



Universidad LA SALLE.

Escuela de Química

incorporada a la UNAM.

"Plan Integral de Seguridad en el uso de
los laboratorios de Química de la
Universidad LA SALLE."

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el TITULO de
INGENIERO QUIMICO.

Presenta:

HECTOR GONZALEZ RUIZ.

Director Ing. Jorge García Acevedo

México, D.F.

1990.



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE GENERAL.

	PAGINAS.
INTRODUCCION.	1
1.- ANTECEDENTES	3
1.1 NECESIDAD.	3
1.2 HISTORIA DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL.	5
1.3 ANTECEDENTES DE LA LEGISLACION LABORAL PARA LA PREVENCION DE RIESGOS DE TRABAJO EN MEXICO.	7
1.4 MARCO LEGAL DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL EN MEXICO.	9
2.- CAUSAS Y RIESGOS DE LOS ACCIDENTES	14
2.1 CAUSAS DE LOS ACCIDENTES.	14
2.2 RIESGOS ELECTRICOS.	24
2.3 RIESGOS DE INCENDIO Y EXPLOSION.	27
2.3.1 PREVENCION, PROTECCION Y CONTROL DE INCENDIOS.	30
2.3.2 TRIANGULO DEL FUEGO.	32
2.3.3 ALARMAS CONTRA INCENDIO.	41
2.3.4 EXTINGUIDORES.	43
2.3.5 PROTECCION FIJA CONTRA INCENDIO.	49
2.4 RIESGOS MECANICOS.	54
2.5 RIESGOS QUIMICOS.	56
3.- PLANEACION DE LOS LABORATORIOS.	64
4.- MANTENIMIENTO	71
4.1 FACTORES DEL MANTENIMIENTO.	71
4.2 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	72
4.3 ETAPAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	72

4.4 FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	73
4.5 CAMPOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	74
4.6 LIMPIEZA DEL LUGAR DE TRABAJO.	76
5.- MANEJO DE MATERIALES Y ALMACENAMIENTO.	77
6.- ERGONOMIA.	84
7.- TECNICAS DE SEGURIDAD	94
7.1 CAPACITACION Y ADIESTRAMIENTO.	94
7.2 SUPERVISION.	98
7.3 LISTA DE VERIFICACION.	99
7.4 QUE PASA SI....	100
7.5 ANALISIS DE FALLA Y EFECTO.	107
7.6 HAZOP.	111
7.7 HAZAN.	117
7.8 ANALISIS DE RIESGO SISTEMATICO.	120
7.8.1 ARBOL DE FALLAS.	121
8.- RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.	126
APENDICES.	149
BIBLIOGRAFIA.	

INDICE DE GRAFICOS.

	PAGINAS.
CAUSAS DE ACCIDENTES.	
AMBIENTE, ELIMINACION, CORRECCION.	15
AMBIENTE, ELIMINACION, CORRECCION. FINAL	16
COMPORTAMIENTO, ELIMINACION, CORRECCION.	17
RIESGOS DE TRABAJO REGISTRADOS EN MEXICO. (IMSS)	
TRABAJADORES ASEGURADOS ABSOLUTOS.	19
TRABAJADORES ASEGURADOS RELATIVOS Y	
RIESGOS REGISTRADOS RELATIVOS.	20
RIESGOS REGISTRADOS ABSOLUTOS.	21
TASA DE INCIDENCIA.	22
ULTIMOS VALORES REPORTADOS DE RIESGOS.	23
TRIANGULO DEL FUEGO.	33
TETRAEDRO DEL FUEGO.	34
CLASES DE EXTINTORES DE INCENDIO.	44
CROQUIS DE LOCALIZACION DE LAS INSTALACIONES.	67
EDIFICIO DE QUIMICA.	68
FOTO SUPERIOR FACHADA PRINCIPAL DE LOS	
LABORATORIOS.	
FOTO INFERIOR PATIO PRINCIPAL.	
ASPECTOS DE LAS INSTALACIONES.	69
ASPECTOS DE LOS LABORATORIOS.	70
ERGONOMIA.	
BASES CIENTIFICAS.	86
AREAS DE APLICACION.	88
MODELO HOMBRE-MAQUINA-MEDIO.	91
ORGANIZACION DEL TRABAJO.	92
ORGANIZACION ERGONOMICA.	93
MODO DE FALLA Y EFECTO.	
TABLA 1.	108
TABLA 2.	109
HAZAN. INVERSION DE SEGURIDAD.	118
ARBOL DE FALLAS.	
SIMBOLOGIA.	123
SIMBOLOGIA. CONTINUACION.	124

INSTALACIONES DE LOS LABORATORIOS.		
VESTIBULO DE DISTRIBUCION 1ºP.	SUPERIOR	133
VESTIBULO DE DISTRIBUCION PB.	INFERIOR	133
ELECTRICIDAD TABLERO PRINCIPAL.	SUPERIOR	134
ELECTRICIDAD TABLERO DISTRIBUCION. INF.		134
TRATAMIENTO DE AGUAS Y GENERADOR DE VAPOR.	SUPERIOR	135
BOMBA DE VACIO.	INFERIOR	135
TANQUES DE AGUA.	SUPERIOR	136
TANQUES DE AGUA (ACERCAMIENTO)	INFERIOR	137
SALIDA DE EMERGENCIA 1ºP Y ESCALERA DE EMERGENCIA.	SUPERIOR	138
ASPECTOS DEL LABORATORIO DE INGENIERIA QUIMICA.	INFERIOR	138
BOMBAS DE VACIO.	SUPERIOR	139
EXTRACTOR DE AIRE DE CAMPANAS.	INFERIOR	139
EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE MASA.	SUPERIOR	140
EQUIPOS DE FLUJO DE FLUIDOS.	INFERIOR	140
EQUIPOS DE FENOMENOS DE TRANSPORTE.		141
MOBILIARIO DE LABORATORIOS.	SUPERIOR	142
ESTANTERIA DE LABORATORIOS.	INFERIOR	142
CAMPANAS DE EXTRACCION.	SUPERIOR	143
ASPECTOS DEL LABORATORIO DE ANALISIS.	INFERIOR	143
ASPECTOS DEL LABORATORIO DE ALIMENTOS.	SUPERIOR	144
SERVICIOS DEL LABORATORIO DE ALIMENTOS.	INFERIOR	144
EQUIPO DE SEGURIDAD DE LOS LABORATORIOS.		145
SERVICIOS DE LOS LABORATORIOS.		146
FOSA DE DESECHO DE SOLUCIONES.		147
ALMACEN.		148

INTRODUCCION

La seguridad en los laboratorios, a lo largo de un curso normal, está limitada a las indicaciones incluídas en los manuales de prácticas, a la correcta técnica en el uso del material, o simplemente a las precauciones específicas para el desarrollo de cada experimento.

Las Universidades como formadoras de profesionales no deben limitarse a inculcar solamente una serie de conocimientos, sino tienen también la responsabilidad de asegurar la protección del personal docente y del alumnado, concientizando a cada generación sobre la importancia de la seguridad, la cual ellos pueden impulsar aún más en sus respectivas carreras en la industria, para lograr el éxito.

Atender a la seguridad en centros educativos, tiene dos objetivos importantes:

Primero, lograr que las condiciones reales de trabajo para los estudiantes sean seguras.

Segundo, inculcar el conocimiento y respeto a los principios de seguridad industrial como preparación para la vida profesional.

La Ingeniería Química es la técnica industrial utilizada para transformar las propiedades de los materiales naturales, logrando satisfacer las necesidades de los seres humanos. Dichos cambios, implican un conjunto de operaciones y procesos en la industria. Estas técnicas son enseñadas a los estudiantes. Sin embargo, el desarrollo profesional no sólo atañe a la operación y control de las plantas industriales, aunque en base a ello, se debe prevenir al estudiante sobre el grado de riesgo latente a su alrededor.

Gran parte de la capacitación sobre seguridad en la industria tiene como objeto atacar el error del elemento humano, causa primordial de los accidentes; cambiando las actitudes y conducta de los trabajadores de la industria.

Los estudiantes de las diferentes instituciones que imparten nuestra profesión serán los trabajadores dentro de la industria, por lo tanto, la seguridad debe incluirse durante el proceso educativo, enfatizando e inculcando el respeto a los principios de la prevención de accidentes, como preparación para la vida profesional.

Las Normas y Precauciones más comúnmente presentadas en los manuales de prácticas tienen por lo general contextos muy parecidos, pero con diferencias tan grandes como las de restringir o no, la ingestión de alimentos y bebidas dentro del laboratorio, dependiendo del origen de la publicación. También se menciona el manejo de sustancias tóxicas, las cuales son de uso común, y muy difíciles de manejar como es debido por las características del laboratorio en sí.

El presente trabajo propone una evaluación de riesgos existentes en los laboratorios de la Escuela de Química de la Universidad La Salle, un programa de capacitación en seguridad y un conjunto de prácticas para la enseñanza de la seguridad y el análisis de riesgos.

CAPITULO 1.

ANTECEDENTES

NECESIDAD.

La enseñanza de la Ingeniería Química, tiene como finalidad la preparación de profesionales, capaces de crear y operar plantas industriales, para el procesamiento de diversos materiales, éstos están sujetos a cambios Químicos y Físicos. Con estos cambios se logra la fabricación de productos químicos, para lo cual existe una serie de procesos, llamados operaciones unitarias, que abarcan muchos tipos de interacciones.

En cualquier fábrica son necesarias operaciones de destilación, evaporación, cristalización, combustión, lixiviación y separación de fases, implicando todas ellas en mayor o menor grado la transferencia de masa y calor.

Muchas de las reacciones químicas y fisico-químicas utilizadas hoy en día de manera habitual en la producción química requieren condiciones extremas de trabajo, así como de un cuidado especial en todos los casos, para evitar peligros potenciales. Más concretamente, es necesario mantener la integridad del equipo en todo momento, para prevenir escapes de productos tóxicos o peligrosos, puesto que la dispersión accidental de éstos puede causar desde heridas leves hasta la muerte de las personas afectadas.

