el trabajo. Por otra parte, cada representante de la seguridad realiza las funciones siguientes:

1. Investigar los riesgos potenciales y los sucesos peligrosos en el lugar de trabajo, examinando las causas de los accidentes en dicho lugar de trabajo.
2. Investiga las quejas de cualquier empleado que él represente en relación con la salud, la seguridad y el bienestar en el trabajo de dicho empleado.
3. Hará observaciones al patrono en cuestiones que sean consecuencia de la aplicación de los puntos (1) y (2) anteriores.
4. Hará exposiciones al patrono acerca de las cuestiones generales que afecten a la salud, la seguridad y el bienestar en el trabajo de los empleados.
5. Realizará Inspecciones de acuerdo con procedimientos especificados.
6. Representará a los empleados en las consultas que tengan lugar en el trabajo con los inspectores de salud y seguridad, o con otras autoridades que vigilen su cumplimiento.
7. Recibirá información de los Inspectores, de acuerdo con la Ley de 1974.
8. Participará en las reuniones de los comités de seguridad, en los que actuará como representante de seguridad en relación con cualquiera de las funciones antes Indicadas

Los representantes de seguridad utilizarán las normas siguientes al llevar a cabo sus funciones:

- (a) Deberán tomar todas las medidas practicables, y que sean razonables, para mantenerse al corriente de:
 - (i) los requisitos legales relativos a la salud y la seguridad en el trabajo, sobre todo las aplicables a aquellas personas que representen directamente;
 - (ii) los riesgos asociados con su lugar de trabajo, y las medidas necesarias para reducir o eliminar los riesgos implícitos;

- (ii) la política de su patrono en cuanto a la salud y la seguridad, y los acuerdos relativos al cumplimiento de dicha política.
- (b) Deberán propiciar la cooperación entre los empleados y su patrono, para promover y aplicar las medidas necesarias para lograr la salud y seguridad de los primeros y supervisar las correspondientes medidas'
- (c) Deberán dar Información al patrono, por escrito, de cualquier situación o norma que se considere insegura o Insalubre, y cualquier acuerdo poco satisfactorio en cuanto al bienestar, de que tenga noticia.

Las cuestiones de menor Importancia no siempre requieren un Informe escrito, y pueden ser discutidas en forma directa. Este método será también el adecuado en las ocasiones que sea necesario tener una respuesta rápida.

Es Imprescindible que los representantes de la seguridad puedan discutir las cuestiones de seguridad con la gerencia tan pronto como sea posible y, por lo tanto, los representantes de seguridad deberán tener un acceso fácil al patrono o a su representante, teniendo en cuenta la urgencia de la situación.

Los representantes de seguridad deberán realizar Inspecciones del lugar del trabajo en forma periódica, sometiendo un informe de dicha Inspección en la forma destinada al efecto.

Ropa y equipo para la protección personal

La protección personal debe considerarse siempre como una segunda línea del control de seguridad, y su empleo deberá, por lo tanto, aplicarse a favor de la seguridad del sistema, más bien que la de la persona. Sin embargo, hay situaciones en que resulta básica la protección personal si el riesgo de lesión ha de reducirse hasta niveles aceptables, por ejemplo, el uso de protección para los ojos, cuando se utilizan productos químicos peligrosos o se trabaja con ruedas esmeril.

Cuando se utiliza protección personal es importante comprobar que el equipo brinde en realidad una protección adecuada, de acuerdo con el propósito para el que fue diseñado cuidando también que su empleo en sí mismo no cree nuevos riesgos.

Cascos de seguridad

Estos deberán ser utilizados en cuantas ocasiones haya riesgo de que caigan objetos desde lo alto, o cuando sea necesario caminar bajo estructuras poco elevadas. Un problema en el empleo de los cascos de seguridad surge cuando se camina bajo dichas estructuras. La coordinación entre los ojos y la posición del cuerpo opera dentro de límites muy precisos, de forma que cuando se utiliza un casco de seguridad, la cantidad extra de "altura", ocasionada por el casco no siempre se toma en cuenta,

produciéndose en consecuencia."topetazo" que afectan el cuello del Interesado, al chocar contra la estructura en lugar de pasar bajo ella.

Calzado de seguridad

Este está diseñado para combatir dos problemas:

1. Proteger los dedos contra objetos pesados que caigan al suelo, y evitar que otros objetos agudos afecten la planta del pie.
2. Proteger los pies y los tobillos al caminar entre líquidos que representen un peligro.

Algunos calzados de seguridad incluyen ambas prevenciones en su diseño. En los laboratorios, el uso del calzado de seguridad depende del tipo de trabajo que se realice. Cuando el trabajo de un técnico necesite entrar en las zonas de producción, es aconsejable su uso. En los talleres deberá utilizarse un calzado que cuente con protección para los dedos, con suelas seguras y sea resistente al aceite.

Protección ocular

El Reglamento adecuado acerca de la Protección de los Ojos hace obligatorio el uso de dicha protección en determinados procesos, pero en el caso de los técnicos dicha obligación podrá no ser aplicable. Deberán tomar por sí mismos una acción positiva, cuidando de proteger sus ojos en cuantas ocasiones sea necesario. Hay muchos tipos de protección de los ojos, pero es importante utilizar el tipo correcto de acuerdo con la tarea que se lleve a cabo. En el trabajo general en el laboratorio, las gafas con pantalla lateral brindan una protección adecuada.

Cuando se lleva a cabo un trabajo más peligroso se necesita utilizar gafas de seguridad o visores faciales. En los talleres que utilizan ruedas abrasivas existe el riesgo de salida de proyectiles, y en tal caso deberá contarse con vidrios especiales de seguridad o plásticos. En las zonas donde se lleva a cabo trabajo de soldadura o en donde se utilizan rayos láser, se requieren lentes especiales con el objeto de proteger la vista contra la radiación.

Cuando se utilice protección para los ojos deberá tenerse cuidado de que las gafas se ajusten bien alrededor de los ojos. Un ajuste defectuoso puede no impedir el paso de sustancias peligrosas hasta los ojos. Cuando se utilizan ciertos tipos de gafas de seguridad, el campo de visión puede verse reducido; en este caso el técnico deberá tener un cuidado extra en su trabajo, de forma que compense la anterior restricción.

Protección respiratoria

Esta puede ir desde una máscara simple, para protección contra el polvo o vapor, hasta un traje completo con suministro de aire, pero por lo general el tipo de protección respiratoria a encontrar es una máscara facial contra polvos o vapores, la que cubrirá la nariz y la boca (media cara). Al utilizar dichas máscaras deberá comprobarse siempre:

1. Que el sistema de filtro está diseñado de acuerdo con el polvo o vapor de que se trate. No deberá nunca utilizarse una máscara contra el polvo para hacer frente a un riesgo ocasionado por un vapor.
2. Que antes de utilizar la máscara se compruebe su ajuste. Esto se lleva a cabo bloqueando el filtro y respirando para evacuar el espacio de aire que queda dentro del respirador, comprobando así que el ajuste es lo bastante bueno como para evitar que el aire escape por los lados. Los defectos aparecerán durante el tiempo que detiene la respiración. Esta prueba deberá llevarse a cabo cada vez que se utilice el respirador.

Si el técnico necesita utilizar máscaras que cubran toda la cara, máscaras con tanque de gas u otro equipo más complicado, deberá comenzar por recibir un entrenamiento oficial dado por una persona competente.

Guantes protectores

Deberá tenerse el mayor cuidado en el empleo de los guantes protectores. En muchos casos puede generar riesgos mayores que aquellos contra los que están diseñados. En los laboratorios pueden manejarse muchas sustancias, poniendo un poco de cuidado y sin usar guantes, y si se vierte algo deberá disponerse de las Instalaciones adecuadas para lavar el contaminante eliminándolo de la piel antes de que se produzca un daño grave. Los ácidos sulfúrico, nítrico y clorhídrico concentrados pueden tratarse de esta forma sin gran riesgo, lo que ocurre también con muchos solventes orgánicos que representan riesgos poco importantes en cuanto a lesiones en las manos. Cuando se utilizan las sustancias mencionadas anteriormente en forma que puedan producirse quemaduras por ácidos corrosivos o dermatitis, deberá cambiarse el sistema básico de trabajo, hasta lograr un método seguro que no necesite el empleo de guantes protectores.

Existen muchas situaciones en que si es necesario el empleo de guantes, por ejemplo: el manejo de ácido fluorhídrico, líquido muy peligroso y corrosivo, o sustancias dañinas por absorción a través de la piel. Por ejemplo, el fenol. Cuando se produce tal situación es vital no solamente utilizar guantes, sino el tipo adecuado de éstos, comprobando además que no tengan perforaciones de alfiler. Los fabricantes de guantes protectores suministran la Información adecuada en cuanto al tipo de guantes necesario para cada actividad, por ejemplo, los guantes de goma pueden ser

satisfactorios en el caso de los ácidos y álcalis. pero no son los convenientes para los solventes orgánicos.

Si entra en el guante una sustancia peligrosa, dicho guante brinda la situación ideal para que se produzca una quemadura corrosiva, o la entrada al cuerpo por absorción cutánea. Cuando la mano se calienta, sus poros se abren y la capa de protección natural de la piel se debilita por el sudor. La situación empeora por el tiempo que se pierde al quitarse los guantes antes de prestar los primeros auxilios.

Cuando se lleva a cabo un trabajo burdo pueden usarse guantes de tela de toalla (como los suministrados por Northide Ltd) los que son cómodos y duraderos, y dan la protección adecuada. Los guantes de piel son más duraderos, pero pueden hacer difícil el manejo de las piezas en caso de que no ajusten bien.

Cuando se necesiten guantes de protección para trabajos con calor nunca deberán usarse guantes de asbesto. Deberán usarse guantes de tela de toalla o guantes de goma a prueba de fuego, de acuerdo con la preferencia personal.

Ropas protectoras

El empleo de batas o guardapolvos de laboratorio brinda una primera línea de protección contra las sustancias peligrosas que puedan verterse. caso que generalmente se encuentra en laboratorios y talleres.

En el caso de un derrame accidental, son fáciles de quitar. de forma que la propiedad de la sustancia para penetrar hasta la piel se reduce considerablemente. Pueden usarse delantales de goma o plástico, además de las batas o guardapolvos de laboratorio, en tareas tales como el paso de grandes cantidades de ácido clorhídrico concentrado o ácido sulfúrico concentrado.

Cuando se utilizan sustancias peligrosas, por ejemplo ácidos fluorhídrico o fenol, deben utilizarse guardapolvos o batas diseñados en forma especial y pantalones que no sean afectados por dichos productos.

En los talleres pueden utilizarse delantales de piel en las ocasiones que las chispas puedan dar lugar a un riesgo, o cuando sea necesaria una buena protección mecánica debido al manejo de grandes barras metálicas durante el proceso de fabricación.

Cuando se utiliza equipo protector personal existe siempre la tentación de eliminarlo, por su incomodidad o porque su empleo dificulte realizar el trabajo. Deberá resistirse esta tentación. Muchas Investigaciones relativas a los informes sobre accidentes indica que las lesiones se produjeron cuando no se estaba utilizando el sistema protector; esto es lamentablemente cierto en el caso de la protección personal.

Si un técnico tiene problemas con el equipo protector personal, deberá acercarse a una persona capacitada para discutir su problema. Cuando no pueda cambiarse el sistema podrá llegarse a un acuerdo que reduzca el problema al mínimo.

Letreros o información acerca de la seguridad

Letreros de seguridad

Los letreros de seguridad utilizados en el Reino Unido deben ajustarse a las normas del British Standard Institute BS 5378: 1976, los que, aun cuando no constituyen ley o código de práctica, cuentan con el respaldo del Health and Safety Executive y otras organizaciones Influyentes dedicadas a la seguridad ocupacional, esperándose por tanto, que las compañías apliquen tales normas en sus propios sistemas de seguridad.

La necesidad de idear un sistema estándar de información acerca de la seguridad, utilizando letreros, en lugar de palabras únicamente, se basa en la necesidad de crear un idioma común que satisfaga el aumento que se observa en los viajes y en el Intercambio comercial Internacional, así como en el desarrollo de una fuerza de trabajo multilingüe.

El Idioma usado en los letreros de seguridad se basa en una combinación de colores y formas geométricas.

Color	Significado
*Rojo	Alto, o prohibido
Azul	Acción obligada (<i>debe hacerse</i>)
Amarillo	Precaución, riesgo de peligro
Verde	Situación de seguridad, e información

(* Nota El rojo se utiliza también en el equipo contra Incendios, y en las señales que muestran la dirección hacia el lugar que se encuentra dicho equipo.)

Un ejemplo de los riesgos comúnmente encontrados, y de los letreros que se utilizan para realizar la acción o la Instrucción apropiada, son los que aparecen en las figura 8.2.

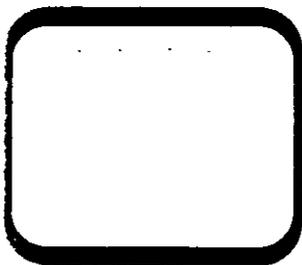
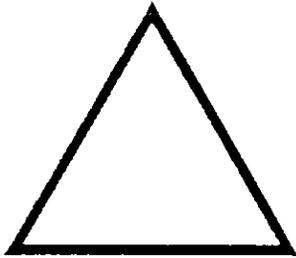
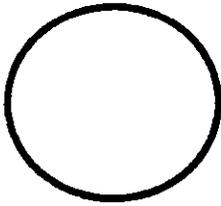
Los técnicos deberán aprender el lenguaje de las señales de seguridad, con el objeto de lograr una mejor comprensión de los riesgos que pueden encontrar durante el trabajo. El tamaño de los letreros puede variar desde 10 cm (4 pulg.) hasta 120 cm (4 pies), según la ubicación del peligro o la zona de peligro, por ejemplo: el letrero de una puerta tendrá probablemente unos 10cm, en tanto que otro suspendido en un

laboratorio o taller será probablemente de 120 cm. Los letreros sobre las etiquetas pueden llegar a tener hasta 2.5 cm (1 pulg.) de alto.

Etiquetado de sustancias peligrosas

Las etiquetas sobre los recipientes de sustancias peligrosas constituyen actualmente una fuente útil de Información acerca de los riesgos asociados con dichas sustancias. Con la responsabilidad en aumento para con los clientes.

Forma geométrica



Símbolos negros

Significado prohibición banda circular roja, y barra cruzada sobre fondo blanco

Obligatorio (debe hacerse) disco azul:
Símbolo o texto en blanco.

Aviso (precaución)
Fondo triangular amarillo, con triángulo negro en el que se incluye un símbolo en negro

Informativo
Fondo rectangular o cuadrado, en verde simbología o texto en blanco.

los de seguridad British Standard.

6.0.- SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE MATERIALES PELIGROSOS

De acuerdo a lo antes mencionado, los diferentes procesos productivos implican un conocimiento total de los riesgos que involucran el emplear sustancias peligrosas bajo esta clasificación.

Para adquirir este conocimiento se hace necesario usar criterios universalmente conocidos y sistematizados, tales como son :

- **SISTEMA NFPA**

National Fire Protection Association= Asociación Nacional de Protección contra incendio.

- **SISTEMA MISH**

Material Identification Safety Hazardous = Identificación Segura de Materiales Peligrosos.

- **SISTEMA O.N.U.**

Sistema de la Organización de las Naciones Unidas

- **SISTEMA DOC - CANUTEC**

Sistema de Identificación convencional entre el departamento de Transporte de Estados Unidos de Norteamérica y CANUTEC de Canadá.

Estos sistemas muestran y organizan la información de los materiales y los riesgos que representa su uso. Emplean para ello combinaciones de color, figuras, palabras e instrucciones, que indican la prevención, planificación y organización de los servicios con que debe contarse para hacer frente a una emergencia.

Manejar la información con esta simbología, permite establecer los **NIVELES DE RIESGO** que presentan las diferentes sustancias así como cuáles deben ser los cuidados que se tengan, cuando se este en contacto con ellas o bien cuando deba atenderse una emergencia. Estos niveles de riesgo establecen cuatro niveles de Materias Peligrosas, a saber

EL SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS NUM. 704 DE LA N.F.P.A.
(ROMBO 704 DE LA N.F.P.A.)

La "Identificación de riesgos de los materiales " núm 704 de la NFPA constituye un sistema de símbolos destinados a utilizarse en instalaciones fijas, como equipos de proceso químico, naves de almacén, cuartos de almacenamiento y entradas de laboratorio. Informan sobre las medidas de autoprotección que deben tomarse cuando se presenta una emergencia en esa zona.

El sistema de información basado en el rombo 704 (figura Núm 1) constituye el medio de presentación visual de la información sobre los **peligros de inflamabilidad, autorreactividad y para la salud**, así como **datos especiales** relacionados son estos riesgos

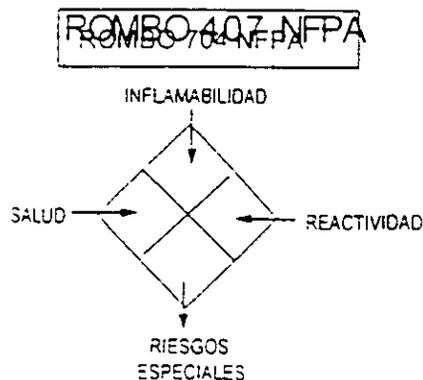


FIGURA NUM. 1

El rombo, se subdivide en otros cuatro más pequeños; en el rombo superior y en los dos laterales se expresan números del 0 al 4 para indicar el grado de peligro que presenta cada uno de estos tres aspectos específicos

-
- 4.- Materiales demasiado peligrosos. El vapor o líquido de estos materiales en una dosis pequeñísima puede ser Mortal.
 - 3.- Materiales extremadamente peligrosos. Puede trabajarse observando la máxima cautela
 - 2.- Materiales peligrosos para la salud.
 - 1.- Materiales que presentan riesgos leves
 - 0.- No ofrece peligros.
- **INFLAMABILIDAD.** Se denota por el fondo de color **ROJO** y al igual que en el caso de Salud, los grados de riesgo se clasifican del 0 al 4. Su base es la susceptibilidad al incendio.
- 4.- Gases muy inflamables o líquidos. inflamables muy volátiles.
 - 3.- Materiales que pueden inflamarse en casi todas las condiciones de temperatura normal.
 - 2.- Materiales que deben ser sometidos a calentamiento moderado antes de ser inflamables.
 - 1.- Materiales que requieren ser sometidos a recalentamiento antes de ser inflamables.
 - 0.- Materiales no combustibles
-

VENTAJAS DEL SISTEMA 704 DE LA NFPA

El sistema 704 de la NFPA advierte contra los peligros que presentan los materiales en condiciones de incendio que otros sistemas de información clasifican como no peligrosos.

Este sistema puede también advertir de los riesgos generales de incendio que se presenten en la zona. Colocados en la puerta de laboratorio o de un almacén, puede advertir de los peores riesgos que puedan presentarse en una situación de incendio.

Otra ventaja, es que puede usarse sin el auxilio de manuales suplementarios. Debido a su simplicidad es fácil memorizar el significado general de los números y la totalidad del símbolo puede leerse e interpretarse rápidamente de un vistazo, incluso con mala iluminación.

DESVENTAJAS DEL SISTEMA 704 DE LA NFPA

El sistema 704 de la NFPA no prevé la presencia de oxidantes de tipo Donadores de oxígeno. Ofrece una información muy limitada sobre los peligros.

Como el sistema informa sobre las medidas de protección, puede ser que emplee el mismo número para designar diferentes tipos de peligros, de modo que, por ejemplo, el número 3 del rombo de peligros para la salud significa **no hacer contacto** sin especificar si el peligro que se presenta es de corrosividad para la piel o toxicidad por absorción a través de la piel, de modo que el símbolo solo es útil para personas adiestradas e informadas.

4.- Riesgo Severo, grave de muerte

3.- Riesgo alto, lesión grave

2.- Riesgo moderado, lesión leve con posible incapacidad temporal.

1.- Riesgo ligero, irritación o lesión leve

0.- Riesgo no significativo

- **INFLAMABILIDAD.** Este riesgo está indicado en la barra siguiente. Tiene el fondo de color **ROJO** y sus riesgos también se clasifican del 0 al 4:

4.- Riesgo severo, gases y líquidos inflamables muy volátiles.

3.- Riesgo alto, materiales que pueden incendiarse en casi todas las condiciones de temperatura normal.

2.- Riesgo moderado, materiales a los que debe incrementar su temperatura para que se presente el incendio.

1.- Riesgo ligero, Materiales que deben elevar su temperatura antes de ser causa de un incendio.

0.- Riesgo mínimo, materiales estables que pueden arder si son expuestos de manera directa a la flama.

1.- Los materiales pueden reaccionar vigorosamente pero sin violencia con el agua.

0.- No se emplea la W

SISTEMA DOC-CANUTEC-ONU

Este es un sistema de identificación convencional entre el departamento de Transporte de U.S.A.- CANUTEC de Canadá y la O.N.U.

Clasifica a los materiales en nueve clases por su riesgo:

1. Explosivos
2. Gases
3. Líquidos inflamables
4. Sólidos inflamables
5. Oxidantes
6. Venenosos e infecciosos
7. Radiactivos
8. Corrosivos
9. Otros peligros no clasificados.

Este sistema emplea tres clasificaciones claves:

1. N.U. que significa Naciones Unidas.
2. CAS . significa otro código de una organización que tiene registrados muchos productos químicos; es muy útil en situaciones de emergencia.
3. No. CAT : El más importante para el personal que labora dentro de la planta, pues le indica el número de cataiogo donde puede encontrar información sobre la sustancia que se este trabajando.

* **Entradas.**- Factores que alimentan a un sistema esto son: materia, energía e información.

* **Proceso:** Transformación de los elementos de entrada, por medio de un encadenamiento lógico de actividades que discurren en el tiempo (diversidad de tecnologías)

* **Salidas:** Resultado de las etapas anteriores

Dentro de este sistema, independientemente de su tipo de proceso, la industria produce o genera aproximadamente, ocho millones de toneladas al año de residuos como resultado de su proceso. La literatura indica que desde el punto de vista proceso de transformación un **residuo es cualquier material o energía que entre al proceso y no se incorpora en el producto final deseado.**

Las clasificaciones más usuales para clasificar a los residuos son los siguientes:

Residuo se define como Cualquier material en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Residuos municipales: residuos alimenticios, residuos combustibles y no combustibles (papel plástico, vidrio, metal, trapos y residuos de jardines), cenizas materiales de construcción, materiales específicos abandonados (materiales de calle, animales muertos y chatarra)

Residuos industriales: generados en la actividad industrial y tiene los siguientes materiales: residuos combustibles y no combustibles materiales específicos y residuos peligrosos.

RESIDUO PELIGROSO: Son todos aquellos residuos en cualquier estado físico que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamable, biológicas infecciosas o irritantes, representan un peligro para el equilibrio ecológico o al ambiente.

SUBSTANCIA PELIGROSA: Es todo aquel elemento, compuesto, material o mezcla de ellos que independientemente de su estado físico, represente un riesgo potencia- para la salud, el ambiente, la seguridad de los usuarios y la propiedad de terceros, también se considera bajo esta definición los agentes biológicos causantes de enfermedades.

RESIDUO INDUSTRIAL: Es cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Así los residuos peligrosos atendiendo a su fuente generadora, se clasifican en residuos peligrosos por giro industrial y por procesos, así como por fuente no específica.

CLASIFICACIÓN CRETIB

Para fines de identificación y control. Los residuos se denominan:

C	CORROSIVOS
R	REACTIVOS
E	EXPLOSIVOS
T	TOXICOS
I	INFLAMABLES
B	BIOLÓGICOS INFECCIOSOS

IDENTIFICACION DE RESIDUOS Y MATERIALES PELIGROSOS

El método de identificación de los residuos peligrosos es mediante el Diagrama de Flujo que se muestra en la NOM-052-ECOL-1 993.

CARACTERISTICAS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

NOM-052-ECOL-1993 establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Además de los residuos peligrosos comprendidos en las tablas 2, 3 y 4 se consideran como peligroso aquellos que presentan una o más de las siguientes características:

1. Corrosividad
2. Reactividad
3. Explosividad
4. Toxicidad
5. Inflamabilidad y
6. Biológico Infeccioso.

-
- **Residuos de pinturas** representados principalmente por solventes orgánicos (hidrocarburos aromáticos, derivados halogenados, cetonas y aldehidos), resinas vinílicas Acrílicas y epóxicas, algunos a base de metales pesados.
 - **Residuos de gases:** gas natural y gas de petróleo.
 - **Combustibles del petróleo**
 - **Residuos de petróleo:** hidrocarburos aromáticos policíclicos, asfaltenos, azufre y metales pesados.
 - **Solventes orgánicos:** hidrocarburos alifáticos y aromáticos, sus derivados halogenados, cetonas, aldehidos, ésteres, éteres y otras, sustancias. Se utilizan en varios procesos en particular la limpieza de equipos y Motores y en la industria electrónica.
 - **Residuos biológicos:** De sistemas de tratamientos u hospitalarios entre otros.

7.0 Conceptos básicos de seguridad en el trabajo

La palabra seguridad tiene muchas connotaciones y significados, pero conlleva un fondo unitario para todas ellas.

Siempre ha destacado en el hombre su lucha permanente para obtener cotas satisfactorias de seguridad personal, tanto en los aspectos tangibles como intangibles

Por tanto, con carácter general, debemos considerar que la seguridad es un estado deseable de las personas frente a los riesgos. La graduación de ese estado o situación de ser humano y su entorno es variable desde el punto de vista subjetivo. De ahí los diferentes criterios a la hora de adoptar medidas que nos deben conducir al objetivo.

Esta visión general, cuando la trasladamos al mundo de trabajo, se concreta en la SEGURIDAD que podemos obtener a través de acciones contra las pérdidas derivadas de los accidentes de trabajo. Esta es la seguridad en el trabajo de la que vamos a tratar en este texto.

Si tenemos presente que suponen una mayor seguridad:

- Una actitud positiva contra el accidente.
- Unas tácticas o estrategias para evitar el accidente.
- Unas técnicas y sistemas contra el accidente.

Todo ello explica que hablemos de actitudes, técnicas, tácticas y sistemas de seguridad, y que la seguridad sea, en definitiva, una disciplina científica con su específica terminología y sus propios principios universales.

Antes de referirnos a algunos de esos principios es preciso que recallemos en lo que se entiende por la antítesis de la seguridad, es decir, el accidente y el incidente.

Las características del accidente son: no es deseado, produce pérdidas y, generalmente, existe el contacto con una fuente de energía.

Podemos decir que el incidente es similar o muy próximo al accidente, sólo que no produce pérdidas.

Teniendo en cuenta la concreta característica de que son suficientes "pequeñísimas variantes" para diferenciar un accidente de un incidente, se deduce que deben ser tratados como si fuesen accidentes los incidentes con un elevado potencial de pérdidas.

En este contexto podemos afirmar que todos los accidentes son incidentes, pero no todos los incidentes son accidentes.

Un accidente puede definirse como un suceso no deseado que ocasiona pérdidas a las personas, a la propiedad o a los procesos laborales.

El accidente es el resultado del contacto con una sustancia o fuente de energía (mecánica, eléctrica, química, ionizante, acústica, etc.) superior al umbral límite del cuerpo o estructura con el que se realiza el contacto.

La mayor parte de incidentes disminuyen o deterioran la eficiencia de las operaciones empresariales. Una tarea con incidentes no es una tarea bien hecha.

Y si los incidentes pueden derivar en accidentes, enfermedades, problemas de calidad, de producción, etc., se deduce la necesidad de su control, porque así conseguimos mayor seguridad para las personas, el equipamiento, los materiales y el ambiente.

El fundamento de ese control está en las causas de los accidentes/incidentes, es decir, en los motivos o razón de ser de los hechos o fenómenos que los originan.

El incidente es todo suceso no deseado, o no intencionado, que bajo circunstancias muy poco diferentes podría ocasionar pérdidas para las personas, la propiedad o los procesos.

Es bien sabido, por otra parte, que no hay ningún hecho o fenómeno sin causa y que a la causa le sigue necesariamente el efecto. Esos efectos (contactos) pueden ser motivo de pérdidas, entre las cuales están las lesiones. Pero no debe confundirse el accidente con la lesión, las lesiones son consecuencias de los accidentes, pero no todos los accidentes producen lesiones.

Por la existencia de las causas es posible el control de accidente/incidente. Es decir, el accidente es evitable, pero la gravedad de las pérdidas que se derivan de un accidente es frecuentemente cuestión de azar. Así pues, el azar, la casualidad, está en la posible gravedad de las lesiones (pérdidas), pero el accidente o incidente es debido a unas causas y concurren en él éstos principios:

- Todo accidente/incidente está originado, al menos, por una causa.
- En general, en un accidente/incidente concurren varias causas.
- Las causas están relacionadas entre sí factorialmente.

Este carácter factorial de la cadena causa; suele expresarse de la siguiente forma:

$$C_1 \times C_2 \times C_3 \times \dots \times C_n = \text{Accidente.}$$

En esa expresión las Ci representan las causas posibles de; accidente. Si interrumpimos o anulamos alguna de esas verdaderas causas del accidente, no habrá tal suceso, como también se deduce matemáticamente si hacemos igual a cero a uno de los factores del producto.

El camino hacia el accidente/incidente está recorrido, como hemos dicho, por las causas. La secuencia de ese camino puede ser contemplada con diferentes enfoques, como veremos seguidamente.

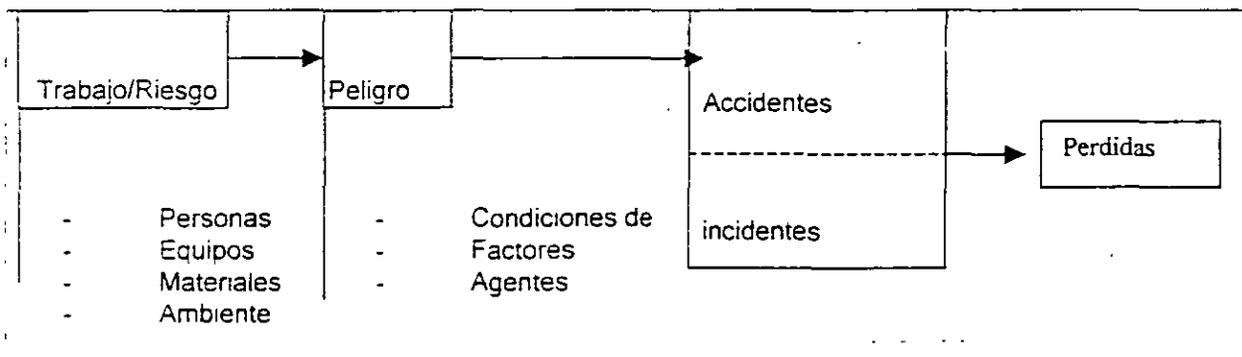
Secuencia inductiva

Es fundamental conocer todos aquellos posibles recorridos que en el trabajo nos pueden llevar al accidente/incidente y detectar en ese camino los motivos o situaciones que pueden posibilitar los sucesos indeseados.

Como puede apreciarse en la figura, un posible camino es la secuencia inductiva que, partiendo de los hechos diarios o habituales del trabajo, nos permite entender la existencia de unos peligros -múltiples peligros que debemos controlar y, en su caso, eliminar antes de que suceda el accidente/incidente y se ocasionen pérdidas.

El trabajo implica un riesgo, cuyos resultados se manifiestan a través de las personas, los equipos, los materiales y el ambiente en general (aire, luz, ruido, condición atmosférica..

Figura. Secuencia inductiva del accidente/incidente.



De la mayor o menor seguridad intrínseca y extrínseca de esos componentes se derivará la mayor o menor presencia de peligro de que sucedan accidentes. En el bien entendido que esa secuencia es, asimismo, válida para todo tipo de riesgos del trabajo, por lo que no tenemos más que incluir la enfermedad; el incendio, etc., en la casilla del accidente/incidente para este proceso inductivo.

Los peligros concretos se manifiestan por la presencia de determinados factores que engloban los múltiples agentes, en unas condiciones por debajo del nivel que podemos considerar como normal para que no aparezcan pérdidas. Así, una escalera de no con un peldaño roto sería un agente físico en condiciones anormales; una concentración de tolueno en el aire de 55 ppm constituye un agente químico en condiciones muy superiores al estándar; colonias de in tipo de bacterias patógenas

en algún conducto de ventilación, son agentes biológicos que constituyen una condición higiénica anormal.

Peligros derivados de agentes fisiológicos pueden ser las deficiencias visuales, antropométricas, etc. para realizar ciertos trabajos; peligros por agentes psíquicos están relacionados con la inteligencia y la aptitud, por ejemplo; las preocupaciones y preparación deficientes son, entre otros, factores sociológicos peligrosos. las presiones de determinados grupos de compañeros de trabajo constituyen un peligro clasificaba entre los agentes políticos, agentes económicos susceptibles de ser peligrosos son las deficiencias injustificadas, la falta de incentivos adecuados; ciertos trabajo turno, horarios excesivos, etc. son, asimismo, agentes organizativos del trabajo que pueden derivar en otros tantos peligros por su condición subestándar.

peligro, ese vocablo tan tradicional, específico y comprensible en todos los estratos sociales es, junto al *hazar* anglosajón, el que mejor nos le permitir, sin confusiones entender cuando estamos en situaciones estándar, propicias para el accidente/incidente.