Por su naturaleza, muchos de los productos químicos utilizados en el proceso de fabricación, así como los compuestos intermedios y los productos terminados tienden a ser reactivos y, por consiguiente, potencialmente peligrosos para la salud y el medio ambiente. Son causa de gran preocupación los impactos inmediatos en la salud y el medio ambiente derivados de accidentes en las plantas químicas, incluyendo los efectos a largo plazo.

La industria química conoce muy bien la naturaleza peligrosa de algunas de sus operaciones, y le consta su responsabilidad de mantener el nivel de accidentes tan bajo como sea posible. Por ello, el historial de accidentes de las plantas químicas de los países industrializados es generalmente bueno y muy por debajo del de muchos otros sectores de la industria. Por ejemplo, usando los índices de Frecuencia de Accidentes Mortales (número de accidentes mortales por cada 100 millones de horas de exposición), la industria química en el Reino Unido ha logrado un valor de menos de "cuatro", comparado con un 67 y 40 en las industrias de construcción y de la extracción de carbón respectivamente. Los viajes en automóvil, tienen un valor de 57. Las fábricas pequeñas, en particular las de producción en serie, no siempre reúnen unas condiciones económicas que les permitan invertir en dispositivos de seguridad y es posible que tampoco dispongan de mano de obra técnica calificada para responder a una emergencia. Sin embargo, la buena gestión de la empresa debe de tener presente la seguridad de todos, sean las plantas pequeñas o grandes. En ambos casos, debe disponerse de personal técnico

calificado, y la capacitación interna de expertos, complementándola con asesores externos en los casos necesarios. Contando con este apoyo, las estadísticas generales de accidentes o conatos de accidentes deben utilizarse para formular las estrategias de prevención de accidentes apropiadas.

(10)

La educación y la capacitación de los trabajadores contribuye poderosamente a la reducción y la prevención de los accidentes. Muchos de ellos obedecen a fallos humanos, que pueden además acentuarlos una labor de mantenimiento defectuosa, procedimientos incorrectos o errores en las operaciones.

La creciente automatización ha logrado disminuir la posibilidad de cometer errores humanos en las operaciones efectuadas en las plantas industriales. Junto con la mayor complejidad de éstas, se ha llegado a la necesidad de hacer diseños ergómicos, estudios de operabilidad, análisis de riesgo, análisis de fallos y otras técnicas para la determinación de los accidentes posibles, lo cual ha dado como resultado la posibilidad de dirigir acciones correctivas hacia los que parecen ser puntos vulnerables. Todo ésto, representa la seguridad industrial.

Para lograr que la Industria Química tenga récords tan buenos, a pesar de los altos riesgos que se tienen, se ha necesitado de la capacitación del personal laboral de estas empresas. Esta capacitación tiene como finalidad el crear en los trabajadores un estado físico y mental, el cuál les permita realizar la actividad requerida en condiciones buenas, si no óptimas, y con un comportamiento adecuado. Dichos programas de capacitación son lo primero que debe de aprender un nuevo trabajador, debido a la falta de conocimientos sobre seguridad que presentan.

Es importante admitir cómo los temas de seguridad no son enseñados en las diversas instituciones educativas de forma obligatoria, ya que este curso forma parte de las materias complementarias u optativas de muchas carreras.

Pero, cómo entender la seguridad industrial? Es la seguridad un proceso educacional? Debe existir seguridad de tipo industrial en los laboratorios de enseñanza?, y cómo debe de enseñarse ésta? Son sólo algunas preguntas que se tratarán de resolver desde el punto de vista de los estudiantes, los instructores y la industria.

Por seguridad se entiende la condición de estar libre o exento de riesgo, daño o mal.

HISTORIA DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL.

La seguridad industrial surge de movimientos y acciones ganadas por los trabajadores, en sus luchas durante el proceso de cambios tecnológicos producidos por la revolución industrial.

Siendo la seguridad industrial un producto de la evolución técnica, es muy conveniente el enmarcar su desarrollo dentro de los países con mayor avance industrial, como lo son los Estados Unidos y la Gran Bretaña, pero debido a la influencia que tienen los Estados Unidos por su cercanía con nuestra patria, sólo se mencionará este marco histórico.

La legislación que norma la seguridad en las industrias es el resultado de esfuerzos y del entendimiento de situaciones repetidas durante el tiempo. Los daños producidos por accidentes siempre han existido como parte de la vida familiar o de trabajo. Se ha demostrado cómo la cantidad de accidentes, en EEUU. es, en proporción, menor en la industria química que en la industria en general. Se ha probado también cómo un empleado de la industria química está más protegido mientras trabaja que cuando regresa a su casa, y aún más que en su propia casa, siendo razonable pensar, que el comportamiento estadístico de nuestro país es semejante.

Este registro no se debe exclusivamente al cumplimiento de obligaciones legales, pues el nivel de seguridad se encuentra muy por encima de las exigencias básicas previstas por la ley.

Los accidentes, en un principio, debido al comportamiento inapropiado o inseguro asociado al hecho en sí, fueron catalogados como responsabilidad del propio trabajador, y además era víctima de su propia falla. La empresa o el patrón no sentía ninguna culpa por el hecho, ni el obrero esperaba nada por parte de la empresa.

En la industrialización, el uso de nueva maquinaria, como las máquinas de vapor, seguidas de los motores eléctricos y el aumento en el uso de potencia producida con máquinas, tuvo como consecuencia un rápido aumento en la frecuencia y gravedad de los accidentes. Esto motivó, un cambio en la actitud de los trabajadores, pues resultaba evidente que si un trabajador sufría un accidente de trabajo o moría debido a una condición riesgosa, la cual pudiese ser evitada o controlada, el patrón debía ser cuando menos en parte culpable.

El cambio en el pensar de los trabajadores se vió en aumento ante la continua repetición de ciertos accidentes y su naturaleza misma; por ejemplo cuando un trabajador resultaba muerto debido a que su ropa de trabajo quedaba atrapada dentro del tren de una línea de ensamblaje, aquél que quedaba atrapado en una polea o en una banda, quien sufría cercenadura de los dedos al ser atrapados en máquinas, o el hombre que sufría caídas de un nivel a

otro sin protección, o caídas a un piso en el que existía un derrame de ácido, etc. A esto se le agregó la gran expansión industrial y el creciente interés de los periódicos en reportar con lujo de detalle, las características de los accidentes, creando cada vez una mayor conciencia pública.

Todo esto tuvo como resultado la creación de organizaciones laborales, aunque débiles en su principio, que buscaron el apoyo de la opinión pública para sus demandas de acción correctiva.

Los trabajadores buscaban dos objetivos: lograr que las condiciones de trabajo fueran mejores al eliminar ciertos riesgos y conseguir una compensación para las víctimas de los accidentes y sus familiares, sobretodo en el caso de fallecimiento.

La primera reglamentación o ley sobre el requerimiento de barandales o protecciones en la maquinaria peligrosa en América, se decretó en Massachusetts en 1877 en respuesta a la indignación debida a las lesiones que frecuentemente ocurrían en la industria textil, donde las trabajadoras sufrían cercenación de sus dedos debido a la forma en que debían desarrollar su trabajo.

Para 1900, la mayoría de los estados industrializados de la Unión Americana tenía cuando menos alguna legislación de seguridad con inspecciones a las fábricas.

La segunda demanda de los trabajadores, la compensación a las víctimas de los accidentes, se logró después de una larga lucha.

La creación de las diversas legislaciones fué apoyada con la creación de diversos organismos, de los que se destacan:

El Departamento de Trabajo Estadístico, establecido en 1913, entre otras de sus actividades colecta, tabula y reparte información estadística, sobre los accidentes ocupacionales, sus reportes se presentan en forma de publicaciones periódicas tanto en forma generalizada con estimaciones totales como por rama industrial.

El Departamento Nacional de Estandares, tiene una importante función establecida en 1910 por el departamento del Interior, ésta es el desarrollar estandares de seguridad para varios materiales y equipos así como el formular pruebas y métodos para determinar su seguridad. El volumen total de los anexos en este campo incluyen el fuego y la prevención de accidentes en gran escala, trabajando en forma conjunta con la Asociación de Estandares Americanos. estableciendo los estandares.

El Departamento de estandares del trabajo tiene como objetivos el formular estándares de trabajo y legislaciones de trabajo, en forma administrativa y legal, y el promover el

mejoramiento de las condiciones laborales. Se establece como una división en 1934 para luego formarse como departamento. Las actividades de seguridad como parte general de este proceso, incluyen la promoción de los estándares americanos a través del procedimiento ASA (American Standar Asociation), servicio de consulta, etc.

La capacitación de seguridad en planta ha sido largamente reconocida como un elemento básico de cualquier programa completo de seguridad, pero las autoridades educacionales se han visto reacias a admitir cursos educacionales en su currícula de enseñanza principalmente por la organización que tienen los diferentes cursos, que se encuentran ya saturados de materias, así como por la falta de demanda de la industria la cual prefiere el incluir el entrenamiento de seguridad junto con la política de la empresa.

El desarrollo de estos cursos ha sido de manera lenta incluso en la Unión Americana. Para 1940 sólo algunas escuelas los incluían, la mayoría de los cuales eran financiados estatalmente. El primer curso sobre Seguridad Industrial en el programa ESMDT fué impartido en forma de un curso de 150 horas, otorgado por la Universidad de Pensilvania, con la cooperación del consejo de Seguridad de Filadelfia así como de la Sociedad Americana de Ingenieros de Seguridad y el Departamento de Estándares de los Estados Unidos. El impacto y la demanda fué tal, que se instituyó un curso de 96 horas basado en él, cubriendo hasta 150 colegios y tecnológicos cooperando en este programa con lo cual se logró proveer a la industria de una población de cerca de 7000 personas que habían completado este curso. Aunque este curso fué diseñado para personal clave, como supervisores en la industria y requería sólo una educación no muy amplia, la experiencia mostró seriamente a los colegios que debían incluir cursos de seguridad a los diferentes programas de estudio.