Secuencia causal

Es conveniente conocer con detalle cuanto puede anteceder accidente como medio indispensable para tomar medidas que rompan la secuencia, y por eso vamos a concretarnos ahora en la secuencia o cadena causal.

Como nos muestra la figura, las pérdidas son el último eslabón o consecuencia del accidente. Pero antes de que éste tenga lugar se han ido que manifestar las llamadas *causas inmediatas*, que tienen su razón ser en las *causas básicas* y en los *fallos o defectos de los sistemas*, entendidos en su amplio significado.

Puede resumirse en cuatro puntos representativos el significado de los fallos de los sistemas:

- Deficiente control de gestión y de las técnicas preventivas.
- Programas poco adecuados a las necesidades reales.
- Normativa inadecuada en el conjunto de las decisiones preventivas.
Cumplimiento inadecuado de la normativa existente.

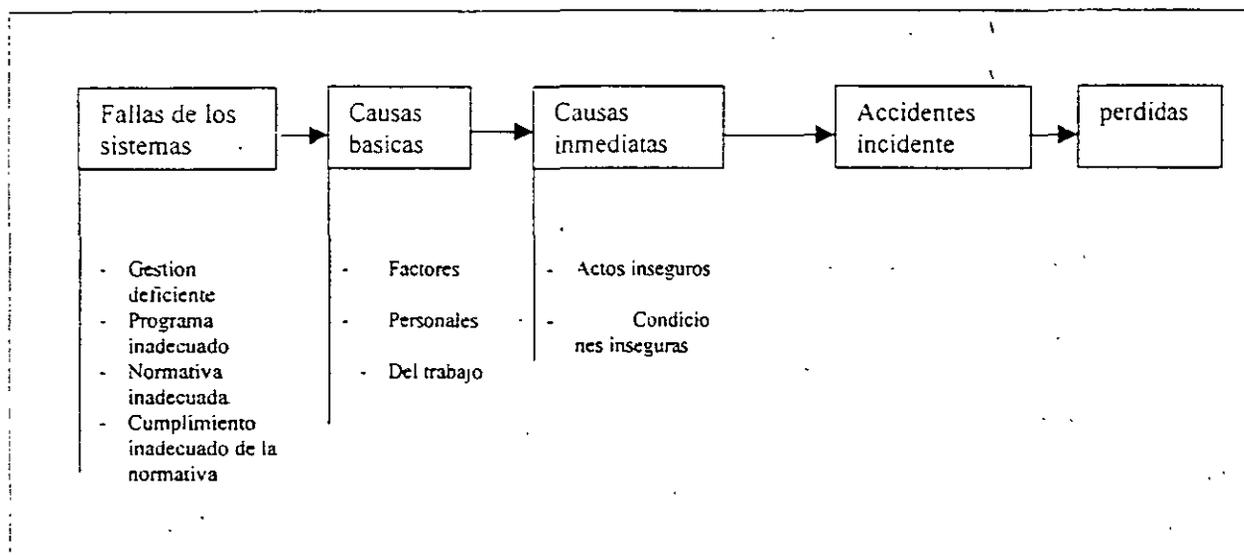
Cuando la línea de supervisión no participa en la gestión de la seguridad e Higiene, ya sea por propia inhibición o porque no se le ha involucrado en programa, es una razón más que suficiente para que resulte incontrolada la ocurrencia de accidentes/incidentes. Porque ahí está el motivo de e no se hagan inspecciones, de que no se investiguen las causas de perdidas y de incidentes, que no se hagan análisis, ni procedimientos de trabajo y cuantas actividades sean necesarias para la empresa en cuestión.

y por supuesto, con esas carencias sólo puede esperarse perder al nivel que determine el azar.

Ese primer eslabón de la secuencia puede propiciar la existencia de una cantidad muy variable de causas básicas. Estas causas son las que nos permiten explicarnos por que sucede lo indeseable, materializado en hechos concretos que, como hemos dicho están posibilitados por previos comportamientos de gestión.

Esas causas básicas pueden resumirse en dos tipos: las que engloban los factores personales y las correspondientes a factores del trabajo.

Figura Secuencia causal.



Las primeras son el (-)rigen de que las personas no actúen como sería de desear para los intereses preventivos. Las segundas nos explican el porqué de las condiciones o situaciones inadecuadas existentes. Aquí nos encontramos, por tanto, con todos los factores y agentes en condiciones de producir efectos adversos sobre la mejor utilización deseable y posible de los recursos humanos y de la producción. En la figura se ofrece una relación, no exhaustiva, de factores personales y del trabajo.

Las de las causas básicas es de tal naturaleza que, sin una clara política de actuación empresarial a través de todos los niveles, sin una rotunda decisión directiva para luchar contra esas causas, no será posible alcanzar un razonable y perdurable estado de seguridad e higiene. Olvidarnos de las causas básicas es tanto como plantear la batalla por la seguridad e higiene en base a cuestiones puntuales, a "parcheos", que nos vienen definidos por las Llamadas inmediatas.

Esas señales o indicios inmediatos (mal llamados causas) de que pueden suceder los accidentes / incidentes constituyen otro eslabón de la cadena causal. Están constituidos por los llamados actos *inseguros*, y *condiciones* materiales inseguras o peligrosas.

El acto inseguro es un comportamiento de las personas que vulnera el procedimiento aceptado como seguro y que posibilita que suceda el accidente. La condición insegura es una manifestación de los factores materiales inseguros que, de forma

inmediata, pueden proporcionar accidentes o incidentes. En definitiva, son situaciones por debajo del estándar.

Factores personales	Factores del trabajo
El porqué no se actúa como se debe:	El porqué de condiciones inseguras:
Deficientes aptitudes físicas y fisiológicas	Dirección y/o supervisión inadecuada.
<ul style="list-style-type: none"> - Fuerza física desproporcionada - Deficiente visión o audición - Mermas sensoriales (tacto, olfato). 	<ul style="list-style-type: none"> - Mala identificación de peligros. - Inadecuada transmisión de normas. - inhibición en practicar normas.
Aptitudes psicológicas inadecuadas	Deficiente gestión de ingeniería.
<ul style="list-style-type: none"> - Comprensión deficiente. - Poco sentido común (malos juicios). - Lenta capacidad de reacción. 	<ul style="list-style-type: none"> - Respecto a factores ergonómicos. - De las exposiciones a pérdidas. - Criterios de diseño inadecuados,
Tensiones físicas o fisiológicas	Compras inadecuadas o su control.
<ul style="list-style-type: none"> - Fatiga por falta de descanso. - Exposición a temperaturas extremas. - Drogadicción. 	<ul style="list-style-type: none"> - Especificaciones incorrectas - Problemas por artículos peligrosos.
Tensiones mentales o psicológicas.	Mantenimiento deficiente.
<ul style="list-style-type: none"> - Rutina, monotonía. - Extremada concentración/percepción. - Frustraciones, preocupaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento preventivo inadecuado. - Reparaciones deficientes.
Falta de conocimientos	Herramientas y equipos inapropiados.
<ul style="list-style-type: none"> - Falta de experiencia. - Adiestramiento inadecuado. - Instrucciones no comprendidas 	<ul style="list-style-type: none"> - Deficiente valoración de peligros. - Inadecuadas ergonómicamente - Especificaciones inadecuadas.
Actitudes inadecuadas.	Criterios de trabajo inadecuados.
<ul style="list-style-type: none"> - Valoración impropia (machismo). - Exceso de celo (economizar tiempos). - Presiones, excesos, ridículos 	<ul style="list-style-type: none"> - En su desarrollo (procedimiento). - En la comunicación (entreno) - En el mantenimiento (puesta al día).
	Desgaste
	<ul style="list-style-type: none"> - Poca vigilancia del servicio. - Inspección/mantenimiento impropio. - Usos distintos a los provistos.

	Uso anormal. <ul style="list-style-type: none"> - Consentido por la supervisión. - No consentido por la supervisión.
--	--

Fig. Relación de causas básicas

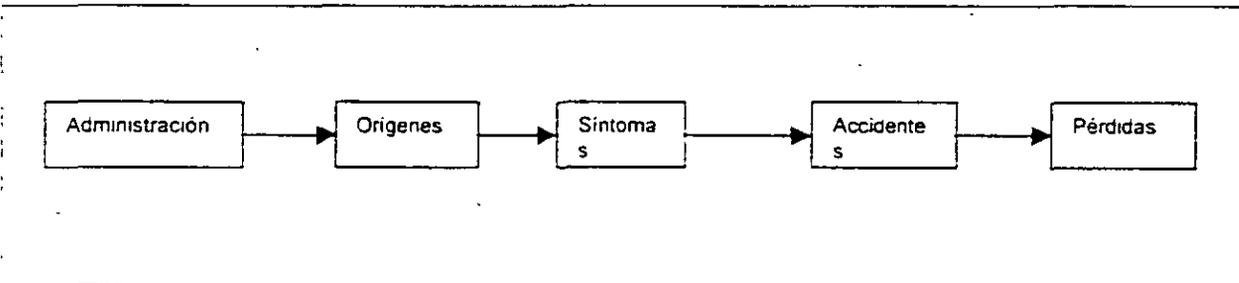
Admitido como seguro en los procedimientos, equipos, materiales y ambiente de trabajo. Una relación de los mismos aparece en la figura.

Secuencia actualizada

Pretendemos describir con esta secuencia que, como todas las anteriores, no pretende más que dar una visión distinta del camino que nos conduce al accidente o al incidente, aquellas particularidades y nomenclaturas más actuales de los conceptos básicos de seguridad.

Como se indica en la figura, el primer paquete de medidas que nos va a permitir trabajar con el grado de seguridad e higiene deseable lo denominamos administración. Con ello queremos significar la decisiva importancia que tiene la dirección y sus mandos de línea y supervisión para que sucedan o no los hechos indeseados, las pérdidas.

Figura. Secuencia actualiza.



El vocablo administración tiene el sentido de management o estructura directiva que planifica, organiza, dirige y controla las actividades empresariales. Si es aquí donde radican las máximas responsabilidades, donde se configuran las Políticas de actuación, donde se define el futuro que se desea alcanzar y los medios precisos para ello, donde pueden exigirse los procedimientos de trabajo y normas, no pueden sorprendernos que estemos ante la clave del éxito.

El segundo paquete de medidas a considerar son los orígenes. En cualquier sistema de gestión de los mandos de línea deben estar incluidos los especiales cuidados por los orígenes de las causas, también conocidos como causas básicas, que son aquellas cuya corrección debería conseguir resultados permanentes.

Este tipo de causas no solamente afectan o pueden afectar a un determinado accidente o incidente, sino a muchos otros accidentes y problemas del conjunto de operaciones industriales. Veamos, por ejemplo:

La falta de entrenamiento conlleva problemas sucesivos en seguridad, pero también en la calidad de los productos y operaciones.

Los defectos de selección y promoción/rotación de personal se traducen en actos inseguros, pero también en graves deficiencias de gestión.

¡Cuidado con los impresos de análisis e investigación que solo nos piden identificar los actos y las condiciones inseguras!

Eso no son causas, sino síntomas del accidente o incidente.

Hay que tener conocimiento de los actos y condiciones, pero también es preciso pensar y disponer de un espacio para los orígenes, facilitando la profundización en el conocimiento de las causas que subsisten, es decir, en el porque, real y básico de los fallos existentes.

El siguiente paquete de medidas para interrumpir la cadena causal hacia el accidente está compuesto por los síntomas o indicios del accidente/incidente. Si hemos llegado hasta aquí en nuestro esfuerzo por la seguridad, lo tenemos bastante mal. Es la última oportunidad que nos queda para poner remedio a los peligros existentes.

Pero lo más negativo radica en el hecho de constatar, a través de los síntomas, que no tenemos un programa positivo que va buscando la seguridad, sino un trabajo basado en sentirnos negativos, porque está pensando para hacer frente a la inseguridad. Si así fuera, deberíamos cambiar radicalmente ese sentido negativo por otro decididamente positivo.

Figura Síntomas actos y condiciones inseguras.

Síntomas	
Actos inseguros	Condiciones inseguras
- levantar cargas de forma incorrecta	- Puntos de operación desprotegidos.
- Situarse en lugares peligrosos	- Resguardos inadecuados.
- No utilizar la protección personal.	- Falta de resguardos.
- Poner en marcha sin autorización.	- Material o herramientas defectuosos
- No avisar previamente de la intervención crítica que se practica.	- Aglomeración impropia de material.
- No asegurar los dispositivos de corte en las reparaciones.	- Orden y limpieza deficiente.
- Sacar las protecciones.	- Sistemas de avisos incorrectos.
- Utiliza equipos y materiales	- Niveles excesivos de polvo, humos, gases y vapores.
	- Exposiciones incontroladas a

- indebidos para trabajos concretos. - Gastar bromas pesadas. - introducir bebidas alcohólicas. - No practicar la higiene personal - Conducir sin autorización.	- radiaciones y ruidos excesivos. - Ventilación e iluminación escasas. - Fuentes de ignición en atmósferas y materiales peligrosos. - Puestas a tierra inexistentes.
---	---

Para trabajar con un programa positivo no debemos olvidar el estímulo que debe dar el mando en todo momento ¿Cuatas veces le has dicho a tu subordinado...?: "Buen trabajo, eso es trabajar en forma segura"

Y también cabría mencionar los incentivos. Porque si los empleados no estan actuando en forma segura es porque no obtienen ningún provecho por hacerlo de la forma correcta.

Siempre que existan condiciones y actos por debajo del estándar aceptado como seguro tenemos la puerta abierta al accidente/incidente. Pero ¿cuándo ocurrirá uno u otro? No lo sabemos. Depende del azar.

Esta es tina razón más que suficiente para servirnos de los incidentes a fin de sacar consecuencias de los hechos y evitar así situaciones anómalas,

En la figura se expone la relación de tipos o formas de accidentes más comunes para que la tengamos presente en nuestras actuaciones cotidianas en favor de la seguridad y contra las perdidas.

Códigos de la forma en que se produjo el accidente	
01 - Caídas de personas a distinto nivel.	02 - Caídas de personas al mismo nivel.
03 - Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.	04 - Caídas de objetos en manipulación.
06 - Pisadas sobre objetos	05 - Caída por objetos desprendidos.
08 - Choque contra objetos móviles.	07 - Choques contra objetos inmóviles.
10 - Proyección de fragmentos / partículas.	09 - Golpes por objetos o herramientas.
12 - Atrapamiento por vuelco de máquinas tractores o vehículos.	11 - Atrapamiento por o entre objetos.
15 - Contactos térmicos.	13 - Sobreesfuerzos.
16 - Exposición a contactos eléctricos	14 - Exposición a temperaturas ambientales extremas.
18 - Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosiva	17 - Exposición a sustancias nocivas.
21 - Incendios.	19 - Exposición a radiaciones.
23 - Atropellos o golpes con vehículos.	20 - Explosiones.
	22 - Accidentes causados por seres vivos.

Figura Formas de Accidentes.

ACRUACIONES POSIBLES EN EL CAMINO HACIA EL ACCIDENTE/INCIDENTE

En las diferentes secuencias hacia el accidente podemos distinguir tres situaciones perfectamente diferenciadas: la del contacto con una fuente de energía que supera el valor límite del cuerpo o estructura, la de precontacto y la de post-contacto.

la situación de precontacto coincide con la que denominaremos etapa preventiva. El accidente/contacto coincide con la etapa de protección, y el posts-contacto con la etapa reparadora. En todas ellas hay unas posibilidades concretas y eficaces de actuación que señalaremos seguidamente.

Etapas preventivas

En esta etapa es cuando podemos evitar el accidente/incidente. Los síntomas o causas inmediatas, los orígenes o causas básicas, son las fuentes de peligro que deseamos evitar y debemos hacerlo precisamente en esta etapa.

Si estamos decididos a introducir un sistema positivo de seguridad en el trabajo, una vez conocidos y evaluados los riesgos inherentes al mismo, aprovecharemos el piquete de medidas que nos permite la gestión o administración para limitar, de entrada, la posibilidad de accidentes y pérdidas. Las políticas, programas y normas, los diseños estructurales, los nuevos equipos y materiales, son actuaciones que deben tener presentes la seguridad e higiene para ser eficaces.

A esa función creativa de la administración deben unirse, en esta etapa, estos dos tipos de actuaciones genéricas: la detección y la corrección. Detectar y corregir peligros es el fundamento de las posibles acciones contra el accidente, la enfermedad profesional, el incendio y demás riesgos puros del trabajo. A ello dedicamos la mayor extensión en los capítulos siguientes.