De esta forma gradualmente la inclusión de cursos de seguridad se fué extendiendo.

Una de las principales razones para incluir los cursos sobre seguridad industrial radica en que si en las diversas plantas se utilizan una gran variedad de promoción y actividades de seguridad en los nuevos trabajadores, es debido a que las mentes jóvenes son fácilmente moldeables o influenciables, comparadas con las adultas.

ANTECEDENTES DE LAS LEGISLACIONES LABORALES PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS DE TRABAJO EN MEXICO.

Los principales acontecimientos que motivaron la realización de una legislación laboral en nuestro país fueron:

En el periodo conocido como Porfiriato, las condiciones de vida de los obreros y los jornaleros industriales, un grupo

integrante de la clase popular o baja, eran en extremo miserables e inhumanas, ya que estaban sujetos a jornadas de 12 a 14 horas diarias de trabajo con salarios de 18 a 37 centavos por día, y solo en casos excepcionales llegaban a 50 centavos.

En el caso de accidentes de trabajo, algunas compañías pagaban de 10 a 15 pesos por la pérdida de un brazo o pierna, más los gastos de hospital.

Algunos intelectuales como los hermanos Ricardo y Enrique Flores Magón luchaban contra la dictadura, promovían sus ideas revolucionarias que motivaron que la clase obrera intentará mejorar sus condiciones de vida.

Las huelgas de Río Blanco, Cananea y las de los ferrocarriles aunque de poco éxito pueden considerarse determinantes en el proceso de mejoramiento de las condiciones de trabajo.

En respuesta a las tensiones sociales y para atenuarlas, algunos estados de la Federación promulgaron leyes de trabajo entre los años de 1904 y 1916, las cuales son consideradas como antecedentes del Artículo 123 Constitucional.

1904 Ley de Accidentes de Trabajo de Jose Vicente Villada, establece la responsabilidad civil de los patrones en los accidentes de trabajo en el estado de México.

1906 Ley de Accidentes de Trabajo de Bernardo Reyes, establece la responsabilidad civil de patrones por accidentes que se produzcan por motivo del trabajo. La reparación del daño debe correr por cuenta de la empresa. En el estado de Nuevo Leon.

1914 Ley del Trabajo de Cándido Aguilar, establece la asistencia médica a los obreros y el pago correspondiente a los obreros para su recuperación en el estado de Veracruz.

1915 Ley del Trabajo de Salvador Alvarado, establece medidas de prevención de accidentes y enfermedades del trabajo, como ventilación, iluminación e instalaciones sanitarias, normas para uso de maquinarias. En el estado de Yucatán.

1915 Ley sobre Accidentes de Trabajo de Nicolás Flores, establece la responsabilidad por accidentes de trabajo del patrón o de compañías aseguradoras. Es un antecedente del Seguro Social. Aplicada en el estado de Hidalgo.

1915 Reforma a la Ley del Trabajo de Manuel Aguirre Berlanga, establece la obligación de los patrones al pago durante el tiempo en que los obreros sufran una enfermedad o accidente.

1916 Ley del Trabajo de Gustavo Espinoza Mireles, establece la necesidad de condiciones seguras de trabajo y la obligación del

patrón de adoptar medidas para prevenir accidentes. La responsabilidad civil del patrón y la asistencia médica en el estado de Coahuila.

En el año de 1917 se promulga la Constitución Política que incluye garantías sociales y de vigencia actual. En base a esto se establece que las legislaturas estatales elaborarían leyes de trabajo para reglamentar las disposiciones del Artículo 123 constitucional.

En 1929 el Presidente de la República, licenciado Emilio Portes Gil, presenta la iniciativa para expedir la Ley del Trabajo, que se expide en 1931.

La reglamentación para lograr las disposiciones de la Ley Federal del Trabajo en lo referente a seguridad e higiene comprende:

Reglamento de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo.

Reglamento de Higiene del Trabajo.

Reglamento de Labores Peligrosas e Insalubres para mujeres y menores.

Reglamento para la Inspección de Generadores de Vapor y Recipientes sujetos a presión.

Reglamento de Inspección Federal del Trabajo.

Reglamento de seguridad para los Trabajadores de la minas.

El 1 de mayo de 1970 entró en vigor la nueva Ley Federal del Trabajo.

MARCO LEGAL DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL EN MEXICO.

La seguridad industrial se encuentra basada en cuatro puntos de la legislación mexicana, que son:

LA CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.
(5 de Febrero de 1917)

LA LEY FEDERAL DEL TRABAJO. (18 Agosto de 1931)

LA LEY DEL SEGURO SOCIAL.

EL REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.

LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE SEGURIDAD E HIGIENE.

Las principales disposiciones del Apartado A del artículo 123 constitucional en materia de seguridad e higiene en el trabajo son:

XIV. "Los empresarios serán responsables de los accidentes del trabajo y de las enfermedades profesionales de los trabajadores, sufridos con motivo o en ejercicio de la profesión o trabajo que ejecuten; por lo tanto, los patrones deberán pagar la indemnización correspondiente, según que haya traído como consecuencia la muerte o simplemente incapacidad temporal o permanente para trabajar, de acuerdo con lo que las leyes determinen. Esta responsabilidad subsistirá aún en el caso de que el patrón contrate el trabajo por un intermediario."

XV. "El patrón estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y a adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como de organizar de tal manera éste, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores, y del producto de la concepción, cuando se trate de mujeres embarazadas. Las leyes contendrán al efecto, las sanciones procedentes en cada caso."

Con respecto a la higiene y aplicación legal se encuentran también las fracciones: XXVII, XXIX y XXXI.

Las disposiciones de la Ley Federal del Trabajo sobre seguridad e higiene, puestas en vigor el 10. de mayo de 1978, así como las modificaciones al régimen de responsabilidades y sanciones con relación a la misma materia, según el decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de enero de 1980 son las correspondientes a:

Título Cuarto. Derechos y obligaciones de los trabajadores y patrones.

Título Noveno. Riesgos de trabajo.

Título dieciséis. Responsabilidades y sanciones.

Destacando los artículos:

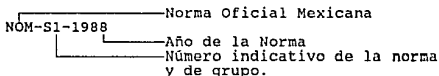
- 47. Rescisión de contrato.
- 51. Rescisión de contrato sin responsabilidad para el trabajador.
- 132. Obligaciones patronales.
- 134. Obligaciones de los trabajadores.
- 153. Capacitación y adiestramiento
- 391. Contrato colectivo.
- 412. Contrato de ley.
- 473-488. Riesgos de trabajo.
- 504. Obligaciones.

- 509. Organización de comisiones mixtas de seguridad.
- 510. Actividad de las comisiones mixtas.
- 513. Tabla de enfermedades.
- 514. Tabla de incapacidad.
- 527. Competencia de autoridades.
- 992-1010. Sanciones.

El Reglamento general de Seguridad e Higiene en el trabajo e Instructivos trata los siguientes aspectos relativos a las condiciones de seguridad e higiene:

- Edificios y locales.
- Incendios.
- Licencias para operadores de grúas y montacargas.
- Maquinaria fija con movimientos mecánicos.
- Substancias Inflamables.
- Manejo de materiales.
- Ferrocarril.
- Explosivos.
- Químicos. Corrosivos, irritantes y tóxicos.
- Contaminación en el trabajo.
- Ruido.
- Radiaciones ionizantes.
- Radiaciones electromagnéticas no ionizantes.
- Presiones ambientales anormales.
- Temperaturas extremas.
- Ventilación.
- Protección personal.
- Regaderas y vestidores.
- Comisiones mixtas de Seguridad e Higiene.
- Botiquines de primeros auxilios.
- Informes de accidentes y estadísticas.

La dirección General de Normas establece las Normas Oficiales Mexicanas que en materia de seguridad e higiene son las comprendidas en las series NOM-S y NOM-SS respectivamente. Cuya clasificación corresponde a la siguiente estructura:



NOM-S1-1967 GAFAS DE COPA.

NOM-S2-1982 CASCOS.

NOM-S3-1977 ANTEOJOS DE SEGURIDAD.

- NOM-S4-1977 LENTES DE SEGURIDAD PARA ANTEOJOS DE PROTECCION CONTRA IMPACTOS Y RADIACIONES.
- NOM-S5-1981 SEGURIDAD-EXTINTORES CONTRA INCENDIO A BASE DE POLVO QUIMICO SECO CON PRESION CONTENIDA-ESPECIFICACIONES.
- NOM-S6-1968 MONOGAFAS CONTRA IMPACTOS, RADIACIONES Y SALPICADURAS O EMANACIONES QUIMICAS.
- NOM-S7-1981 SEGURIDAD-EXTINTORES CONTRA INCENDIO-METODOS DE PRUEBA DE CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO.
- NOM-S8-1966 CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO DE EXTINTORES A BASE DE ESPUMA QUIMICA.
- NOM-S9-1968 ROPA DE PROTECCION CUTANEA CONTRA POLVOS MAYORES DE 40 MICRAS, TOXICOS, CORROSIVOS, ALERGENICOS E INFECCIOSOS.
- NOM-S10-1968 METODO DE PRUEBAS PARA DETERMINAR EL TAMAÑO MAXIMO DE PARTICULA QUE PASA A TRAVES DE UNA TELA.
- NOM-S11-1970 CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO DE RECIPIENTES SIN COSTURA PARA GASES A ALTA PRESION.
- NOM-S12-1970 RECIPIENTES PARA EXTINTORES A BASE DE BIOXIDO DE CARBONO.
- NOM-S13-1970 PROTECTORES FACIALES CON PANTALLA.
- NOM-S14-1971 APLICACION DE LOS COLORES DE SEGURIDAD.
- NOM-S15-1971 SIMBOLOS Y DIMENSIONES PARA SEÑALES DE SEGURIDAD.
- NOM-S18-1977 GUANTES DE HULE PARA USO ELECTRICO.
- NOM-S19-1986 CINTURONES DE SEGURIDAD.
- NOM-S28-1983 PRODUCTOS DE SEGURIDAD-EXTINTORES CONTRA INCENDIO A BASE DE AGUA CON PRESION CONTENIDA.
- NOM-S31-1986 PRODUCTOS DE SEGURIDAD- AGENTES EXTINGUIDORES-POLVO QUIMICO SECO TIPO ABC, A BASE DE FOSFATO MONO AMONICO.
- NOM-S32-1986 SEGURIDAD-EXTINGUIDORES PORTATILES-METODOS DE PRUEBA PARA DETERMINAR EL POTENCIAL MINIMO DE EXTINCCION.

- NOM-S34-1986 SEGURIDAD-CODIGO DE COLORES PARA LA IDENTIFICACION DE FLUIDOS CONDUCCIDOS POR TUBERIAS.
- NOM-S35-1986 SEGURIDAD-PROTECTORES AUDITIVOS.
- NOM-S36-1986 SEGURIDAD- EQUIPO DE PROTECCION RESPIRATORIA, CODIGO DE SEGURIDAD PARA LA IDENTIFICACION DEL BOTE Y CARTUCHOS PURIFICADORES DE AIRE.
- NOM-S37-1986 SEGURIDAD- EQUIPO DE PROTECCION RESPIRATORIA-DEFINICIONES Y CLASIFICACIONES.
- NOM-S38-1986 PRODUCTOS DE SEGURIDAD-AGENTES EXTINGUIDORES-POLVO SECO TIPO BC, BASE DE BICARBONATO DE SODIO.
- NOM-S40-1987 SEGURIDAD-GUANTES DE FLOR, DE CARNAZA Y COMBINADOS DE FLOR Y CARNAZA.
- NOM-S41-1987 CARETAS PARA SOLDAR.
- NOM-S42-1987 SEGURIDAD-ROPA CONTRA AGUA.
- NOM-S43-1987 ASPECTOS DE SEGURIDAD EN MAQUINAS Y EQUIPOS QUE OPERAN EN LUGAR FIJO-TERMINOLOGIA.
- NOM-S44-1987 SEGURIDAD TECNOLOGICA DEL FUEGO-TERMINOLOGIA.
- NOM-S45-1988 PREVENCION TECNICA DE ACCIDENTES EN MAQUINAS Y EQUIPOS. DISEÑO Y ADAPTACION DE LOS SISTEMAS Y DISPOSITIVOS DE PROTECCION. RIESGOS Y FUNCION DE LOS MOVIMIENTOS MECANICOS.
- NOM-S46-1988 MAQUINAS HERRAMIENTAS PARA TALADRADO, FRESADO Y MANDRILADO. REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD EN EL DISEÑO, FABRICACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO.
- NOM-S47-1988 SEGURIDAD-PECHERAS Y MANDILES DE FLOR O CARNAZA
- NOM-S48-1988 SEGURIDAD-MANGAS Y POLAINAS DE FLOR O CARNAZA.
- NOM-S49-1988 PREVENCION TECNICA DE ACCIDENTES EN MAQUINAS QUE OPERAN EN LUGAR FIJO. PROTECTORES Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD. TIPOS Y CARACTERISTICAS.
- NOM-S51-1988 ZAPATOS DE SEGURIDAD.

CAPITULO 2.

CAUSAS Y RIESGOS DE LOS ACCIDENTES.

CAUSAS DE LOS ACCIDENTES.

Para la mejor comprensión de este trabajo, se considera necesario definir los siguientes conceptos:

La Seguridad, es la condición de "seguro", es decir, carecer de peligro o que ofrece confianza, y ésto significa estar libre o exento de riesgos, de daños o de males.

El Riesgo, es la posibilidad o proximidad de un daño, o bien la posibilidad presente de la ocurrencia de un hecho infausto, y de consecuencias adversas.

Al hablar de Seguridad se utilizan como sinónimos de riesgo ocurrido, accidente, daño o mal.

Los Riesgos de Trabajo, desde el punto de vista jurídico, en el artículo 473 de la Ley Federal del Trabajo, se definen como los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo. Así mismo, el accidente de trabajo, en el artículo 474, se entiende como toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte, producida repentinamente en ejercicio o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se preste.

Entendiendo que un accidente es un acontecimiento inesperado que produce un daño.

En la propia Ley Federal del Trabajo, en su artículo 475 define a la Enfermedad profesional o de trabajo como todo estado patológico derivado de la acción continua de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo o en el medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios.

La Causa de un accidente es una "condición insegura", un "acto inseguro" o alguna avería que debe ser corregida para evitar su repetición.

El manejo de materiales es una importante fuente de accidentes, pero en cada caso son debidos a una condición riesgosa, a la actividad que una persona hace o deja de hacer o a la combinación de ambas.

Las caídas son accidentes que causan muchas heridas, en las que la seguridad busca encontrar qué condición, acto u omisión es la causa para eliminarla, no sólo limitarse a prevenir daños. Las quemaduras son un tipo de lesión, no una causa.

Las fuentes de riesgos de trabajo están formadas por los factores siguientes:

CAUSAS DE ACCIDENTES.

AMBIENTE. ELIMINACION. ACCION CORRECTIVA.

<u>AMBIENTE</u>	<u>ACCION CORRECTIVA</u>	<u>RESPONSABLE</u>
1. Resguardado Improp. (sin resguardo, res inapropiado, fuera de lugar.	<ul style="list-style-type: none"> a. Inspección. b. Revisión de plano orden y contrato por Seguridad. c. Incluir resguard. en los diseños originales. d. Proveer resguard. para riesgos ya existentes. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Director de seg. Supervisor y mantenimiento. b. Ingeniero en jefe y Compras. c. Ingeniero en jefe y Compras. d. Mantenimiento y supervisor

<u>AMBIENTE</u>	<u>ACCION CORRECTIVA</u>	<u>RESPONSABLE</u>
2. Sustancias, equipo defectuoso por el uso y abuso.	<ul style="list-style-type: none"> a. Inspección. b. Mantenimiento apropiado. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Director de seg. Supervisor y mantenimiento. b. Mantenimiento.
3. Procedimiento inseguro.	<ul style="list-style-type: none"> a. Analisis Trabajo. b. Procedimiento de seguridad. c. Entrenamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Ger. Producción. b. Ger. Producción y supervisor. c. Supervisor.

CAUSAS DE ACCIDENTES AMBIENTE, ELIMINACION, ACCION CORRECTIVA

<u>AMBIENTE</u>	<u>ACCION CORRECTIVA</u>	<u>RESPONSABLE.</u>
4. Sustancias, equipo defectuoso por el diseño o construc.	a. Suministro seg. b. Inspeción de materiales y planos c. Corrección de Defectos.	a. Depto de compras b. Ingeniero en Jefe. c. Ingeniero en Jefe.
6. Iluminación impropia.	a. Mejora de la iluminación.	a. Ingeniero en Jefe y Ger. de Producción.

<u>AMBIENTE</u>	<u>ACCION CORRECTIVA</u>	<u>RESPONSABLE.</u>
6. Ventilación impropia.	a. Mejora de la ventilación.	a. Ingeniero en Jefe y Ger. de Producción.
7. Ropa impropia.	a. Proveer ropa de seguridad, equipo de seg. personal. b. Aclarar el uso de cada equipo de protección para ciertos trabajos.	a. Ger. de planta b. Ger. de planta

FINAL

CAUSAS DE ACCIDENTES.

COMPORTAMIENTO. ELIMINACION. ACCION CORRECTIVA

<u>COMPORTAMIENTO</u>	<u>ACCION CORRECTIVA</u>	<u>RESPONSABLE.</u>
1. Actitud impropia.	a. Supervisión. b. Disciplina. c. Trabajo personal.	a. Supervisor. b. Supervisor y depto personal. c. Depto personal.
2. Falta de habilidad o conocimiento.	a. Análisis trabajo. b. Entrenamiento.	a. Ger. Producción y supervisor. b. Supervisor

<u>COMPORTAMIENTO</u>	<u>ACCION CORRECTIVA</u>	<u>RESPONSABLE.</u>
3. Defectos físicos o mentales.	a. Pre-empleo. Examen médico. b. Exámenes físicos periódicos. c. Empleo adecuado.	a. Doctor. b. Doctor. c. Doctor y depto personal.

El Agente. Objeto o sustancia directamente relacionado con el daño. Es la parte en particular del agente más asociada con la lesión.

La Condición Insegura. Situación que propicia la realización del riesgo. Son los agentes mal resguardados, defectuosos, instalaciones inseguras, condiciones indebidas. etc.

El Acto Inseguro. Acto u omisión en el trabajo, que causa o pueda causar accidentes, el cual viola el procedimiento de seguridad aceptado por las normas.

El Motivo Personal. Característica mental o física que permite la existencia del riesgo.

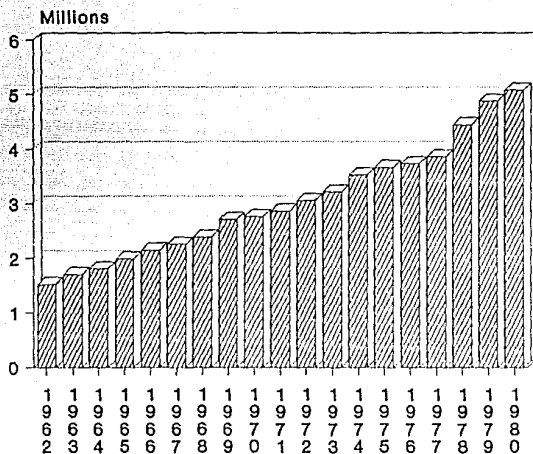
Dentro de las causas de los accidentes encontramos las debidas al ambiente de trabajo y las debidas al comportamiento.