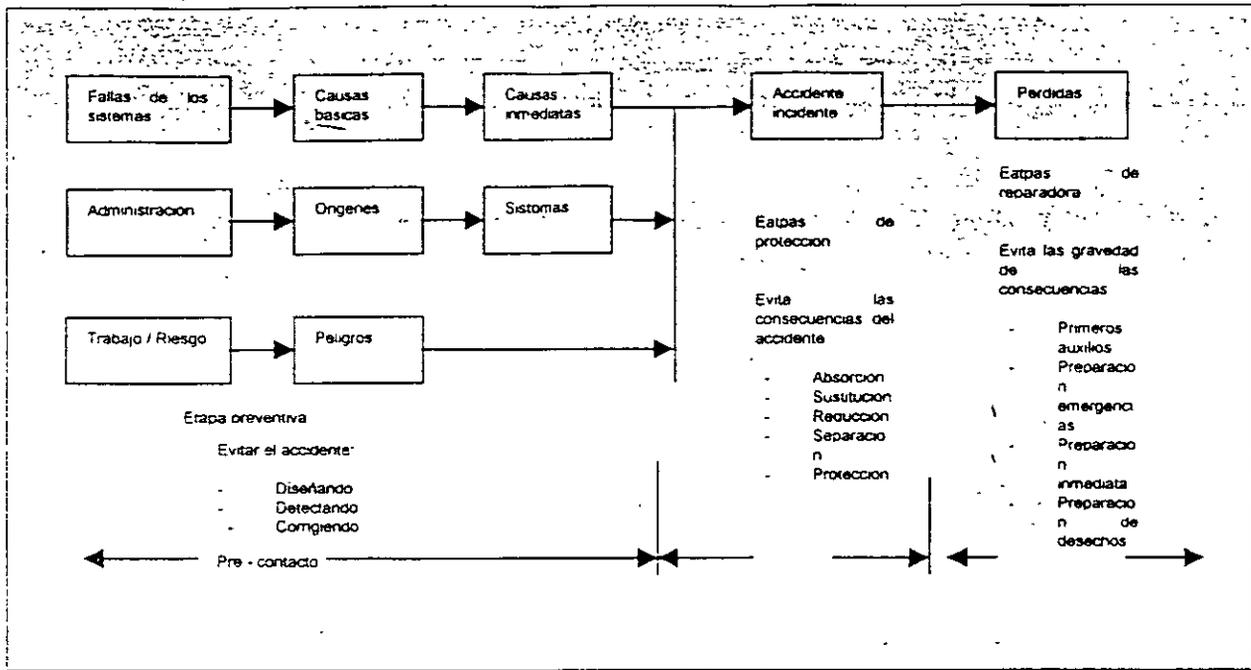
Etapas de protección

En esta etapa pueden evitarse las consecuencias del accidente.

Las técnicas de absorción, sustitución, separación y protección, son todas ellas indicadas como actuaciones posibles en esta etapa.

Si cuando se produce el contacto existen medidas que absorban o modifiquen la energía, será posible reducir o minimizar las pérdidas. El casco protector no evitaría la caída del objeto, pero podrá absorber una buena parte de la energía y evitar o reducir la lesión.

Figura Etapas de Actuación frente al accidente.



Cuando utilizamos productos menos volátiles o menos peligrosos estamos aplicando técnicas de sustitución.

La energía liberada puede ser reducida para limitar sus efectos. Así, los limitadores de velocidad, duchas y lavavojos, cumplen este fin.

El apantallamiento de una máquina ruidosa limita por separación las consecuencias de la energía liberada sobre los oídos

Reforzar el objeto, cuerpo o estructura que puede entrar en contacto energético es el fundamento de las técnicas de protección.

Como hemos podido apreciar, con las anteriores actuaciones no podemos evitar los contactos pero, indudablemente, el potencial de pérdidas puede ser reducido hasta niveles satisfactorios.

Etapa reparadora

Todo lo que podemos hacer aquí es evitar la gravedad de las consecuencias, es decir, evitar mayores tras el accidente a través de:

Primeros auxilios o socorrismo del lesionados. Es bien conocido que si la atención al lesionado, en los primeros momentos, es realizada por un socorrista con un claro conocimiento de su función, será factible conseguir que el lesionado llegue a los servicios médicos en condiciones muy poco diferentes a las que padecía al sufrir la lesión.

Preparación para emergencias. La mayor significación de este apartado se da en los casos de incendio, explosiones, avisos de bomba y similares. Una buena brigada

contra incendios y una adecuada estructura de primera intervención pueden ser decisivos en cualquier emergencia

Reparación inmediata. Los mandos de línea deben asumir su responsabilidad de mantener las instalaciones, equipo y materiales en perfectas condiciones, y no esperar que resulten dañadas, con las pérdidas que representan entonces su reparación o sustitución.

Recuperación de desechos. Una adecuada recuperación de materiales en determinados siniestros, en averías, pueden ser una fuente importante de reducción de la gravedad de pérdidas.

8.0 Conceptos básicos de higiene labora

Aspectos generales

Las referencias de este texto a la higiene tienen una única dirección, la higiene del trabajo, denominada tradicionalmente higiene industrial. También se la conoce por higiene laboral, pero debe quedar bien entendido que son tres formas de denominar un mismo concepto.

La higiene industrial, de contenido técnico (no médico), tiene por objeto la prevención de las enfermedades profesionales a través de la aplicación de técnicas de ingeniería que actúan sobre los agentes contaminantes del ambiente de trabajo, ya sea físicos, químicos o biológicos

Podemos deducir fácilmente su similitud con la seguridad en el trabajo, si bien el objetivo de ésta es la prevención de los accidentes de trabajo.

Confiamos que, con estas precisiones, nuestras empresas, directivos, técnicos, mandos y trabajadores, sabrán de qué higiene hablar frente a los problemas que se planteen ya que técnico se debe recurrir para resolver el problema higiénico susceptible de producir enfermedades profesionales o para diseñar locales y puestos de trabajo con niveles satisfactorios de higiene industrial.

Los agentes, también llamados contaminantes, del ambiente de trabajo.

Figura. Vías de entrada en el organismo de contaminantes.

Vías de entrada de contaminantes en el organismo.

- Respiratoria o por inhalación.
- Dérmica o de absorción a través de la piel
- Digestiva o de ingestión a través de la boca.
- Parenteral o de entrada directa, por heridas, etc.

Que son los causantes de las enfermedades profesionales, cuando se encuentran en determinadas condiciones denominadas peligrosas tienen la posibilidad de incidir desfavorablemente en la salud, de producir pérdidas.

Los efectos patológicos de esos agentes sobre el trabajador tienen lugar a través de diferentes vías de entrada en el organismo.

- Respiratoria o por inhalación, afectando fundamentalmente a los pulmones.

- Dérmica o de absorción a través de la piel, llegando a la sangre como vehículo transmisor.
- Digestiva o de ingestión o través de la boca para llegar al estomago e intestinos
- Parental o de penetración directa a través de las heridas y similares y de las mucosa, aunque ambas son de valor poco significativo frente a las dos primeras vías de entrada.

La posibilidad de que puedan darse las condiciones peligrosas no debe confundirse con la calificación de toxicidad, por ejemplo, de un agente químico

Toxicidad es la capacidad de una sustancia para producir un efecto no deseado cuando, esa sustancia ha alcanzado una concentración (dosis) suficiente en determinadas partes del organismo.

Factores que intervienen en la gravedad de los contaminantes
- Toxicidad de la sustancia.
- Vía de entrada en el organismo
- Dosis de contaminante.
- Propiedades físicas o químicas.
- Tiempo de exposición.
- Estado fisiológico
- Predisposición individual

Como lo que realmente interesa es evaluar la gravedad de los peligros habrá que analizar los diferentes factores que intervienen en una situación dada y que pueden ser: la toxicidad, la vía de entrada, la dosis de contaminante, las propiedades físicas o químicas, el tiempo de exposición, el estado fisiológico y la predisposición individual.

La higiene industrial, como disciplina técnica, podemos desglosarla en partes perfectamente diferenciadas, si bien tenemos que actuar con todas ellas de una forma coordinada para el tratamiento de cualquier problema higiénico. Nos referiremos seguidamente a la toxicología, la higiene de campo, la higiene analítica y la higiene operativa.

TOXICOLOGÍA

La toxicología industrial estudia las sustancias de los procesos tecnológicos y sus propiedades con efectos tóxicos, así como las repercusiones de esos efectos tanto reversibles como irreversibles.

La toxicidad es una propiedad de la materia delimitada por la capacidad de producir efectos adversos a los organismos vivos. La mayor parte de sustancias no son peligrosas en condiciones habituales, pero pueden llegar a ser tóxicas si la concentración y el nivel de exposición son lo suficientemente altos.

Estas dos características nos llevarán a la consideración de los valores de concentración de sustancias, que pueden ser considerados como valor límite o umbral para determinados tiempos de exposición.

El control del ambiente de trabajo se basa precisamente en la hipótesis de que para cada sustancia existe un valor o concentración ambiental que si no se sobrepasa en un tiempo determinado, la mayor parte de los trabajadores podrían estar expuestos a ella sin que sufran efectos adversos.

Estos valores límite provienen de la experimentación y experiencia, siendo los llamados TLV (threshold limit values), publicados anualmente por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) de EE.UU. los que tienen una mayor creabilidad técnico - científica.

Para cuantificar la presencia de sustancias en el organismo se utilizan los llamados parámetros biológicos o índices exposición biológica (BEI), que pueden indicar la cantidad de tóxico absorbido y las producidas por la acción del tóxico. Este tipo de parámetros son obtenidos a través de análisis de muestras de productos biológicos, generalmente sangre y orina, como complemento del examen clínico y conocimiento del historial laboral, con el fin de llegar a conclusiones diagnósticas de los denominados reconocimientos médicos específicos de enfermedad profesional.

La acción de los tóxicos industriales dependen de los factores físicos y químicos de las sustancias (solubilidad, reactividad, interferencia), de los factores individuales (genéticos, edad, sexo, nutrición, enfermedades) y de los factores ambientales (temperatura, humedad, presión atmosférica).

El conocimiento existente sobre la toxicidad de múltiples sustancias, la analogía que puede establecerse entre sustancias nuevas y conocidas, así como la experimentación con animales y la experiencia acumulada sobre los efectos en las personas, han permitido que pueda conocerse el TLV o valor umbral límite de muchas de ellas.

Esos valores son los que se utilizan como referencia para determinar si las concentraciones de contaminantes en el aire son susceptibles de causar o no efectos adversos a casi todos los trabajadores. Y decimos "casi" porque en la toxicidad influye, como hemos indicado antes, el factor o susceptibilidad individual.

TLV.- Los TLV son valores de concentración de contaminante a los cuales se considera que casi todos los trabajadores pueden estar expuestos, día tras día, sin sufrir efectos adversos.

TLV-TWA.- Son valores de concentración de contaminante promediados en el tiempo, para jornadas de 8 horas o 40 semanales, a los cuales la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente, día tras día, sin sufrir efectos adversos.

TIV-STEL - Es la concentración máxima a la cual se puede estar expuesto por un corto periodo de tiempo sin sufrir determinados efectos. El stel es la exposición promedio de 15 minutos que no debe ser sobrepasada en ningún momento a lo largo de un día de trabajo. Las exposiciones stel no deben repetirse mas de 4 veces al día, con intervalos de una hora entre los periodos de exposición.

TLV-C.- Es el denominado valor techo o concentración que no puede ser sobrepasada en ningún instante.

Los datos toxicológicos sobre las diferentes sustancias proporcionan información sobre cuestiones como las siguientes: Sinónimos, descripción de propiedades físicas y características químicas; procesos o trabajos en los que suelen presentarse; concentraciones máximas permisibles (TLV), toxicidad (absorción, patología, signos y síntomas, test de diagnóstico, tratamiento); riesgos de incendio y explosión; derrames y almacenamiento, primeros auxilios y medidas preventivas.

HIGIENE DE CAMPO

Entendemos por actuación higienica de campo la que se realiza en el propio ambiente y puesto de trabajo que se pretende analizar, la cual debe permitirnos evaluar sus condiciones respecto a los riesgos de enfermedad profesional.

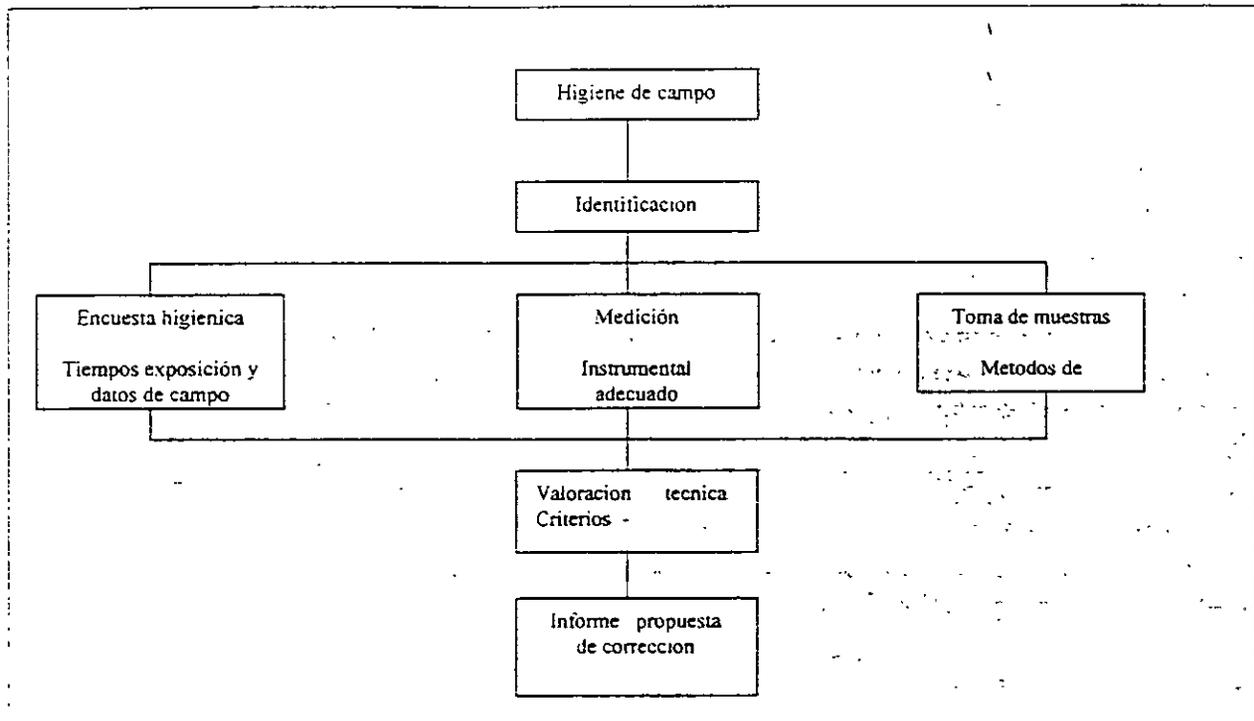
La actuación en campo consta de diferentes fases. la primera de ellas es la identificación del o de los agentes contaminantes. Hay que determinar el agente o sustancias que, en contacto con las personas, puede superar la capacidad límite del organismo.

La identificación es a veces muy simple. Podemos ver, oír o tocar el contaminante. Pero en muchas ocasiones es difícil, como en el caso de las sustancias químicas que forman parte de mezclas o productos de los que solamente se tiene conocimiento de su nombre comercial.

En esta fase de identificación la participación de técnicos y mandos de la empresa es fundamental. Ellos son lo que pueden informar sobre los productos, fabricantes o distribuidores, sobre los consumos por jornada en cada puesto de trabajo, de la

posible adición de otras materias y transformaciones del producto original, sobre las condiciones en que el agente llega al trabajador, de intercambios y movimientos en el local, de los diferentes trabajos que pueden afectar al microclima, del personas expuesto, edad, sexo y de los procesos en relación con el contaminante.

Una vez realizada la encuesta, en la que no debe faltar el conocimiento de los tiempos de exposición al contaminante por cada uno de los trabajadores, estaremos en condiciones de cuantificar el agente, ya sea por métodos de lectura directa o a través de los análisis que seguirán a la toma de muestras.



La medición nos permitirá conocer la cantidad del contaminante, dato importante a efectos de peligrosidad, puesto que su simple presencia no implica en sí misma situación de peligro

Para efectuar las medidas existe un instrumental muy variado y también específico para el agente de que se trate. La utilización de estos medios debe ser dirigida o controlada de forma directa por personal técnico o cualificado si bien, en ocasiones, puede conseguirse un nivel de instrucción suficiente para que existan garantías de correcta utilización y fiabilidad en la medición.

En ocasiones, la identificación o la medición, incluso ambas, no pueden satisfacerse con la higiene de campo. Es preciso recurrir a la higiene analítica. Pero para ello, en campo, será preciso realizar la toma de muestras del o de los contaminantes, que será analizada en el laboratorio.

Tanto los diferentes métodos de muestreo como los variados niveles de complejidad impiden generalizar sobre si es posible o conveniente que sean realizados por personal especializado o no. Depende de cada caso pero, en un alto porcentaje, es el

personal de la propia empresa, con el correspondiente adiestramiento, quien puede realizar esta función bajo la supervisión de personal experto.

De la misma manera que hemos pretendido trasladar el convencimiento de que la seguridad se hace en la empresa y por el personal de la empresa, también la higiene goza de ese principio en la mayoría de sus funciones.

También debemos transmitir el sentimiento de que las tareas de control de la seguridad e higiene no son patrimonio exclusivo de los estamentos oficiales. Para que un trabajo técnico sea fiable hay que pedirle profesionalidad, y no oficialidad, situación a menudo confundida cuando hay preferencias "oficiales" por la realización de unas mediciones ambientales y tratamientos analíticos de contaminantes.

Claro está que las reticencias en ese sentido son siempre debidas a la incapacidad para juzgar un trabajo profesional, por desconocimiento de las particularidades de ese trabajo o por simple mala fe, en la verdadera solución de los problemas.

El informe adecuado de todo el proceso seguido servirá para concretar lo más importante: la propuesta o decisión de las medidas correctoras necesarias en caso de peligro, el control periódico para mantener las condiciones seguras y el control ambiental sobre 105 posibles contaminantes para su valoración.

HIGIENE ANALITICA

La higiene analítica es la rama de la higiene industrial que permite la determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes recogidos en las muestras ambientales.

La aplicación de esta técnica es necesaria en todos aquellos casos en los que la acción de campo no resuelve suficientemente los datos precisos para una correcta evaluación.

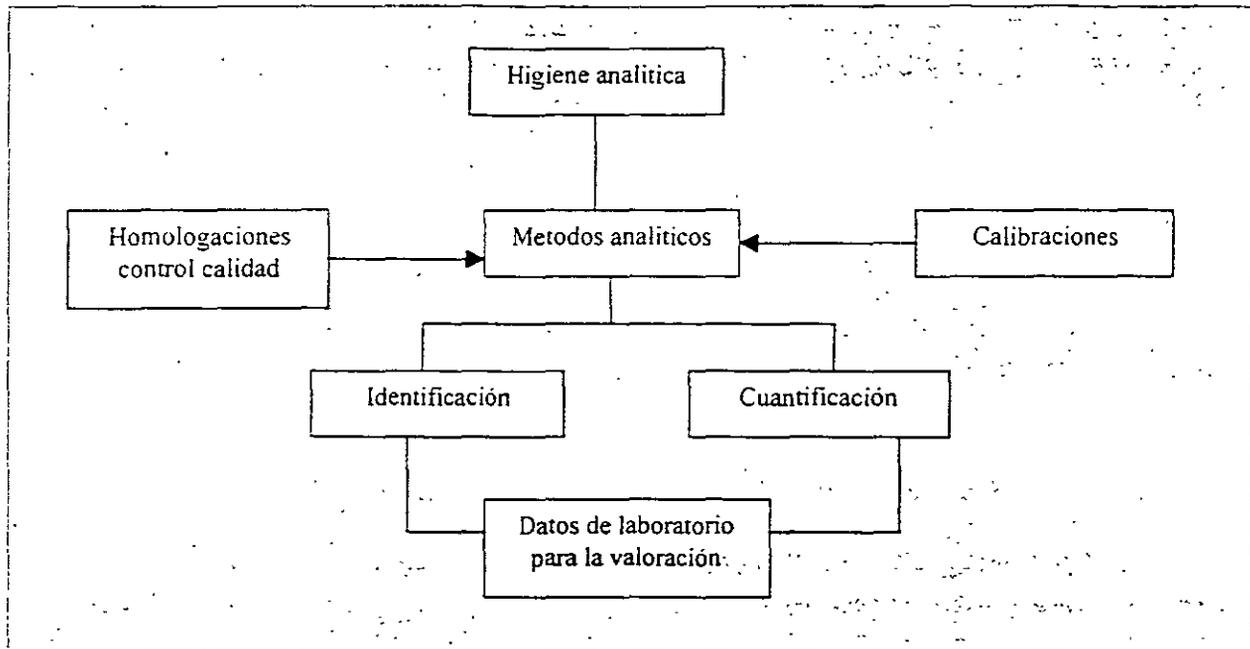
Un paso previo al análisis es la preparación de las muestras que deberán llegar al laboratorio y que dependerán de la técnica analítica que deberá seguirse.

Los filtros de membrana de PVC para gravimetrías, los de ésteres de celulosa para determinación de metales, las soluciones absorbentes para compuestos orgánicos, el carbón activo y sílica gel para recoger compuestos orgánicos, son algunos de los soportes utilizados más frecuente en la toma de muestras.

El técnico especialista determinará en cada caso, el sistema de muestreo, adecuado, el instrumental necesario y la normatividad que deberá seguirse.

En general, la muestra se obtiene mediante la circulación del aire, en volúmenes prefijados, a través de medios de retención de los agentes químicos (polvos, humanos, gases, aerosoles). Ha de recogerse la suficiente cantidad de contaminante, pero no tanto que colme el medio de retención, a fin de asegurar la precisión necesaria en el análisis posterior del contaminante.

Otro aspecto a tener presente es de la calibración de los equipos de muestreo de acuerdo con las normas técnicas al respecto, con el fin de determinar el error instrumental con vistas a la fiabilidad del muestreo.



La higiene analítica, que es de una gran importancia como soporte técnico de la higiene de campo, también tiene su metodología y su propia calibración de aparatos que requiere gran precisión. Las pequeñas cantidades de la muestra (microgramos, nanogramos) y la posible presencia de varios contaminantes de forma simultánea obliga a utilizar técnicas de precisión en múltiples ocasiones.

Omitimos el comentario individualizado para cada una de ellas porque para el mando y técnico de empresa es algo útil pero no indispensable. Basta señalar las técnicas siguientes: gravimetrías, volumetrías, potenciometrías, cromatografía de gases y líquidos (para separar y detectar componentes de una muestra), espectrofotometrías de absorción atómica (para la determinación de metales), entre otras.

Como puede deducirse el conocimiento de los resultados analíticos no es suficiente para hacer una correcta evaluación del peligro. Es el técnico de campo el que con los resultados globales de la encuesta higiénica, tiempos de exposición y datos cualitativos y cuantitativos, podrá hacer la pertinente valoración por aplicación de los criterios establecidos para cada situación concreta.

Son las conclusiones contenidas en el informe del técnico de campo, y no las de los resultados analíticos exclusivamente, las que no deben servir de orientación para la higiene operativa.

HIGIENE OPERATIVA

El concepto "operativo" se aplica en el sentido de actuación positiva para remediar o corregir situaciones constatadas como deficientes.

En este sentido es como conceptuamos la higiene operativo, consistente en estudiar y proponer las medidas encaminadas a conseguir condiciones seguras, de forma que los trabajadores desarrollen sus funciones sin agresiones para su salud y procurando, en primer lugar, que los contaminantes estén controlados en los niveles permisibles.

Es en esta técnica donde tiene razón de ser la higiene industrial en su conjunto. Porque si bien es cierto que en ocasiones no será necesario adoptar medidas correctivas, no lo es menos afirmar que sin capacidad para aplicarlas culto las evaluaciones son desfavorables no tendría sentido intentar meterse en diagnósticos.

Por la capacidad de dar respuesta a soluciones a los problemas es por que se deduce la preparación profesional necesaria, que puede o no autorizar para opinar con fundamento en cuestiones higiénicas.

Los controles operativos se dirigen a tres frentes bien diferenciados de los centros de trabajo:

- 1) El control en el origen o fuente de los peligros. Se refiere a las soluciones en el punto de operación que produce polvo, a la máquina que hace mucho ruido, a la extracción localizada del contaminante, a la variación en el proceso, etc.
- 2) El control en la transmisión por el aire de los contaminantes. Esto implica soluciones de ventilación general, separación, cerramientos, monitorización de sistemas de control, etc.
- 3) El control en el propio sujeto expuesto al peligro.

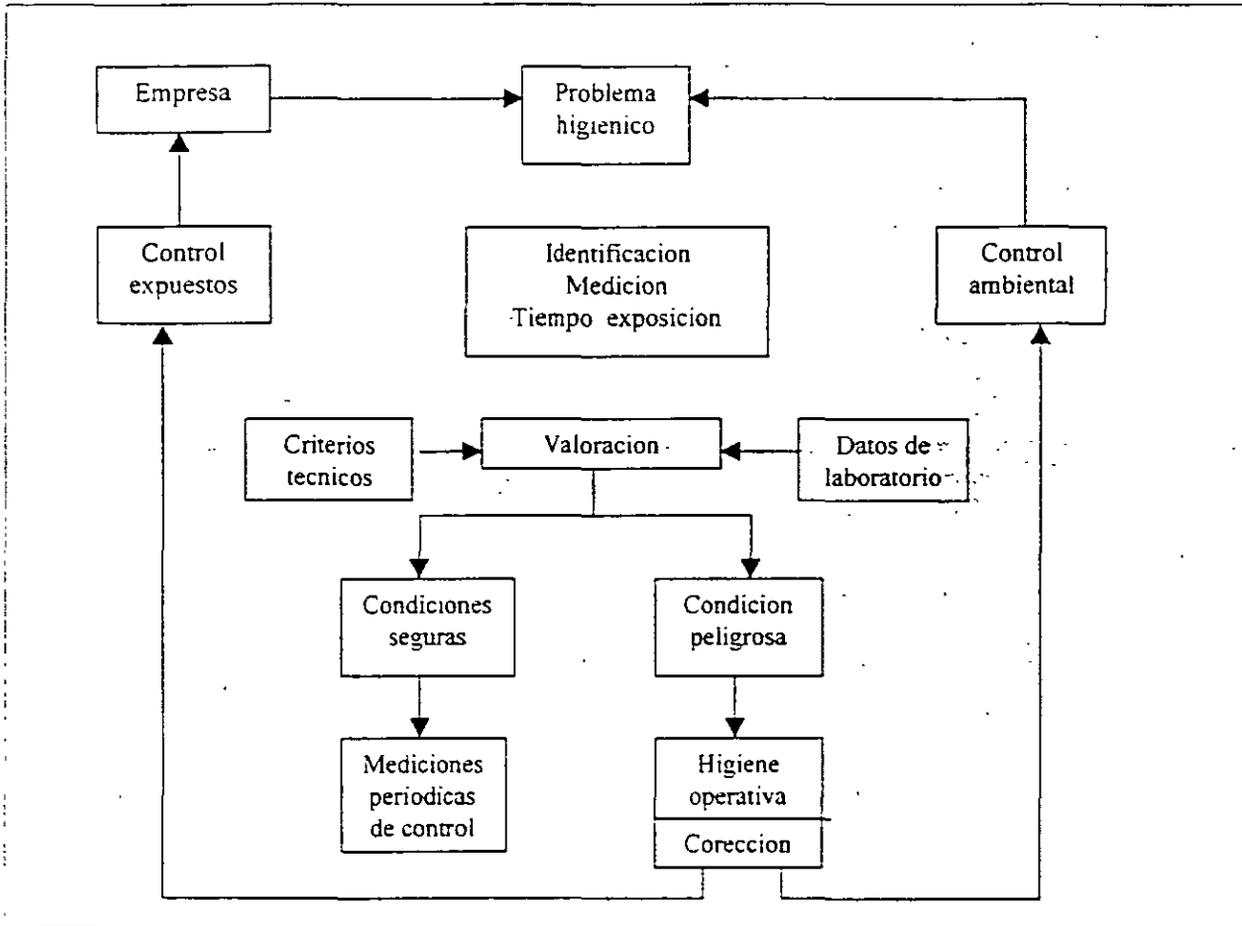
Este tipo de soluciones en su inmensa mayoría de orden tecnológico, son las que definen la higiene industrial. Son, por tanto, los equipos técnicos con la línea de producción en las empresas, los que deben tener la función y responsabilidad de hacer, dirigir y controlar todo lo relativo a la higiene industrial. La participación de otro tipo de profesionales debe ser requerida para el aporte de datos complementarios, pero en ningún caso para dirigir las estrategias de campo, analíticas, operativas o de gestión. De otro modo se incurriría en lo clásico de estas situaciones: incorrecta definición de los problemas y consiguiente dedicación a "supuestos muy importantes" pero alejados de los problemas y soluciones reales.

METODOLOGIA HIGIÉNICA

A modo de resumen sobre cuanto se ha dicho sobre las actuaciones higiénicas, expondremos brevemente el procedimiento a seguir en lo que hay que hacer, con que medios y quien lo hace.

Ante el problema higiénico, la actuación contenida en la higiene de campo llevar a contemplar la identificación, la medición, el tiempo de exposición, los criterios de valoración y la valoración mismas

Una vez deducido si la condición o situación higiénica es o no segura, se procederá en el primer caso a determinar los periodos en que se realizarán mediciones de control, en función de las variables que puedan incidir en el proceso, para tener las garantías necesarias de que permanecen las condiciones seguras. Si la condición es peligrosa hay que adoptar la corrección y también un control periódico de las condiciones ambientales, tanto para constatar la efectividad de las correcciones como para garantizar su permanencia.



Dentro de esta metodología general merece mención especial la metodología del muestreo en la fase de medición. Tendremos en cuenta.

- La elección del sistema adecuado y el instrumental preciso.
- Determinar los puntos de muestreo y la duración en cada uno.
- Precisar el momento del trabajo en que se tomarán las muestras.
- Establecer el número de muestras o de mediciones (In cada punto).

Paralelamente habrá que atender a estas cuestiones: seguir fielmente la normativa, vigilar el muestreo para evitar enmascaramientos intencionados controlar el tiempo de muestreo, valorar los tiempos de exposición, regular los caudales de los equipos con precisión, ser detallistas en las anotaciones, requerir toda la información relacionada y asegurar el adecuado transporte para las muestras.

Los medios utilizados en los procedimientos de muestreo, según se trate de peligros físicos o químicos, pueden ser los siguientes.

Para peligros físicos, normalmente de lectura directa:

- Barómetros para la medida de la presión.
- Termómetros para medidas normales de temperaturas y medidores de humedad relativa, velocidad de aire, temperatura seca y radiante, y para situaciones de estrés en las que se precisa conocer la velocidad de evaporación.
- Dosímetros y cámaras de ionización para radiaciones ionizantes.
- Sonómetros, analizadores y acelerómetros para ruido y vibración.

Para peligros químicos contenidos en el aire:

- En gases y vapores, tubos colorimétricos de lectura directa o ser recogidos en recipientes o absorbidos en tubos de carbón activo.
- En el caso de humos y nieblas, absorción y medición en campo o ser recogidos en filtros o ser absorbidos para su análisis en laboratorios.
- Si se trata de polvos, su recolección en filtros posibilita que sean pesados o proceder a su contaje.

Respecto a quién lleva a cabo la metodología higiénica, cabe citar en primer lugar al personal calificado de la propia empresa. Si la empresa tiene capacidad para ello será siempre la actitud más conveniente, desde todos los puntos de vista, porque si precisa apoyos técnicos complementarios le será fácil conseguirlos.

Por la relación de confianza e identificación de objetivos, respecto a la protección contra todo tipo de pérdidas, entre las empresas y las entidades aseguradoras de las contingencias de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, no cabe duda que es un nivel de preferencia en las actuaciones preventivas. Y no solamente por el hecho de que son servicios sin coste adicional a la cotización ordinaria, sino porque tienen una elevada calificación técnica, tal vez derivada de su más antigua dedicación a esos menesteres entre todas las organizaciones.

En otro orden de motivaciones se encuentran los profesionales de la administración, tanto de la central como de las autónomas, y los pertenecientes a ingenierías especializadas. La actuación de los primeros siempre estará condicionada por las derivaciones coercitivas - sancionadoras, y la de los segundos, con un costo necesariamente elevado de sus horas - técnico especialista, por las leyes de la oferta y la demanda.

CLASIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES

Los agentes o contaminantes higiénicos se clasifican en físico, químicos y biológicos.

Los agentes físicos están contenidos en diversas formas de energía, en general mecánica, térmica o electromagnética, por lo que deben ser tratados individualmente en función de ese origen energético. El ruido y las vibraciones, las situaciones

extremas de calor y frío, las radiaciones ionizantes y no ionizantes (microondas, el láser, rayados infrarrojos y ultravioleta) son los principales contaminantes físicos.