Una de las funciones de la Seguridad Industrial es la prevención de riesgos, mediante la eliminación de los mismos.

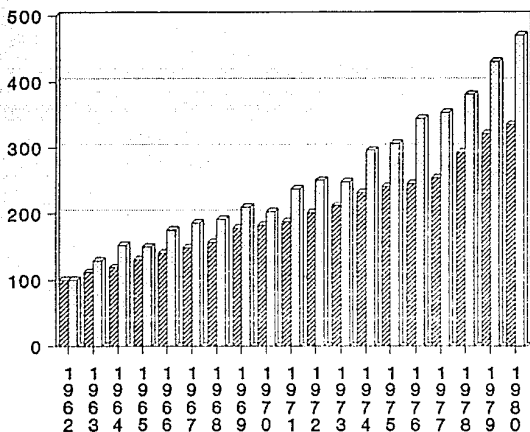
Los riesgos, pueden clasificarse de acuerdo con su naturaleza, destacando de entre los más comunes y de aplicación para este trabajo los siguientes:

- Riesgos Eléctricos.
- Riesgos de Incendio y Explosión.
- Riesgos Mecánicos.
- Riesgos Químicos.
- Riesgos por Material Biológico.
- Riesgos por manejo de Material.
- Riesgos por Ruido.
- Riesgos por Radiación y manejo de Fluidos en condiciones extremas.

RIESGOS DE TRABAJO REGISTRADOS EN MEXICO. (1962-1980)



RIESGOS DE TRABAJO REGISTRADOS EN MEXICO (1962-1980)



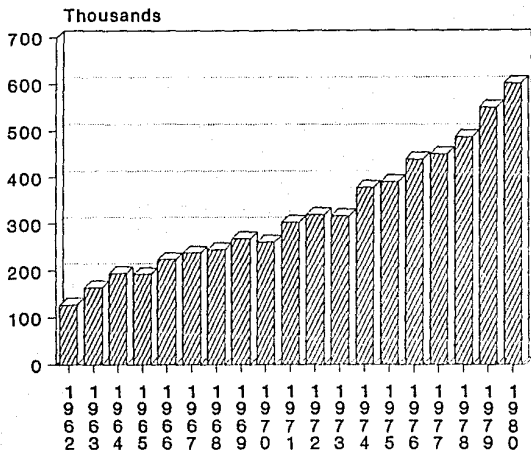
AÑO

TRAB. ASEG. REL.

 RIESGOS REG. REL.

INDEXADOS 1962 = 100 AMBOS

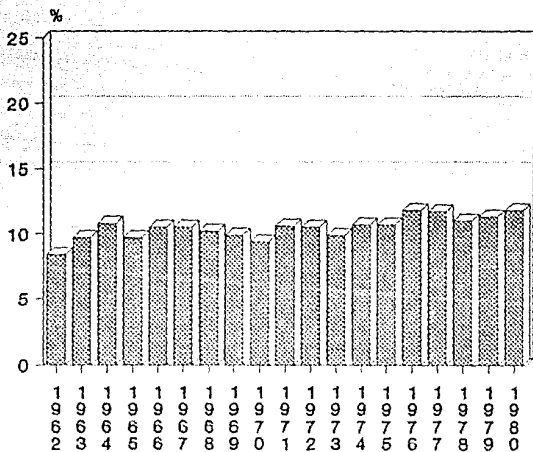
RIESGOS DE TRABAJO REGISTRADOS EN MEXICO. (1962-1980)



AÑO

RIESGOS REG. ABS

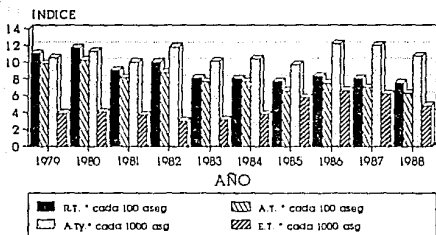
RIESGOS DE TRABAJO REGISTRADOS EN MEXICO. (1962-1980)



AÑO

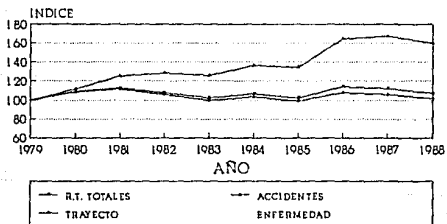
TASA DE INCIDENCIA

RIESGOS DE TRABAJO TASA DE INIDENCIA 1979-1988



R. riesgo T. trabajo
A. accidente Ty. trayecto.
E. enfermedad

CASOS DE RIESGO DE TRABAJO TIPO. 1979-1988 INDEXADO 1979 = 100



R.T. = 547949 A.Ty. = 53246
A.T. = 493476 E.T. = 1227
EN 1979.

RIESGOS ELECTRICOS.

Se destacan los siguientes conceptos de electricidad:

- Por electricidad se entiende al flujo de electrones a lo largo de un circuito cerrado.
 - Carga: es la cantidad de electricidad acumulada.
 - Intensidad de Corriente: es la carga circulante por unidad de tiempo. (Amperes)
 - Voltaje o Diferencia de Potencial: es la fuerza electromotriz. (Volts)
 - Resistencia: es lo que se opone al flujo electrico. (Ohms)
 - Corriente: es la electricidad transmitida por un voltaje.
- Ley de Ohm $I = V / R$

Los riesgos pueden separarse en riesgos a las personas, como son las descargas, quemaduras o lesiones secundarias; y en riesgos a las propiedades, tales como el fuego o la explosión.

El equipo y los aparatos eléctricos deben escogerse, ser instalados y tener mantenimiento de forma adecuada. Estos requisitos no sólo son importantes en relación con los riesgos eléctricos, sino también en referencia con otros riesgos que se encuentran en los laboratorios. Junto a las descargas y las fallas del equipo, existe la posibilidad de fuego y explosión, cuando intervienen líquidos inflamables, gases o polvos.

La electricidad es fuente convencional de energía en los laboratorios, se usa para iluminar, calentar, energizar herramientas, equipos y maquinas.

RIESGO ELECTRICO PARA LAS PERSONAS.

Una corriente de aproximadamente 100 mA durante 1-2 segundos puede resultar mortal.

Voltajes de 40 V resultan potencialmente peligrosos.

La resistencia de la piel varía notablemente de acuerdo a la humedad. La palma de la mano puede tener hasta 45,000 Ohm/cm y reducirse a 1,000 Ohm/cm si se encuentra húmeda, lo que indica el peligro de tocar interruptores o equipo con las manos húmedas o sudorosas. La piel brinda mayor protección para corriente directa que para alterna.

La corriente alterna produce tetania en músculos voluntarios si tiene una frecuencia de entre 15 y 150 Hz, la red de distribución es de 220 V y 50-60 Hz.

Los mecanismos de electrocución son el paro respiratorio, la fibrilación ventricular y la asfixia.

En el Paro Respiratorio, la parte del Cerebro que controla el diafragma, recibe una sacudida, la respiración se detiene y si el cerebro no se recobra en unos cuatro minutos, se produce la muerte.

La Fibrilación Ventricular es cuando el corazón no bombea la sangre. El corazón no funciona normalmente si no hay un tratamiento especial. Se llega a presentar con una corriente de 50 mA durante 3 segundos.

La Asfixia se presenta cuando los musculos del diafragma son contraídos permanentemente durante una tetania por una corriente persistente de unos 20 mA.

Las Quemaduras directas son debidas a voltajes altos que producen chispas o arcos con temperaturas de hasta 4,000 °C. Los arcos se forman entre partes metálicas.

Las lesiones indirectas son causadas por choques eléctricos no mortales, que pueden dar lugar a lesiones como cortaduras, caídas, etc.

RIESGOS ELECTRICO PARA LAS PROPIEDADES.

La energía requerida para iniciar un incendio o una explosión puede tener su origen en una falla eléctrica, la cual se presenta por:

- Un circuito sobrecargado.
- Una chispa o arco.

La electricidad estática puede ser la fuente de la chispa. La generación de Electricidad Estática es un fenómeno de superficie asociado con el contacto y separación de superficies disímiles, lo que causa una perturbación en la capa eléctrica de la superficie de contacto. En un cuerpo se deposita carga negativa y en el otro positiva. El movimiento puede incrementar la diferencia de potencial en más de 1,000 veces.

Algunas de las operaciones en las que se presenta el fenómeno son:

- Flujo de fluidos.
- Filtración.
- Transporte de polvos.
- Operaciones de Esmerilado.
- Mezclado.
- Tamizado.

La electricidad estática es por lo general un fenómeno de baja corriente y alto voltaje. El riesgo de fuego se presenta cuando la carga generada se acumula sobre un objeto y aumenta su potencial a un valor mayor que el potencial de ruptura de la atmósfera circundante, causando una chispa. Esta chispa puede tener energía suficiente para encender diferentes tipos de materiales inflamables.

Para que exista el fuego o explosión es necesario:

- Debe haber una atmósfera inflamable o explosiva.
- Se debe acumular carga y producirse un campo eléctrico mayor que la fuerza de ruptura del campo atmosférico circundante.
- La chispa debe tener mayor energía que la energía de ignición mínima de la atmósfera circundante.

Las precauciones contra riesgo electrostático son:

- Control de generación de cargas mediante diseño apropiado y procedimientos de operación.
- Eliminación de atmósferas inflamables.
- Diseño de procesos para reducir al mínimo la posibilidad de chispa.

Las precauciones genrales son:

- Conexión a tierra, la resistencia debe ser menor a 10 Ohms, y mantenimiento periódico.
- Prevención de acumulación de carga en personal, mediante calzado y pisos antiestáticos o conductores, estos últimos se usan donde se manejan explosivos.
- Ionización de la atmósfera para la descarga.
- Humidificación, se reduce la posibilidad al mínimo si se tiene una humedad relativa de 60-70%.