Los contaminantes químicos, formados por materia inanimada, se presentan en el aire como moléculas individuales o en grupos, lo que determina un tratamiento diferenciado. Contemplamos los siguientes:

- Gases. Son fluidos que se expanden hasta ocupar el recinto que los contiene, no condensan porque su temperatura crítica es inferior a la temperatura ambiente
- Vapores. Son formas volátiles de sustancias que se presentan en estado líquido, habitualmente, bajo temperatura y presión ambiental. El bajo punto de ebullición de los solventes hace que se volatilicen o evaporen a temperatura ambiente.
- Humos metálicos. Son el resultado de condensaciones de sustancias previamente volatilizadas y que proceden, generalmente, de procesos en los que existen metales fundidos.
- Humos carbonosos. Son partículas de carbón o cenizas que producen de la combustión incompleta de material orgánico.
- Aerosoles. Partículas sólidas o pequeñas gotas de líquido, tan pequeñas como para permanecer en el aire un tiempo determinado.
- Nieblas. Son suspensiones de finas gotas líquidas que se producen por condensación de vapores o por la dispersión en su estado líquido.

Por lo que respecta a los agentes biológicos son al unas formas microscópicas de seres vivientes que se encuentran en determinados Puestos de trabajo y son capaces de producir enfermedades concretas. Están constituidos por bacterias, parásitos, virus y hongos.

Otra posible clasificación de los contaminantes se hace en función de sus efectos patológicos en el cuerpo humano, como los siguientes

- Neumoconióticos, originados por partículas sólidas fibrogenas o no que producen alteraciones pulmonares.
- Asfixiantes, por desplazamiento de oxígeno de aire o por alteración de los procesos de oxidación biológica
- Corrosivos, a través de la destrucción de los tejidos.
- Irritantes, tanto de la piel como de las mucosas del tracto respiratorio y del tejido pulmonar.

- Sensibilizantes, derivados de los efectos alérgicos del agente.
- Cancerígenos, incluyen los de procedencia hereditaria y los que tienen efectos sobre la descendencia.
- Anestésicos y narcóticos, que actúan sobre el sistema nervioso.
- Sistémicos, producen alteraciones en sistemas u órganos específicos, como el hígado y el riñón.

9.0 Contaminantes físicos: Valoración y control

Ruido y vibraciones

El ruido es uno de los contaminantes más generalizados en el ambiente de trabajo. La propia consideración de "sonido no deseado" es suficientemente elocuente respecto a su carácter perturbador.

Esta participación del sujeto en el deseo, como consecuencia de valorar en forma agradable o desagradable un sonido, hace que relacionemos las características físicas con las psicofisiológicas. Físicas por lo que afecta al sonido y las segundas por lo que afecta a la audición.

En primer lugar hay que decir que el sonido es una sensación auditiva originada por una onda elástica que llega a nuestro sentido del oído mediante la propagación de la onda de presión o fluctuación rápida de la presión atmosférica, a causa de un movimiento vibratorio. Estas ondas pueden variar en intensidad, frecuencia, etc.

Las características principales del sonido son la intensidad y la frecuencia, medida la primera en decibelios (dB) y en hercios (Hz) la segunda.

En la medición de ruidos utilizamos los sonómetros y dosímetros, complementados con analizadores de frecuencias en bandas de octava o de tercios de octava, y con diferentes matizaciones según se trate de ruidos continuos o de nivel sonoro constante a lo largo del tiempo, de ruido continuos o intermitente, como el del tráfico, y ruido de impacto o instantáneos con duración inferior a un segundo.

Para que los resultados de medida del ruido sean lo más semejantes posible a la percepción del oído, los instrumentos de medida llevan incorporados unos filtros o redes de compensación que determinan las escalas A, B, C o D. La más utilizada es la escala A, por ello se dan los resultados de medidas de ruido industrial en decibelios (dB) (A). Otros factores que deberemos considerar en toda valoración de ruido son el tiempo de exposición y la susceptibilidad individual, a efectos de prevención de la sordera profesional.

Existen diferentes criterios para la valoración del ruido, (80 dB). El criterio de la ACGIH fija el límite o TLV en 85 dB (A), para 8 horas de trabajo diario. Si varía el tiempo de exposición también debería variarse el nivel sonoro en dB (A), de acuerdo con las tablas calculadas al respecto. El criterio ISO, seguido por la CEE en su normativa comunitaria, fija el límite en 90 dB (A) para semanas de 40 horas (5 días a 8 horas). La diferencia entre estos dos criterios estriba, además del límite para las cuarenta horas-semana o las ocho horas-día, en el llamado factor de equivalencia para calcular la dosis, lo que representa reducir a la mitad el tiempo exposición cuando se aumentan 5 decibelios en el nivel sonoro (caso de ACGIH) o reducirlo igualmente a la mitad cuando se aumentan 3 decibelios (caso ISO).

La Directiva de 12-V-I 1986 sobre el ruido, del consejo las de las comunidades Europeas, establece que para valores comprendidos entre 85 y 90 dB (a) las empresas deberían:

- Dar información y formación adecuada a los trabajadores,
- Tener la protección individual a disposición de; trabajador.
- Establecer la vigilancia médica a través de audiometrías.
- La protección no es obligatoria, con carácter general.

Para valores que superen los 90 dB (A) y/o valores de pico de 140 dB:

- Habrá que determinar las causas
- Adoptar un programa de medidas técnicas de reducción.
- Utilización obligatoria de protectores.
- Señalización de los lugares expuestos a esos niveles,
- Delimitar y limitar el acceso a tales lugares
- Vigilancia médica.
- Información a los trabajadores.

Para los niveles iguales o inferiores a los 85 dar (A), por considerar que están dentro de norma no será necesaria ninguna actuación.

Respecto a las medidas de control que puedan ser adoptadas, y que deberían planificarse en sucesivas anualidades a efectos de distribución presupuestaria que haga posible su realización se deben tener presente estas posibilidades:

- Aislar la fuente de ruido o al trabajador, si no puede ser reducido el ruido en su origen.
- insonorizar techos, colocar mamparas aislantes o soluciones de esa índole que actúen en el medio de transmisión del ruido.
- Recurrir, en última instancia, a la proyección personal, ya sea con orejeras o protectores insertos, según las necesidades.

Los sistemas de control de las vibraciones presentan una gran complejidad cuando se trata de grandes estructuras o conjuntos mecánicos. El estudio e investigación de las causas para atacar la solución en el origen, así como los aislamientos, son las vías de corrección. En contrapartida, los resultados de los estudios de vibraciones pueden representar un beneficio importante en la vida de la maquinaria.

Para casos de trabajos con herramientas percutoras y similares se puede recurrir a la amortiguación de la partes móviles.

Radiaciones ionizantes

La ionizante es una radiación electromagnética o particulada que tiene la capacidad de producir iones al incidir en la materia.

(VDI 2056, ISO 2372, BS 4473)

			45	153
		No Tolerable	26	148
No Tolerable	No Tolerable		19	145
	20 dB (1 - 121)	Justamente Tolerable	11,2	151
			7,1	137
Justamente Tolerable	Justamente Tolerable		4,5	133
		Permisible	2,8	129
	Permisible		1,8	125
Permisible		Buena	1,1	121
	Buena		0,71	117
Buena	Máquinas pequeñas 15-75 kW,	Máquinas Grandes con cimentaciones rígidas y pesadas, cuyas frecuencias naturales coinciden con la velocidad de las máquinas	0,45	113
Máquinas pequeñas hasta 15 kW	3 hasta 300 kW con cimentación especial		0,25	108
Grupo K	Grupo M	Grupo G	0,12	103
< 15 kW	15 - 75 kW (300 kW)	> 75 kW		

Velocidad Base en V₀ (en 10³ rpm/s)
Velocidad Base en V₀ (en 10³ rpm/s)

Dé entre las radiaciones que se presentan en el trabajo cabe destacar que las partículas alfa, beta y los neutrones, así como la electromagnética, gamma y rayos X.

Dé forma continuada estamos expuestos a radiaciones ionizantes naturales, como los rayos cósmicos y materiales radioactivos existentes en la tierra, pero sus efectos pueden ser absorbidos por nuestro organismo sin producir efectos adversos.

Lo que ya puede resultar nocivo es una acumulación de radiación (dosis) por encima de los valores considerados como permisibles. Es por ello que se debe tener un cuidado especial con el personal expuesto profesionalmente o que recibe la radiación como consecuencia de su trabajo habitual.

Para estos casos se utiliza el concepto de dosis *equivalente*, que expresa la dosis de radiación absorbida por el organismo por unidad de masa, evaluado el efecto biológico. Actualmente se utiliza el sievert (sv) como unidad de dosis equivalente de; Sistema Internacional. De todas formas todavía se utiliza y es más conocido el rem, cuya equivalencia es la siguiente. 1 sv = 100 rem.

- Información completa al trabajador.
- Indicación de precauciones a adoptar.
- Control dosimétrico personal.
- Señalización de locales con radiación.
- Contemplar la posible reducción de dosis actuando sobre el emisor (intensidad, tiempo).
- Barreras y aislamientos con plomo.
- Aumento de las distancias emisor-receptor.
- Protección personal.

De acuerdo con el Reglamento de protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, el límite de dosis equivalente para los profesionalmente expuestos es de 5 rems al año, o lo que es igual, 50 msv para el caso de exposición total y homogénea del organismo. Para el límite de dosis anual para la piel, se establecen 500 msv (50 rems).

Teniendo en cuenta la gran cantidad existente de aparatos de rayos X con fines médicos, es lógico comprender que se ponga énfasis especial en este tipo de radiación que, además, es utilizada igualmente en la radiología industrial.

Los aspectos más destacables para el control de radiaciones son:

- En primer lugar tener bien informado al trabajador de los peligros de las radiaciones ionizantes, las precauciones a adoptar y la necesidad de que sea cumplida estrictamente la normativa
- Todos los trabajadores profesionalmente expuestos deben ser controlados a través de la dosimetría personal
- Los locales de trabajo donde existan radiaciones estarán debidamente señalizados y restringido el acceso de personal.
- Se pueden minimizar las dosis recibidas aislando la fuente emisora y reduciendo las intensidades y tiempos cuando ello sea posible.
- Interposición de barreras y aislamiento a base de plomo
- Reducción de los tiempos de exposición, ya que la dosis es proporcional a la exposición. Además, si cesa la dosis cesa el efecto.

- Se reduce la dosis recibida a medida que se incremento la distancia.
- Los guantes y mánriles plomados son protecciones adecuadas.

Ambiente térmico

Tanto el tipo de trabajo físico que realicemos como el vestido que utilicemos son aspectos que influyen en el confort. Pero hay un tercer factor que incluye igualmente, el ambiente o condiciones ambientales.

El ambiente depende de estas variables:

- Temperatura del aire
- Temperatura radiante o de los objetos que nos rodean.
- Humedad del aire
- Velocidad del aire

Expresión del índice
<p>Para interiores o exteriores sin sol:</p> $WBGT = 0,7 TBH + 0,3 TG$
<p>Para exteriores con sol.</p> $WBGT = 0,7 TBH + 0,2 TG + 0,1 TS$
<p>De acuerdo con el instrumental necesario:</p> <p>TBH =temperatura de bulbo húmedo.</p> <p>TS =temperatura de bulbo seco.</p> <p>TG =temperatura de globo.</p>

En situaciones de estrés térmico son generalmente los focos de calor o frío los causantes de esa situación. Es el caso de hornos y cámaras frigoríficas. Constituyen, por tanto, una de las variables definitivas en ciertas ocasiones. Es el foco directo la causa del estrés.

Para una adecuada valoración del ambiente térmico, además de los factores enunciados, deberemos tener en cuenta el metabolismo de las personas, la convección del aire, la radiación y la evaporación.

10.0 Contaminantes químicos y biológicos

Agentes químicos

Los agentes químicos que se transmiten por el aire ambiental, se pueden presentar en forma molecular (gases y vapores) y en forma de aerosoles o agregados moleculares, ya sean sólidos o líquidos. Entre los sólidos destacan los polvos y los humos, y entre los líquidos las nieblas.

De la gran cantidad de sustancias químicas existente requieren una atención especial para la seguridad de higiene aquellas que, tanto si están no en el aire, producen efectos adversos. Cabe destacar las sustancias explosivas, corrosivas, inflamables, tóxicas y oxidantes.

Con la finalidad de facilitar el acceso a la información mas necesaria para los responsables empresariales de los diferentes puestos de trabajo en relación con los agentes químicos, se describirán en los siguientes apartados la referencias donde puede obtenerse la información necesaria para cada uno de los agentes químicos, pues intentar resumir lo relativo a los mismos exclusivamente en este rango es de todo punto imposible.

Peligros de los agentes químicos.

Las condiciones respecto de los agentes químicos, que pueden producir efectos adversos en el trabajo son innumerables, pero pueden resumirse en grupos determinados. Son condiciones tales como las siguientes:

- Las que favorecen la explosión de productos o agentes químicos.
- Las de proximidad o contacto de sustancias oxidantes.
- Las que facilitan la inflamabilidad de productos químicos.
- Las que permiten la inhalación, contacto o ingestión de tóxicos.
- Las que posibilitan el contacto con agentes corrosivos
- Las que permiten inhalaciones de polvo que producen alteraciones pulmonares.
- Las que llegan a ocasionar situaciones de asfixia
- Las que posibilitan irritaciones de piel, mucosas y tejidos pulmonares.
- Las que pueden producir cáncer.
- Las que llegan a afectar al sistema nervioso por su carácter anestésico y narcótico.
- Las que pueden producir alteraciones en los sistemas y órganos específicos del cuerpo humano.

Hemos querido significar la importancia de las condiciones porque son las que definen la existencia o no de peligro. Un agente químico, una sustancia, no es en si misma riesgosa, lo será cuando concurren en ella una serie de condiciones ya sea de cantidad, de tiempo de exposición, de ventilación, de forma de utilizarla, etc.

No obstante, es muy importante el conocimiento de las características físico-químicas de las sustancias porque de ello va a depender el que debemos ser más o menos

estrictos en su tratamiento y manipulación. Así, conociendo sus propiedades de volatilidad, inflamabilidad, inestabilidad, descomposición y reactividad, nos será mucho más fácil tener un adecuado control de las condiciones que deben rodear o intervenir en el trabajo con sustancias con algunas de esas propiedades.

A este respecto son útiles las guías de productos químicos que proporcionan ese tipo de información.

Las Industrial Data Sheets, Chemical Series, del National Safety Council, 444 North Michigan Ave., Chicago, Ill., 60611, E.U.A., son un ejemplo de interés, así como las NFPA, las MCA Data Sheets, y la Guía de Peligros Químicos Niosh/Osha.

Nuestra recomendación, no obstante, sería que se confeccione en la propia empresa una ficha por cada sustancia que pueda merecer atenciones especiales, recogiendo todas las características que tengan un interés especial para el proceso y los peligros de su utilización.

En otro orden de cosas, los efectos que puede producir la exposición a los agentes químicos peligrosos dependen de muchos factores, como la dosis (cantidad y tiempo de exposición), el estado físico del agente, la velocidad, la temperatura, el lugar por el que se produce la absorción y las características del individuo, así como la dieta y el estado general de salud.

Veamos algunas precauciones que, deberían tomarse, con carácter general, cuando se trabaja con diferentes tipos de productos y según su catalogación:

Productos tóxicos.

Hay que tener identificados todos los que respondan a estas características. Hay que tener y utilizar las correspondientes medidas de protección personal y colectiva (barreras, campanas extractoras, cerramientos). Debe evitarse la ingestión, por lo que se tendrá que prohibir comer, beber y fumar en los lugares de trabajo, extremando el aseo al salir de los mismos.

Productos inflamables.

Se deben evitar los vapores de esta naturaleza y suprimir toda posible fuente de ignición junto a los mismos. La prohibición de fumar es suficientemente lógica. El almacenamiento de estos productos debe estar bien ventilado, limitar el stock, mantenerlos encerrados en recipientes de seguridad y separados de sustancias oxidantes o comburentes.

Productos explosivos.

Evitar llamas, chispas, golpes y sobre calentamientos. Manipular las menores cantidades posibles. Disponer de apantallamientos resistentes. La Protección personal debe tener una calidad y atención especial, tanto en la selección como en su uso.

Productos corrosivos.

Hay que tener especial cuidado con el contacto, por sus efectos a través de la piel. Tanto con ácidos como con bases fuertes se debe extremar el uso de guantes de largo especial y delantales.

la protección de ojos con gafas neutras y guardas laterales o pantallas faciales no debe ser olvidada.

Productos oxidantes.

Es bien sabido que estos productos, si entran en contacto con otras sustancias combustibles o muy reductoras, pueden producir reacciones violentas, combustiones o explosiones. Por ello hay que evitar el contacto con sustancias orgánicas

Finalmente, es preciso tener en cuenta la experiencia de situaciones que se repiten y que han sido causa de efectos adversos, tales como escapes en válvulas; juntas de tuberías y reactores; fugas en tanques de almacenamiento y en torres de absorción; extracción de Productos en reactores; manipulación de soluciones ácidas (carga, descarga, trasvase); proceso sin adecuado confinamiento; sustancias residuales que no se limpian falta de hermeticidad en aparatos de mezclas, reacción y transporte; acumulación de polvo en instalaciones y pisos; descomposición de los procesos; choques de partículas contra paredes de recipientes; operaciones con emisión violenta de partículas, reacciones químicas imprevistas; descomposición de materias primas, desprendimiento de polvos en las operaciones de proceso, etc.

Fichas higiénicas individuales

Para tener una adecuada información que posibilite la completa actualización de las propias fichas de sustancias que se utilizan en la empresa, resulta muy útil la consulta a las publicaciones que de una forma periódica realizan determinadas organizaciones y entidades. Nos referiremos a algunas de ellas, no sin recordar que los recursos bibliográficos de los servicios de seguridad e higiene de las Mutuas de Accidentes pueden facilitar esas precisas informaciones sobre agentes concretos.

La publicación trimestral Cahiers de notes documentaires, del INRS (Instituto Nacional de Investigación y Seguridad) de Francia, 30 rue Olivier Noyer, 75680 Paris Cedex 14, lleva editadas bastante más de dos centenares de fichas toxicológicas en las que, además de la identificación y propiedades físico-químicas de cada agente, describe la utilización del producto, los métodos de detección y determinación en el aire, los peligros de incendio, patología, toxicología, reglamentación que le afecta, y las recomendaciones preventivas de los aspectos que pueden ser más generales pero de indudable interés, como es el caso de los almacenamientos y la manipulación.

La revista mensual Noticias de Seguridad, del Consejo Interamericano de Seguridad (CIAS), 33 park place Englewood, N.J. 07361-E.U.A: introduce desde hace unos años

entre una y tres fichas toxicológicas por revista, con las características principales de cada sustancia y demás datos de interés higiénico

Existen asimismo publicaciones que incluyen en volúmenes especiales extensas referencias del tipo de información que estamos refiriendo. Son buen ejemplo el Pattys, VoL II del Industrial Hygiene and Toxicology, y el Manual de toxicología industrial de E.R. Plunkett, así como la Toxicologie e Higiene Industrielles, de J.M. Haguenoer y D. Furom entre otras muchas.

Reglamentos específicos

Nuestra intencionalidad en este punto es, como en los anteriores, proporcionar las referencias informativas y las acotaciones que consideramos de interés sobre los asuntos más actuales que tienen relación con los agentes químicos.

En ese sentido nos referiremos a los Reglamentos del plomo y del cloruro de vinilo monómero y a la legislación relacionada con los mismos. Son disposiciones legales que, como ha de suceder con el ruido, han surgido como un imperativo de la legislación de la CEE. También comentaremos el Reglamento del amianto.

El plomo metálico pulverizado, los compuestos orgánicos con plomo y inorgánicos con plomo, pueden ser absorbidos y producir la enfermedad profesional denominada saturnismo.

El propio Reglamento especifica cuando se considera un trabajador expuesto. Hay dos posibles referencias para ello:

Teniendo en cuenta la concentración ambiental de plomo. Es trabajador expuesto aquél que durante un tiempo superior a treinta días al año desarrolla su trabajo en un ambiente cuya concentración ambiental de plomo en el aire sea igual o superior a 40 microgramos por metro cúbico (40 ug/m^3), referida a ocho horas diarias y cuarenta semanales.

En relación con el nivel de plumbemia. Aquel en el que la concentración de plomo en sangre sea igual o superior a 40 microgramos por 100 mililitros de sangre (40 ug/100 ml). Para las mujeres en periodo fértil son 30 ug/100 ml .

El llamado nivel de acción o valor de concentración ambiental de plomo a partir del cual deben adaptarse medidas periódicas de control, queda establecido en 75 ug/m^3 referido a ocho horas diarias y cuarenta semanales.

El valor límite de exposiciones ambientales, referidas a ocho horas diarias y cuarenta semanales, establece un máximo de concentración ambiental de plomo de 150 microgramos por metro cúbico (150 ug/m^3). El tiempo de muestreo debe abarcar un período continuado, como mínimo, equivalente al 80 por ciento de la jornada laboral diaria.

variedades: crisotilo, crocidolita o amianto azul, amosita, y mezclas como la actinolita, tremolita y antofilita. Al ser de estructura fibrosa se considera como fibras las partículas de longitud superior a 5 micras, diámetro inferior a 3 micras y una relación superior a tres entre la longitud y el diámetro. El asbesto puede producir asbestosis, mesotelioma, cáncer de pulmón y gastrointestinal.

Se considera trabajador potencialmente expuesto a aquél que desarrolle su actividad laboral (referida a ocho horas diarias y cuarenta semanales) en ambientes donde la concentración de fibras de amianto sea igual o superior a 0,25 fibras por centímetro cúbico, o cuando la concentración media acumulada (suma de las concentraciones diarias a lo largo de tres meses) sea igual o superior a 15 fibras/día por centímetro cúbico

El valor límite de exposición o concentración promedio permisible (CPP) se establece en 1 fibra por centímetro cúbico. Se exceptúa la crocidolita, cuya utilización queda prohibida

El cloruro de vinilo monómero, de forma monomolecular, se consideró sin peligro durante muchos años, tal vez por comparación con su polímero, que es una materia plástica prácticamente inerte. De tal forma fue así que incluso se utilizó como propulsor de aerosoles domésticos. Los variados trastornos que puede ocasionar, incluyendo el tumor maligno tipo angiosarcoma, justifican plenamente las exigencias de su control.

Los límites de exposición son los siguientes:

- Anual: 3 ppm (partes por millón). Diaria: 7 ppm (complementario).

Situación de alarma:

- Concentración promediada en una hora: 15 ppm.
- Concentración promediada en 20 minutos: 20 ppm.
- Concentración promediada en 2 minutos: 30 ppm

Concentraciones admisibles de sustancias

De la misma manera que hemos expuesto las concentraciones límite para el plomo, asbesto y cloruro de vinilo monómero, por ser aspectos fundamentales en todo sistema de control preventivo, también se conocen los límites para las sustancias peligrosas identificadas

Lo que no debe confundirnos es la situación legal de esos límites. Porque si bien algunos están establecidos en la legislación y con las garantías técnicas exigibles, hay otros que también lo están pero sin esa credibilidad

Por ello conviene adoptar criterios técnicos por encima de otras consideraciones y, posteriormente, analizar todas las posibilidades de acción administrativa que nos lleven a clarificar la situación legal.

Para poder acceder a esos criterios técnicos es por lo que debemos tener información contrastada científicamente. En tal sentido los ya mencionados TLV de la ACGIH (American Conference of Governmental Hygienist, 6500 Gienway Ave, Bldg. D-7, Cincinnati, OH) no cabe duda que son una de las mejores referencias. También pueden ser consultados los valores OSHA del Departamento de Trabajo, poco diferentes de los de la organización privada ACGIH, ambas de los EE.UU.

Una lista tan exhaustiva como la de los TLV, es publicada en la U R S S. pero con unos límites en general mucho más estrictos, hasta tal punto que parece difícil que puedan llevarse a la práctica. Por ejemplo, para el tolueno, para el que coinciden casi todos los países en el límite de 375 miligramos por metro cúbico (mg/m³), en la U.R.S.S. se exige 50 mg/m³.

En Alemania, Inglaterra y Países Bajos, por ejemplo, tienen adoptados valores para determinadas sustancias, cuyo número varía de unos países a otros, que coinciden prácticamente con los TLV

Con el deseo de extender la disponible, hemos recogido los valores límite de sustancias que están establecidas en la RFA y que no figuran en los TLV americanos.

Omitimos la referencia completa de los TLV de la ACGIH por su extensión (cerca de 1000 sustancias) y por que son publicados y actualizados cada año incluyendo los intentos de cambio previstos

Sustancias	ppm	mg/m ³	sustancias	ppm	mg/m ³
Acido nítrico	0.1	0.27	Isopropenilbenceno	100	480
1 - aliloxi-2,3-epoxi-propano	10	45	Isocrotilbenceno	50	245
2 - aminopropano	5	12	Metilpentan-2-ol	25	100
Difenilo-difenil-eter mezcla	1	7	Metilpentan-2-ona	100	400
2 - bromo-2-cloro-1,1,1-trifluoreetano	5	20	Metil-pent-3-en-2-ona	25	160
o-ter-butilfenol	0.08	0.5	Metil-2-pirrolidona	100	400
1 - butoxi-2,3-epoxipropano	50	270	4-metil-1,2,4,6-N-tetranitroanilina		1.5
2 - clorooxeno	1	0	2-metoxianilina	0.1	0.5
2,2- diclorodietil-eter	15	90	4-metoxianilina	0.1	0.5
Difenil-eter			Oxodiacato de tetraetileno	100	350
Diisocianato de hexametileno	0.02	0.14	Pentacloroetano	5	40
Diisocianato de 1,5-naftileno	0.02	0.18	Pentóxido de fósforo		1
Diisopropil-eter	500	2100	2-propenal	0.1	0.25
Dimetil-etilamina	25	75	2-propetil-1-ol	2	5
Dinitrilo oxálico	10	22	Tetrabromometano	1	14
2-funi-metanal	5	20	2,5,5-trimetil-2-clonhexen-1-ona	5	28
			Trióxido de cromo		0.1

La CEE, a través de su Comisión, ha propuesto la adopción de una lista de cien sustancias peligrosas con los correspondientes valores límite para la exposición de los trabajadores, en función de la frecuencia de utilización y de la posibilidad de armonización de límites ya establecidos en algunos países.

En todo caso conviene señalar que las concentraciones a que se refieren los diferentes valores límite están promediados en el tiempo. Quiere ello decir que son concentraciones de sustancias a las que se puede estar expuesto a través de

jornadas laborales de ocho horas diarias (40 semanales) sin que produzcan efectos perjudiciales. Aunque a veces se supere el TLV, si otras veces está por debajo es posible que el resultado no supere el valor promedio. Cuando no puede sobrepasarse un valor determinado en ningún período de tiempo ya se indica expresamente. Este dato es conocido como valor techo.

Cabe indicar también que los servicios de seguridad e higiene de mutuas patronales de accidentes de trabajo, están en disposición de facilitar la información necesaria en todas estas cuestiones, complementada en muchos casos con las publicaciones de su asociación para la prevención de accidentes.

Agentes biológicos

Son organismos vivos, generalmente microscópicos, que pueden dar lugar a enfermedades infecciosas y parasitarias.

Los agentes biológicos se pueden transmitir por contacto físico, por inhalación, inyección e ingestión. En trabajos de enfermería de hospitales, en investigaciones de laboratorio, en granjas, mataderos y operaciones de tratamiento y envasado de carnes, son posibles los peligros por agentes biológicos.

En los hospitales los peligros biológicos principales son las infecciones bacterianas (neumonías) y las víales (hepatitis B, SIDA). El personal de atención al material quirúrgico, de enfermería, preparación alimentos y tareas similares, es susceptible de contaminar de contaminarse con los agentes biológicos. Por ello deberán extremar la higiene personal, esterilización y desinfección.

- Laboratorios de investigación.
- Hospitales, en diferentes áreas.
- Mataderos.
- Granjas, cría de animales.
- Curtidos.
- Procesamiento de alimentos.
- Recolección de desperdicios.

Clasificación

Vamos a referirnos fundamentalmente, aunque sea de forma breve, a cuatro agentes biológicos : bacterias, parásitos y hongos.

Las bacterias como organismos unicelulares que son, precisan de microscopio para su observación. Pueden causar el carbunco, la fiebre de malta, la tuberculosis y el tétanos. Se presentan en forma esférica (cocos), de bastón (bacilos) y de sacacorchos (esparilos).

Respecto a los parásitos debemos precisar que nos referimos a concepto de que son organismos parásitos de plantas o animales, y no a bacterias o virus. Los parásitos viven en otro organismo, del que se aprovechan sin beneficiarle, como es el caso de la tenia en el intestino. Las infecciones parasitarias principales están causadas por protozoos, helmintos y artrópodos.

Los virus, de tamaño submicroscópico, sólo pueden ser vistos con microscopio electrónico. Son parásitos intracelulares, es decir, que crecen y se multiplican dentro de las células. Son enfermedades virales las provocadas por virus respiratorios, las transmitidas por animales (rabia) y por infecciones sanguíneas (hepatitis vírica, SIDA).

Los hongos son formas de vida vegetal y microscópica. Su principal incidencia en las personas se manifiesta a través de la piel las enfermedades micóticas causadas por estos microorganismos se centran principalmente en los agricultores, los dedicados a la cría de animales y, en general, en los que trabajan al aire libre.

Efectos y medidas aplicables

Los efectos mas generalizados son de este orden: resfriados, difteria, viruela, tuberculosis, hepatitis infecciosa, carbunco, tétanos, brucelosis, rabia.

Antes de trabajar en lugares con exposición a agentes biológicos debería efectuarse el correspondiente examen médico y vigilar periódicamente el estado de salud general. Si existe vacuna adecuada, desde el punto de vista de efectividad, es recomendable su aplicación.

En laboratorios en los que se trabaje con productos infecciosos debería estar prohibido fumar, comer, beber e incluso mascar goma. El lavado y desinfección cuidadosa de las manos antes de ir a comer, beber o fumar es determinante.

La ropa protectora no debe utilizarse fuera del recinto de trabajo de las áreas afectadas. Con los residuos debe tenerse un cuidado especial de descontaminación o eliminación.

Las medidas de ingeniería no deben ser olvidadas en la fase de diseño y acondicionamiento. Así, el uso adecuado de sobre presiones y depresiones, las separaciones físicas de peligros biológicos, la filtración eficaz del aire, la luz ultravioleta para las tomas y salidas de los conductos de ventilación, la separación con barreras fungicidas de las diferentes áreas son todas ellas de especial significación.

De todas formas, el comportamiento del personal tiene gran importancia. A tal efecto no debe olvidarse que la mayor parte de los incumplimientos de la normativa se deben a la falta de sensibilización con los problemas reales. Es necesario, por tanto, un trabajo serio de información y formación del personal implicado en los peligros que se desean combatir. Los diferentes niveles de responsabilidad tienen una vez

más, como no podía ser de otra manera, la llave para hacer efectivo el programa establecido de acuerdo con las políticas de la dirección.

Controles de ingeniería.

Sabiendo que el peligro de exposición a los contaminantes depende de la cantidad de esos agentes y del período o tiempo que dura la exposición, porque disminuye la agresión, y que las medidas operativas o de control dependen de la naturaleza del agente y de la vía de absorción, es natural que debamos determinar:

- 1) La fuente que origina el contaminante.
- 2) El recorrido que sigue el contaminante hasta llegar al trabajador.
- 3) El sistema de trabajo relacionado con el contaminante.
- 4) La protección que emplea el trabajador.

Tenemos tres posibles líneas de acción, que deben ser aplicadas en el orden de prioridad que vamos a describir, si bien tendremos en cuenta que las dos últimas son complementarias de la primera. En primer lugar las soluciones técnicas, entre las que destaca el concepto de diseño o previsión de las medidas que deben ser adoptadas en el proyecto para evitar la imperfección y elevando el costo de las soluciones a posteriori. En segundo lugar las medidas administrativas, fundamentalmente para limitar la duración de la exposición. Y, finalmente, el recurso a la protección personal del trabajador.

Cuando se trata del diseño se debe tener presente en los procesos:

- Que las sustancias peligrosas queden confinadas al máximo en el interior del proceso, sin pasar al ambiente.
- Que se genere el menor nivel posible de agentes físicos peligrosos.

Si bien es cierto que, en general y tratándose de sustancias químicas, resulta ser mínima la cantidad del agente que pasa al ambiente en comparación con la que forma parte del proceso, hay que extremar el control en el diseño para conseguir mayor efectividad. El ideal, lógicamente, sería diseñar sistemas herméticos y desarrollos totalmente automáticos.

Pero hagamos una consideración. Supongamos un proceso diseñado como poco agresivo para el trabajador. Con el tiempo aparecen desgastes, desequilibrios, vibraciones, holguras en las juntas, percusiones mayores por superiores desplazamientos de piezas respecto a los iniciales, y así sucesivamente.

Sucede que inicialmente, las agresiones eran lo suficientemente pequeñas como para no tenerlas en cuenta. Con el tiempo, y porque no se aplicó un riguroso mantenimiento preventivo, surgieron los problemas y las soluciones ya son más difíciles. Pero el caso es que la situación se debe corregir, porque ahora es necesario.

Estas situaciones, que son perfectamente conocidas por los mandos de la línea de producción en las empresas, sugieren dos consecuencias:

Que los mandos participen en la fase de proyecto con sus sugerencias, de la misma manera que lógicamente debe de hacerlo el profesional de seguridad e higiene en el trabajo.

Que los mandos consideren seriamente sus responsabilidades al dotar a sus secciones de los medios y el rigor necesarios en el mantenimiento preventivo de los procesos con agentes peligrosos.

Analizaremos seguidamente las tres principales líneas de acción de los controles de ingeniería: en la fuente, en el medio y en el receptor, donde se genera, se trasmite y se recibe el agente peligroso.