EQUIPOS ELECTRICOS.

Los aparatos eléctricos usan un voltaje de alimentación de 110-220 volts, siendo esta tensión la involucrada en los accidentes con equipos eléctricos.

Cualquier equipo, deberá estar apagado y desconectado de la red cuando no esté en operación. Antes de ser inspeccionado, durante el mantenimiento o su traslado. Cuando el mantenimiento se efectúe, no podrá existir la posibilidad de que se aplique energía mientras el personal de mantenimiento trabaja en el equipo. Para lo cual puede ser necesario quitar los fusibles, además de desconectar el interruptor. Se deberá colocar un aviso junto al aparato y el interruptor explicando la situación.

Los capacitores pueden dar una gran descarga aún si están desconectados, por lo que la terminal del conductor se pondrá en corto circuito antes de realizar el servicio al equipo. Todo capacitor no en uso o desconectado debe mantenerse cortocircuitado y etiquetado.

Las medidas de protección contra posibles fallas eléctricas son:

- a) Uso de un conductor a tierra, para facilitar una vía de baja resistencia a tierra.
- b) Uso de una fuente de poder de bajo voltaje para reducir el voltaje del potencial de sacudida (110 V).
- c) Fabricación con aislamiento doble, ésto en el caso de que una falla eléctrica se desarrolle en la herramienta o en el devanado, y para evitar el regreso de la carga a tierra por conducto del operador.
- d) Revisar rutinariamente la herramienta eléctrica es practicar la seguridad.

RIESGOS DE INCENDIO Y EXPLOSION.

El fuego, es una transformación química en la cual se presenta una oxidación de un material combustible, lo que produce luz y calor.

En la mayoría de los fuegos, la reacción de combustión se basa en el oxígeno del aire que reacciona con un material inflamable.

Cuando un fuego se encuentra sin control, se tiene un incendio. Este control se dice llevar a cabo sobre la intensidad, alcance, aplicación, etc.

Los productos químicos se clasifican en:

Clase A, LIQUIDOS INFLAMABLES, son líquidos ligeros, con punto de ignición inferior a los 37.8°C y presión de vapor mayor a 40 Psia a 100 F, lo cual indica que emiten vapores a temperatura ambiente. Se subdividen en:

IA	T. I. < 22.8°C T. Eb. < 37.8°C
IB	T. I. < 22.8°C T. Eb. ≥ 37.8°C
IC	T. I. ≥ 22.8°C T. Eb. ≥ 37.8°C

Clase B, LIQUIDOS COMBUSTIBLES, son pesados, a temperatura ambiente no vaporizan. El punto de ignición es superior a los 37.8°C. Se subdividen en:

II	$37.8 \leq T.I. < 60^{\circ}\text{C}$
IIIA	$60 \leq T.I. < 93.4^{\circ}\text{C}$
IIIB	$93.4 \leq T.I.$

Clase C, LIQUIDOS INESTABLES O REACTIVOS, son los que en estado puro o en condiciones de producción o transporte, pueden sufrir una súbita polimerización, descomposición, condensación y activarse en algunas condiciones de golpes, presión o temperatura.

Dentro de los conceptos básicos del fuego se destacan:

TRANSMISION DEL CALOR POR CONTACTO. Se debe evitar que el material entre en contacto directo con la llama, ya que ésto elevará su temperatura, después de un determinado tiempo, hasta alcanzar su punto de ignición, produciéndose así la combustión continua del mismo.

TRANSMISION DEL CALOR POR CONVECCION. El calor es transportado por el aire en la misma forma que lo hace una corriente de agua. Estas corrientes de convección producidas por el calentamiento del aire o gases, son de gran importancia en los incendios ya que su elevada temperatura "prepara" sucesivamente los lugares superiores para producir una nueva combustión de materiales.

TRANSMISION DEL CALOR POR CONDUCCION. El calor se propaga en forma lenta o rápida, de acuerdo a las propiedades del material que sirve como conductor. Los metales en general son buenos conductores, mientras el ladrillo, la madera, el vidrio, etc., son malos conductores por lo que se pueden utilizar como aisladores dentro de determinadas circunstancias.

TRANSMISION DEL CALOR POR RADIACION. El calor también es conducido por medio de rayos caloríficos expedidos por la llama. Estos se mueven en línea recta y son absorbidos por el aire en poca cantidad, por lo cual es necesario tomar medidas adecuadas de aislamiento, enfiamiento o reflexión, para evitar la elevación de temperatura y subsecuente ignición de objetos cercanos.

PUNTO DE INFLAMACION O IGNICION, temperatura a la cual los materiales desprenden suficientes vapores para mantener la combustión.

TEMPERATURA DE AUTOIGNICION, temperatura a la cual la mezcla de vapores combustibles y aire se inflama sin necesidad de una fuente de ignición.

VELOCIDAD DE COMBUSTION, la cual depende de la entrada de oxígeno, así como del tiempo invertido para efectuar el intercambio de calor con el entorno. En la corrosión y en la putrefacción la entrada de oxígeno y el intercambio térmico se produce con lentitud, en la ignición y el fuego vivo, se verifica con mayor celeridad, mientras en la deflagración y la detonación la velocidad llega al máximo.

EXPLOSION, liberación súbita de presión por expansión de los gases producidos por una reacción química muy rápida, que es acompañada de fenómenos acústicos, térmicos y mecánicos, no es necesaria la presencia de fuego.

DEFLAGRACION, es un fuego con frente de flama, entre 100 y 1000 ft/seg.

DETONACION, es un fuego con frente de flama de 1000 a 5000 ft/seg, que además de luz y calor, genera una sobrepresión.

LIMITE DE EXPLOSION. Es el límite de concentración o porcentaje volumétrico de los vapores de un líquido o gas combustible con el aire, que producirá una combustión violenta al suministrársele una fuente de ignición. El límite explosivo para la gasolina motor, está entre el 1.4% y el 7.6%, lo cual significa que si dentro de un recipiente existe una mezcla de vapores de gasolina dentro de estos porcentajes y aire entre el 92.4% y el 98.6%, al suministrársele una fuente de ignición se producirá una combustión violenta o explosión.

Se establecen tres niveles de riesgo de incendio en las zonas a proteger, esta clasificación proporciona una forma para determinar la magnitud probable de un incendio, en estado incipiente con relación a su gravedad potencial.

RIESGO LIGERO O BAJO. En este nivel se incluyen las áreas con líquidos o materiales inflamables presentes en pequeñas cantidades, por lo que puede considerarse a los posibles incendios como de pequeña magnitud al iniciarse. En este nivel se agurpan a las oficinas, salones y otros lugares semejantes.

RIESGO ORDINARIO O MEDIO. Cuando las cantidades de materiales combustibles y líquidos inflamables presentes en el área por proteger, son tales que puede preverse como un posible incendio en su inicio será de magnitud moderada. A este nivel pertenecen los almacenes y talleres.

RIESGO ALTO. Si por la cantidad de materiales presentes en el área de trabajo, se involucra la posibilidad de incendios de gran magnitud durante su inicio, el riesgo se clasifica como alto. Aquí se encuentran las zonas de manejo o almacenamiento de líquidos inflamables.

PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS.

Para la prevención de incendios, existen una serie de actividades que pueden ser agrupadas de la siguiente forma:

- Evitar que se inicie un incendio. Se buscan las medidas para reducir las posibilidades de incendio. Contempla las etapas de diseño, construcción, control de operación y mantenimiento, así como la eliminación sistemática de las prácticas riesgosas. Desarrollando un máximo de seguridad y comportamiento adecuados.

El fuego, producto de la rápida reacción de oxidación de un compuesto desprende luz y calor.

La National Fire Protection Association, NFPA, ha tratado en los últimos años de llamar la atención popular hacia el hecho de que si se tiene combustible, oxígeno y calor juntos, se obtiene fuego. Esta relación se denomina Triángulo del fuego. Al decir calor, en realidad se refieren a una fuente de energía que resulta la causa del fuego. Las causas más comunes que pueden originar un fuego pueden ser del tipo químico, eléctrico o mecánico.

Dentro de las fuentes de ignición de tipo químico se tienen:

CALENTAMIENTO ESPONTÁNEO. El proceso de aumento de temperatura de un material dado sin extraer calor de su alrededor, se llama calentamiento espontáneo. Este tiene como resultado una combustión espontánea. Hay tres circunstancias que tienen gran relación con la peligrosidad del calentamiento originado por la reacción de oxidación, que son la cantidad de aire disponible, la cantidad de calor generado y las propiedades aislantes del entorno inmediato. Prácticamente todas las sustancias orgánicas expuestas a la atmósfera que sean capaces de combinarse con oxígeno, se oxidan a cierta temperatura crítica con desprendimiento de calor. El efecto de oxidación a temperaturas normales es generalmente tan bajo que el calor que se desprende se transfiere al entorno inmediato a la misma velocidad con que se forma, sin el consiguiente aumento en la temperatura del material. Sin embargo, no siempre sucede así, puesto que ciertas reacciones a temperaturas normales generan calor con mayor rapidez que la velocidad de disipación del mismo, con el resultado del aumento de

temperatura hasta la ignición espontánea, como lo es la oxidación del polvo de circonio.

CALOR DE DESCOMPOSICION. Es el desprendido por la descomposición de compuestos que requieren la presencia de calor durante su formación. Cuando comienza la descomposición por calentamiento, los productos generalmente se encuentran por encima de la temperatura crítica, dicha descomposición continúa por sí sola con liberación de calor.