Actuación sobre el foco emisor

los métodos de control más significativos son los siguientes.

- 1) Sustitución de materiales o sustancias peligrosas por otras que no lo son o lo son menos. Existe una gran variedad de posibilidades en la aplicación de este método.
- 2) Aislamiento o confinamiento de un proceso o de una determinada operación para evitar la exposición de los trabajadores.
- 3) Aplicar a determinados procesos métodos húmedos que eviten la generación de polvos.
- 4) Extracción localizada *en* el punto donde se genera la contaminación. Es una aplicación que se convierte casi siempre en la mejor solución con los gases, vapores, humos y polvos peligrosos.

Actuación en la fuente o foco emisor

- Métodos de sustitución.
- Aislamiento o confinamiento.
- Métodos húmedos.
- Extracción localizada.
- *Actuación en el medio de propagación*
- Orden y limpieza.
- Ventilación general.
- Separación fuente-receptor.
- Cerramientos.

Actuación sobre el receptor

- Formación e información.

- Rotación de puestos de trabajo.
- Aislamiento de trabajo (cabinas).
- Prendas-equipos de protección personal.
- Controles administrativos.

La participación de los técnicos de la empresa en este tipo de decisiones es fundamental, aun en el supuesto de que sean firmas exteriores las que lleven la ejecución de las soluciones, ya sea por la complejidad o por la especialidad que puedan requerir en cada caso. La postura de colaboración de los técnicos y mandos en general en estas cuestiones será una muestra palpable de su verdadero interés por la solución de los problemas higiénicos de la empresa y sus hombres,

Acción en el medio de propagación

Los métodos de control durante la posible transmisión en el aire de los contaminantes incluyen:

- 1) El orden y limpieza de los locales y puestos de trabajo, la eliminación de residuos, el aseo personal. la actuación en estos aspectos resulta, por ser tan evidente y repetida, la gran olvidada de la línea de mando. Tal vez se espera a tener ideas más brillantes que esas, de más altura técnica. Si así fuese conviene no olvidar, en primer lugar, que esos aspectos son fundamentales, y en segundo que son de una gran efectividad si se hacen bien.
- 1) Ventilación general, ya sea por extracción o por dilución. Este método actúa sobre la concentración de contaminante y produce buenos efectos si los contaminantes son de baja toxicidad y si su emisión es continua y en pequeñas cantidades.
- 2) Separación entre el punto en que se genera el contaminante y el del receptor, como es el caso de radiaciones ionizantes, y posibilidades de introducir controles a distancia o remotos.
- 3) Cerramientos para casos especiales y dispositivos de control y alarma ante posibles sobreexposiciones por sistemas monitorizados.

Protección de receptor

Son métodos en los que interviene de forma directa el trabajador:

- 1) Formación, información y adiestramiento de trabajadores y mandos de supervisión. Es obvio que este método resulta fundamental y que es complementario de cualquier otro.
- 2) Rotación de puestos de trabajo y limitaciones en los tiempos de exposición a condiciones peligrosas.
- 3) Aislamiento de trabajador en cabinas especiales.

- 4) Prendas y equipos de protección personal.
- 5) Control personal de la exposición con dosímetros, para conocer la dosis recibida respecto de los niveles permisibles y poder así cesar en la exposición por el tiempo necesario.
- 6) Programas de mantenimiento y controles administrativos.

Todos estos posibles métodos de control pueden estar presentes a la hora de intentar solucionar los problemas higiénicos pero, por encima de todo, debe presidir la plena responsabilidad de cada uno ante el peligro: los mandos para establecer los controles de ingeniería y exigirse y exigir el cumplimiento de la normativa pertinente, y los trabajadores mediante el uso adecuado de los sistemas operativos, de protección personal y de cumplimiento de la normativa.

4.1.0.- ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS

ARREGLO DEL AREA DE ALMACENAMIENTO

- Debe hacerse bajo criterios de compatibilidad y cantidad.
 - Las instalaciones fuera del área deben aceptar sólo un tipo de residuo.
 - Los tambos de cada tipo de residuo en las instalaciones de proceso se deben identificar fácilmente y tener acceso al moverlos fuera de las instalaciones.
 - Los tambos se deben revisar semanalmente para detectar fugas o corrosión y se debe mantener un espacio despejado para permitir la circulación del personal y equipo.
 - Las actividades deben realizarse conforme un procedimiento. El control de este procedimiento se efectúa a través de una bitácora.
 - Los tambos que contienen residuos, y que se encuentran en las áreas de proceso o en cualquier otro sitio de la instalación, se deben marcar bajo un código de color.
 - Se recomienda el color rojo para aquellos tambos que contienen materiales flamables y amarillo para aquellos que presentan características de toxicidad.
 - Adicionalmente, y solo para los sitios que serán designados como sitios de recolección temporal, se deben especificar las áreas cuyas instalaciones de almacenamiento serán designadas por señales y/o marcas en el piso y letreros que lleven la siguiente leyenda SITIO DE RECOLECCION TEMPORAL. Es importante informar a los empleados del peligro potencial que existe en el manejo y almacenamiento de una mezcla desconocida.
 - Los recipientes que contengan residuos peligrosos se deben marcar y/o etiquetar con las características de su contenido y peligrosidad, las cuales deben estar visibles durante el manejo y almacenamiento; las marcas inadecuadas se deben remover de los recipientes al reutilizarlos para diferentes sustancias químicas.
 - Las propiedades químicas e incompatibles se deben tomar en cuenta para determinar las sustancias químicas que se deben almacenar en áreas adyacentes; por ejemplo, los ácidos no se deben almacenar cerca de compuestos alcalinos; ni sustancias inflamables cerca de oxidantes.
 - No se deben apilar más de 2 recipientes, a menos que se utilicen estantes o que los recipientes estén diseñados para soportar la carga; para el caso de los residuos inflamables, se recomienda no apilar más de un recipiente.
 - Los recipientes con residuos peligrosos se deben almacenar cerrados, lo que minimiza los riesgos a la salud de los empleados por exposición a sustancias peligrosas y la posibilidad de incendio por volatilización de su contenido.
-

-
1. Nombre del generador
 2. Nombre común de los residuos
 3. Riesgo que presentan los residuos
 4. El departamento, proceso o manufactura generadora del residuo
 5. La fecha y
 6. Un recordatorio a los trabajadores para que mantengan el recipiente cerrado.
- Las etiquetas deben estar visibles para diferenciar entre los tambos que contienen residuos peligrosos de los no peligrosos, así como recipientes vacíos.

CONTROL DE DERRAMES

- Para evitar derrames de los residuos peligrosos es necesario que los residuos en el área de almacenamiento permanezcan sobre la superficie impermeable. Aquí es importante resaltar que el piso no deberá disolverse ni deteriorarse por derrames o fugas.
- Los contenedores además deben contar con un borde en su base para recolectar cualquier derrame o goteo y evitar que el material llegue al drenaje de la planta o al municipal.
- El manejo de los envases de residuos peligrosos generalmente se acompañan por derrames y/o goteos, por lo que es importante llevar un control de derrames en los equipos así como tener a la mano absorbentes efectivos y fáciles de usar para evitar que los derrames lleguen a los drenajes. Puede en este caso usarse como materiales absorbentes aserrín, bolsas de arcilla, absorbentes o amortiguadores, tubos o almonadillas de absorbentes sintéticos. En caso de un derrame o fuga, se debe utilizar el equipo de protección y los absorbentes. Estas actividades deberán controlarse mediante el uso de una bitácora, la cual deberá permanecer en el área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos.

MARCADO Y ETIQUETADO DE CONTENEDORES

- La principal razón para el etiquetado y marcado de los contenedores es dar a los trabajadores y a todo el personal que tenga relación con el manejo de residuos peligrosos, información sobre el manejo de los residuos con respecto al tipo de material que están manejando y su clasificación de peligrosidad. Esta información es necesaria para resguardar su seguridad al manejar los residuos.

FACTORES GENERALES A CONSIDERAR EN EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS.

Es importante considerar una serie de factores importantes que deben observarse durante todas las actividades de almacenamiento.

A Características de los Residuos

- Muchos residuos peligrosos cuando se mezclan con otros pueden producir calor, explosiones, incendio, o la producción de sustancias tóxicas por lo que es indispensable describir y caracterizar los residuos que se generan:

- El tipo y naturaleza del residuo
- La composición química
- Las clases de riesgo a que pertenece el residuo.
- Las instrucciones generales o especiales en el manejo, incluyendo la descripción.

- Todos los residuos se deben identificar antes de su manejo para determinar el tratamiento y disposición final que se usará para cada caso en particular.

- Los tambos de residuos incompatibles deben permanecer separados.

- Los residuos incompatibles no se deben mezclar en un mismo transporte o en un recipiente de almacenamiento.

- Los recipientes que contengan residuos incompatibles deben estar separados cuando se dispongan.

- Para evitar el riesgo de incendio y explosión en el manejo de tambores de desechos peligrosos, se requieren las siguientes reglas dentro de las instalaciones

- a) incompatibles Deben estar separados por diques o muros. La incompatibilidad se presenta cuando dos o más sustancias químicas se combinan y producen fuego, explosión o gas tóxico. El gerente de seguridad de la planta o el químico deberán revisar cada residuo que se genere y determinar a que categoría pertenece. Para lograr esta determinación se puede consultar 1) la NOM-052-ECOL-1993, en donde se presentan

VENTILACIÓN

Las áreas de almacenamiento de residuos químicos u otros materiales peligrosos deben tener buena ventilación. Se recomienda ventilación mecánica continua dentro del área de almacenamiento, la velocidad de ventilación no debe ser menor a $1 \text{ ft}^3 / \text{min} / \text{ft}^2$ por área de piso en el área de almacenamiento de compuestos químicos. La normatividad vigente, especifica que debe haber por lo menos seis "cambios de aire" por hora, para áreas de almacenamiento de líquidos inflamables

D. PROTECCIÓN CONTRA EL CLIMA

El calor, frío, humedad, y viento pueden traer efectos adversos a la seguridad de los envases de residuos peligrosos. Los tambores fuera de las instalaciones en el invierno o primavera se deteriora rápidamente y no son adecuados para el almacenamiento o embarque. También las condiciones climatológicas pueden deteriorar las etiquetas, incrementando el riesgo en el manejo y disposición de los residuos; éste deterioro puede tomar lugar en cuestión de días y semanas.

Otros problemas relacionados con la intemperie incluyen la contaminación de residuos con agua de lluvia, contaminación de suelos como resultado de goteras o degradación del residuo, tal como polimerización de un material. Esto puede contribuir para elevar los costos de disposición.

Si los residuos se almacenan en el exterior, estos deben estar cubiertos por un tejado o lienzo alquitranado contra la luz; los tambores u otros tipos de contenedores se deben almacenar en plataformas. Idealmente, el contenedor contara con dispositivos (dique, bandeja, manta, etc.) que tendrán la capacidad de mantener cuando menos un 10% o un 15% del total del contenedor.

ESPACIO

Las sugerencias para la conservación de espacio incluyen:

- uso de estantería
 - almacenamiento interno de grandes contenedores
 - remoción frecuente de los residuos
 - minimización de residuos
 - uso de pilas de contenedores
-

-
- Los líquidos inflamables se deben almacenar en recipientes para líquidos inflamables en áreas que cuenten con sistemas de rociado y/o equipo suficiente de extinción.
 - Los residuos con características inflamables se deben colocar rectos. Los tambores se deben conectar a tierra, y los recipientes metálicos deben estar ligados eléctricamente con un caimán y alambre. No se debe fumar y es importante tener una apropiada ventilación en todas las áreas de almacenamiento de líquidos inflamables.

MEDIDAS DE CONTROL Y SEGURIDAD EN EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS

ACCIONES DE SEGURIDAD

La seguridad de los empleados en la planta es de gran importancia, en el manejo de residuos peligrosos

Durante el manejo, almacenamiento y disposición de residuos peligrosos, existen riesgos de exposición inherentes tales como la inhalación, ingestión o absorción. Para prevenir estos riesgos se deben fomentar procedimientos seguros, como parte de un programa semanal de seguridad, que incorpore los siguientes aspectos:

- Información
- Entrenamiento
- Organización del trabajo
- Higiene personal
- Vigilancia médica y
- Muestreo ambiental.

Para cumplir con estos aspectos se requiere realizar:

- Elaborar y aplicar el programa semanal de seguridad, en el cual se incluyan los procedimientos de seguridad en el manejo y almacenamiento seguro de residuos peligrosos.
 - Establecer medidas de seguridad para prevenir ingresos a la zona no autorizada.
 - Inspección de las instalaciones para identificar o prevenir riesgos a la salud o al ambiente. La dirección de la planta debe establecer un programa de inspección que verifique:
-

-
- Toda persona debe estar informada del riesgo involucrado con diferentes tipos de residuos, siempre que sea posible con rutas o exposiciones en la planta, métodos para evitar que se presente el riesgo. El personal debe estar informado de las consecuencias.
 - Es necesario tomar precauciones para proteger la salud del personal que maneja los residuos peligrosos y esta en contacto con éstos. El personal puede desconocer las características del material que está procesando pero, no los riesgos a su salud. Asimismo deben recibir instrucciones y el equipo de seguridad para los residuos peligrosos que manejan. Una supervisión especial se debe realizar a nuevos trabajadores, visitantes autorizados y regulación de personal.
 - En los programas de prevención de accidentes se debe establecer y preparar el plan de emergencia de forma inmediata y apropiada en respuesta a la emergencia causada por residuos peligrosos.
 - Es de suma importancia la comunicación en cualquier momento y disponer de los números telefónicos de emergencia, asistencia médica, departamento de bomberos, los cuales deberán colocarse en el almacén de residuos peligrosos, en la caseta de vigilancia, en el área de proceso así como en el área de oficinas.

EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

Los trabajadores que sean asignados para manejar residuos peligrosos deben usar, mantener y limpiar el equipo de seguridad requerido en el trabajo cuando manipulen estos residuos. El programa de equipo de protección personal incluye la selección, uso y mantenimiento del equipo. Se requieren diferentes tipos de equipo de protección para cada uno de los residuos peligrosos, los cuales se mencionan a continuación:

Ropa de Protección

Para el manejo de las sustancias químicas se necesita el uso de ropa de protección, el grado de protección requerida está determinada por las propiedades físicas, químicas o tóxicas inherentes al material.

Estas actividades, además de un entrenamiento adecuado para optimizar cualquier operación dentro de la planta, deben tener un procedimiento que muestre todas las funciones a realizar. El objetivo de los procedimientos y el entrenamiento tienen como objetivo asegurar que el empleado conozca la ejecución y funcionamiento para el manejo efectivo y seguro de los residuos peligrosos, así como dar la respuesta adecuada en caso de emergencia dentro y fuera de la industria.

También se debe considerar en éste el estudio de la compatibilidad de las sustancias químicas, manejo, almacenamiento seguro, etiquetado y selección de residuos con el fin de responder adecuadamente en caso de una emergencia

Los programas de capacitación y entrenamiento del personal deben incluir:

- Programas de capacitación especial
- Conferencias
- Seminarios
- Literatura publicada
- Comités de supervisión en el control y manejo de residuos peligrosos
- Instrucciones específicas tales como las medidas de control, trabajo y tipos de peligro que incluyen el control

HIGIENE PERSONAL Y ATENCION MEDICA

La higiene personal es uno de los factores más importante en el control de la exposición a los trabajadores de residuos peligrosos

Aunque el equipo de protección personal ayuda a minimizar el peligro, los factores principales durante el manejo de un residuo peligroso deben ser la higiene personal y los hábitos de comportamiento. Comer, beber y fumar son actividades que no se deben realizar en las áreas de trabajo, pues esto genera la posibilidad de contaminación por microorganismos y compuestos tóxicos.

Atención médica:

Con la finalidad de prevenir una situación de emergencia ocasionada por residuos peligrosos es necesario que se cuente con el equipo de ayuda y los antidotos de sustancias tóxicas.

-
- La compañía que se encarga de sacar los residuos peligrosos de la instalación, debe presentar un número de autorización de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, mismo que se encuentra registrado en los manifiestos correspondientes.
 - La compañía que se encarga de transportar los residuos peligrosos fuera de la instalación, debe entregar la ruta que seguirá el vehículo hasta llegar a su destino final, el programa de atención a emergencias, en el caso de que esto suceda, así como los comprobantes de capacitación del personal encargado de transportar los residuos de la instalación (esto se solicita al momento de contratar los servicios de la empresa)
 - Los envases empleados en el almacenamiento temporal de residuos peligrosos, así como aquellos que hayan contenido materias primas con cualquiera de las características del código CRETIB, deben ser manejados y dispuestos como residuos peligrosos. NO deben tirarse a la basura, NO emplearse para guardar ningún otro material así como NO regalarlos o venderlos a terceros.