Dentro de las FUENTES DE INGNICION DE TIPO ELECTRICO destacan:

CALENTAMIENTO POR RESISTENCIA. Cuando la cantidad de calor generado es proporcional a la resistencia y al cuadrado de la corriente, se llama calentamiento por resistencia. Ya que la temperatura del conductor resultante del calentamiento por resistencia depende de la disipación del calor en su entorno, los cable desnudos pueden portar mayor corriente que los provistos de aislamiento sin calentarse de forma peligrosa, y los alambres individuales pueden portar más corriente que los múltiples o los que están fuertemente agrupados. Todos los dispositivos que dispongan de alguna resistencia para su funcionamiento como focos, planchas y otros, presentan riesgo de fuego en una operación inadecuada.

CALOR POR ARCO ELECTRICO. El arco eléctrico se produce cuando un circuito eléctrico que porta corriente se interrumpe, tanto si esta interrupción es intencional, como en un interruptor de cuchillas, o si es accidental, como cuando se suelta un contacto o terminal. La formación del arco eléctrico es muy peligrosa cuando se produce en motores u otros circuitos inducidos. La temperatura de los arcos es muy alta y el calor emitido puede ser suficiente para producir la ignición del material combustible o inflamable que pueda haber en sus cercanías.

CALENTAMIENTO POR ELECTRICIDAD ESTATICA. La electricidad estática, algunas veces llamada electricidad por ficción, se debe a una acumulación de carga eléctrica en la superficie de dos materiales que se han unido y separado después. Las superficies se cargan entonces positiva y negativamente. Si estos materiales no estuvieran conectados o puestos a tierra podrían generar suficiente carga para producir una chispa. Los arcos estáticos tienen generalmente muy corta duración y no producen suficiente calor para causar la ignición de materiales combustibles ordinarios, tales como el papel, sin embargo, son capaces de causar la ignición de gases o vapores inflamables o nubes de polvo combustibles. Un combustible que fluya por el interior de una tubería puede generar suficiente electricidad estática, cuya energía puede causar la ignición de un vapor inflamable.

De las FUENTES DE IGNICION DEL TIPO MECANICO se tienen:

CALOR POR FRICCIÓN. La energía mecánica empleada para vencer la inercia de sólidos en contacto entre sí, se llama calor de fricción. Cualquier fricción genera calor. El peligro depende de la cantidad de energía transformada en calor y del incremento de generación calorífica. De esta manera se tiene el calor causado por la fricción de una banda de transmisión que se desliza sobre la polea.

CHISPAS POR IMPACTO. Cuando dos superficies duras, una de las cuales al menos es metálica, chocan entre sí, producen una chispa, la cual puede producir incendios. Ejemplos de chispas de fricción pueden ser, el golpear una herramienta en alguna pieza de maquinaria o de tubería, o por la fricción de virutas o polvo metálico en los talleres de afilar.

Otras fuentes de ignición comunes son:

FLAMA ABIERTA. La flama abierta la podemos encontrar en los hogares de los calentadores, calderas, en equipos de soldadura y corte con soplete. También dentro de esta clasificación se tienen los cigarros y los cerillos.

NATURALES. Dentro de las naturales podemos citar al rayo y al sol, aunque no siempre se pueden evitar hay que tenerlos presentes.

Todo material combustible entra en ignición y arde cuando se eleva a una determinada temperatura en presencia de Oxígeno y se tiene una relación de vapores y aire adecuada. Las temperaturas de ignición varían mucho, dependiendo de cada sustancia. Algunos materiales pueden arder al contacto con superficies o al combinarse con aire. Otros, sufren un cambio químico que disminuye su temperatura de ignición. La madera es un ejemplo; un contacto prolongado con tuberías de calefacción o vapor a temperaturas menores que la temperatura de ignición de la madera, puede hacer que este material cambie su forma a carbón, cuya temperatura de ignición es menor y lo suficientemente baja para arder por causa de la tubería.

TRIANGULO DEL FUEGO.

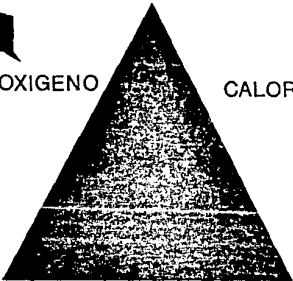
Para entender el proceso de la combustión, es necesario conocer la definición más elemental del fuego. El fuego es un proceso de combustión suficientemente intenso como para emitir calor y luz. A pesar de que el oxígeno juega un papel muy importante en la mayoría de los procesos de combustión, debe mencionarse que ciertos metales, tales como el calcio y el aluminio, se pueden quemar en nitrógeno; que el óxido nítrico alimenta la combustión del fósforo, del carbón y de muchos otros



TRIANGULO DEL FUEGO

OXIGENO

CALOR



COMBUSTIBLE

elementos, del mismo modo que lo hace el oxígeno; y que los vapores del ácido nítrico hacen que un ovillo de lana se envuelva en llamas.

También un número de sustancias que se descomponen directamente al ser expuestas a temperaturas suficientemente elevadas en la ausencia de cualquier otro material. Ejemplos de estos materiales son la hidrazina, el nitrometano, el peróxido de hidrógeno y el ozono. Estos elementos incluyen algunos de los combustibles más conocidas para cohetes. Aunque existen muchos ejemplos de reacciones exotérmicas en las que el oxígeno no se encuentra presente, se tratará directamente con la forma más usual de fuego, es decir, aquel que involucra aire con varios combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.

La oxidación es un fenómeno muy común. A temperaturas ordinarias se puede observar fácilmente, por ejemplo, la oxidación de los metales, el secado de la pintura, la descomposición de sustancias vegetales, el deterioro de los alimentos, la fermentación del vino, y muchos otros. La oxidación juega un papel importante en el proceso metabólico del ser humano.

A temperaturas elevadas aumenta rápidamente la velocidad de oxidación, produciendo cantidades cada vez mayores de calor por unidad de tiempo, hasta alcanzar el nivel en que se sostiene a sí misma en el medio de reacción por el calor que produce. El nivel máximo se alcanza cuando la tasa de calor desarrollado es equilibrada por la tasa a la cual el calor es absorbido por el medio circundante. Los niveles hasta los que se elevan las temperaturas de combustión dependen en gran parte de la naturaleza de los combustibles utilizados, los que pueden variar desde 100 °C para algunos alcoholes hasta más de 1700 °C para algunos metales que entran en combustión como magnesio, aluminio, etc.

Hay tres factores esenciales para alimentar y conservar el fuego: un combustible, aire (u oxígeno) y temperatura a un nivel suficientemente alto. Durante varios años estos tres elementos fueron combinados para formar una trilogía y fueron representados como un triángulo equilátero simple, cuyo cierre constituía las condiciones favorables para que existiera fuego.

Había muchos fenómenos anómalos que no podían ser explicados completamente, como las observaciones de que, de los halógenos, el yodo es un agente extintor más eficaz que el bromo, que a su vez es más efectivo que el cloro. También se observó definitivamente que entre las sales metálicas, las de potasio son más efectivas que las de sodio. Otras observaciones revelaron que ciertos combustibles quemaban a una velocidad mucho mayor cuando están sometidos a emanaciones radioactivas.

La amplia gama de velocidades de llama entre los diferentes combustibles, que van desde los alquitranes que queman a una velocidad baja hasta la extraordinaria naturaleza explosiva de las reacciones de hidrógeno y oxígeno, presentan problemas adicionales. La variación de las energías mínimas de ignición, la existencia de llamas "frías", la sensibilidad de las llamas a ciertas vibraciones sónicas y supersónicas, la acción extintora de las ondas de detonación y la inhibición de las reacciones explosivas por la presencia de algunos polvos inorgánicos en un estado suficientemente denso de suspensión en el aire, son aspectos de mayor importancia que se explican por medio de un "cuarto factor".

Durante los últimos 40 años muchos investigadores han llegado a muchas conclusiones, algunas de común acuerdo, otras contradictorias. En general, se ha descubierto la existencia de una reacción en cadena, tanto ramificada como sin ramificar, que a veces se denomina "sangre de la vida del fuego". Lo mismo que el cuerpo humano necesita aire, alimento, temperatura normal del cuerpo y un sistema circulatorio, así el fuego necesita aire, combustible, temperatura de llama adecuada y un sistema de reacciones en cadena sin impedimentos. Para representar estas reacciones se propone una presentación que comprenda las condiciones necesarias para tener fuego, en la forma de un tetraedro. La razón para emplear un tetraedro y no un cuadrado es que cada uno de los cuatro elementos están directamente adyacente y en conexión con cada uno de los otros tres elementos. El retirar uno o más de los cuatro elementos del tetraedro hará que esté incompleto y, por consiguiente, el resultado será la extinción.

A continuación se presenta un breve estudio de cada uno de los cuatro elementos mencionados.

Un COMBUSTIBLE es en sí un material que puede ser oxidado. Por consiguiente, en la terminología química es un agente reductor, puesto que reduce a un agente oxidante traspasándole electrones a este último.

Como ejemplos tenemos al carbón, monóxido de carbono, muchos compuestos ricos en carbón e hidrógeno, elementos no metálicos fácilmente oxidables como el azufre y el fósforo, sustancias que contienen celulosa, metales como aluminio, magnesio, titanio, circonio, y los metales alcalinos como el sodio, potasio, etc.

Los términos "agente oxidante" y "agente reductor" son puramente relativos. En presencia de agentes oxidantes suficientemente poderosos, la mayoría de las sustancias pueden ser oxidadas y servir de esta manera como agentes reductores suficientemente activos. Ordinariamente, una sustancia no es clasificada como agente oxidante o agente reductor si manifiesta sus propiedades oxidantes o reductoras únicamente en presencia de sustancias extremadamente activas de la clase opuesta.

La iniciación de una "combustión espontánea" tiene su origen en una coexistencia simultánea de agentes oxidantes y reductores en un medio térmicamente aislado. Este sirve para retardar la pérdida del calor de la reacción y favorece la elevación de temperatura, la que por medio de los bien conocidos axiomas químicos de que, como las reacciones son dobladas en velocidad por la elevación de cada 5.6 °C, aumenta el calor y la temperatura continuamente hasta alcanzar suficiente intensidad para inflamar mayores cantidades de combustibles adyacentes. De esta manera aumentan los factores hasta llegar a las condiciones extremas de la llama. Lo importante acerca de las reacciones en cadena es que la reacción no se inicia hasta que se haya colocado en el sistema alguna energía activadora para empezarla, después de lo cual la reacción continúa espontáneamente.

Un AGENTE OXIDANTE es un material que puede oxidar a un combustible y al hacer esto se reduce a sí mismo. El proceso es aquel en que el agente oxidante obtiene electrones tomándolos del combustible o agente reductor. Algunos ejemplos son: oxígeno y ozono (aire), peróxido de hidrógeno, los halógenos tales como el flúor, cloro, yodo y bromo; ácidos nítrico y sulfúrico concentrados, óxidos de metales pesados, particularmente de aquellos que tienen valencia alta, tales como el dióxido de manganeso, dióxido de plomo, etc; nitratos, cloratos, percloratos, peróxidos, cromatos, dicromatos, permanganatos, hipocloritos e hipobromitos.

Las REACCIONES EN CADENA. Todas las reacciones químicas pueden ser descritas como una ecuación general, pero debe entenderse que esta descripción no indica el mecanismo real de la reacción. Las investigaciones realizadas durante años han demostrado que esto es cierto. Como resultado, sólo las reacciones más simples han sido completamente entendidas debido a la gran cantidad de complicaciones presentes.

Cuando se investigan reacciones de mezclas gaseosas se encuentra que es posible, en una gran cantidad de casos, preparar mezclas de agentes oxidantes y reductores que parezcan estables indefinidamente, a menos que se coloque en el sistema alguna clase de energía activadora.

Como ejemplos de reacciones en cadena se tienen: Explosiones atómicas, oxidaciones de hidrocarburos, etc.

En una escala masiva, una explosión atómica sin control ocurre de la misma manera, pero a niveles de energía extremadamente altos. La función de un reactor atómico es hacer la reacción suficientemente difusa como para disminuir la posibilidad de que ocurra una reacción atómico-molecular.

Se tiene evidencia de que el mecanismo de la reacción en cadena para la oxidación del monóxido de carbono y el metano

sucede bajo líneas similares. La complejidad de todo el problema, sin embargo, es aún materia de estudio.

El cuarto y último parámetro limitador de la existencia del fuego es la TEMPERATURA.

El calor puede ser simplemente definido como energía en un estado de desorden. La energía puede existir sin el desorden, por ejemplo, en el caso del proyectil de un fusil en su trayectoria, un átomo de Uranio 235 o un automóvil en movimiento en una autopista. Cuando esta energía cinética es detenida, o sea, si el proyectil se estrella contra una pared; si los neutrones emitidos del núcleo del átomo de Uranio 235 golpean contra alguna materia, si se aplican los frenos al automóvil repentinamente, la energía se convierte en calor y causa movimientos fortuitos a los electrones, átomos, moléculas o lo que se encuentre en ese medio.

La energía se convierte en energía térmica siempre que se le desordene. Para referirse a esta energía térmica de una manera cuantitativa, se preparó un lenguaje especial para formular ciertas leyes físicas.

La derivación de estas leyes yace muy profundo dentro de los conceptos físicos de la materia que fueron reconocidos durante los pasados 170 años, cuando hizo su aparición la termodinámica. Muchos investigadores brillantes, tales como Rumford, Joule, Maxwell, Clausius, Kelvin, Gibbs, Boltzman y Planck, establecieron la termodinámica como un acto de la ciencia.

Se hace evidente que para especificar "calor" se necesitan por lo menos dos cifras, una para medir la cantidad de energía y otra para medir el grado de desorden. El primer factor es medido en las unidades comunes, calorías o BTU, o sus valores mecánicos o eléctricos. La cantidad de desorden se mide, como un segundo factor, en términos de un concepto estrictamente teórico llamado entropía.

La temperatura puede ser definida como la relación de un cuerpo al calor que posee, según lo indique la mayor o menor tendencia a deshacerse de tal calor. A medida que se reduce la temperatura de un material, la cantidad de energía y la entropía, disminuyen. Pero la energía siempre disminuye más rápido que la entropía; así que la entropía por unidad de energía se hace cada vez mayor.

En consecuencia, un aumento o disminución dado de energía está asociado con mayor desorden a menores temperaturas que cuando esta misma cantidad de energía existe a mayores temperaturas. La segunda ley de la termodinámica es una expresión de la conservación del desorden, en que la entropía total de un sistema cerrado debe permanecer constante o aumentar a medida que

transcurre el tiempo, nunca puede disminuir. Es evidente que el desorden no puede en verdad permanecer constante en ningún medio práctico.

El calor siempre tiende a variar de una temperatura superior a una inferior. En otras palabras, un cuerpo que gana calor siempre gana más entropía que la que pueda ser perdida por ese cuerpo al perder ese calor. Desde luego, la entropía ha aumentado en el proceso. Sólo por efecto externo en este proceso (no en un sistema cerrado) puede el proceso ser cambiado.

En el caso del fuego, se precisa el modo primario de transferencia de calor al medio circundante, incluyendo el fuego mismo. Las ecuaciones de estado del espacio vacío son leyes fundamentales de la naturaleza que establecen una relación entre las cantidades de energía y entropía para una radiación desordenada:

$$\text{entropía} = f(\text{energía})^{(3/4)} \quad (12)$$

una relación implícita entre la temperatura y la cantidad de energía

$$\text{temperatura} = f(\text{energía})^{(1/4)} \quad (12)$$

Esta fórmula tiene gran significado en la elevación práctica de la intensidad de radiación. Al considerarse un objeto tal como un pedazo de material a una temperatura de 538 °C que supuestamente pudiera irradiar la mitad de su energía en dos segundos. Luego este mismo pedazo de material a 1206 °C tendrá una energía de:

$$2349 / 783 = 3 \text{ veces mayor}$$

pero lo irradiará a una velocidad de:

$$(2349)^4 / 783 = 81 \text{ veces más rápido}$$

de manera que la emisión de la mitad de la energía ocurrirá en:

$$2 * 3 / 81 = 0.074 \text{ segundos}$$

De las ecuaciones anteriores se puede deducir fácilmente que la entropía por unidad de energía a 1206 °C sería 2/3 de la existente a 538 °C, lo que significa que el desorden por unidad energética estará a un nivel inferior, estando más ordenado y más disponible para hacer trabajo o daño según sea el caso.

Así se llega al concepto práctico de la temperatura, que según se mencionó es uno de los cuatro factores necesarios para completar el tetraedro del fuego.

Wilhelm Wien, ganador del Premio Nobel de Física en 1911, descubrió la ley que lleva su nombre (ley de Wien del desplazamiento) que estipula para "cuerpos negros":

$$\lambda T = \text{constante}$$

donde: λ = longitud de onda de la intensidad máxima de radiación (en micrones).

T = Temperatura absoluta °K

C = 2940.

Puesto que las llamas pueden ser consideradas como cuerpos negros que irradian energía a cierto nivel de temperatura, el campo de longitudes de onda radiadas es aplicable. Hay una longitud de onda característica para cada temperatura donde la intensidad de radiación alcanza el máximo, pero este valor disminuye a medida que la temperatura es elevada.

La amplitud de longitudes de onda es mayor (un grado de desorden más alto o mayor entropía por unidad de energía) a temperaturas más bajas y cuando las temperaturas son aumentadas, los picos aumentan y la amplitud de las longitudes de onda disminuye.

Por la aplicación de la Ley de Energía Cuántica de Planck y del número de Avogadro, las longitudes de onda pueden ser convertidas en energía. Por ejemplo, para las llamas calientes de más de 1398 °C se generan cantidades de energía de 100,000 cal-molec-gr mientras que para las llamas frías de unos 1206 °C se logran cantidades de 60,000 cal-molec-gr.

El significado de estos valores no puede ser puesto más en relieve. Es ahí donde yace el espíritu del fuego y es esto mismo lo que han hecho tan tediosas las investigaciones. Se ha acumulado una gran cantidad de información espectroscópica y, a pesar de que aún existen contradicciones aparentes entre los expertos, no cabe duda de que son los procesos químicos los que mantienen un fuego en acción debido a este medio de radiación. El fuego ciertamente vive de su propio calor, generando radiaciones actínicas que continúan el proceso de combustión.

Las radiaciones ultravioletas de las llamas han sido observadas muchas veces y, desde luego, han suministrado los medios para que los inventores diseñen detectores ultravioletas de llamas. Las llamas más frías, desde luego, no producen prácticamente radiaciones ultravioletas.

En los fuegos comunes de líquidos inflamables con presencia de hidrocarburos, se descomponen en compuestos más simples, como hidrógeno, radicales libres y carbón libre como

etapa preliminar antes de tener lugar la verdadera combustión. Cuanto más caliente es el fuego, más completa es la disociación que se presenta, cuanto más baja sea la temperatura más incompleta es la disociación.

Estos son en términos generales los cuatro factores que al estar reunidos forman el tetraedro del fuego.

(11)

ALARMAS CONTRA INCENDIO.

Un paso muy importante para combatir los incendios es hacer sonar la alarma tan pronto como se detecte el fuego. El personal debe conocer dónde están instaladas las alarmas y cómo hacerlas funcionar.

Entre las alarmas existentes se tienen:

- La vigilancia y alarma.
- La alarma automática que funciona cuando el fuego surge en las cercanías de los medidores. Existen dos tipos principales:

Los de Temperatura fija, diseñados para funcionar cuando la temperatura en su cercanía llegue a un nivel predeterminado, ejemplo 135, 150, 200 °F.

Los de Proporción de aumento diseñados para funcionar cuando la temperatura de su área de alcance aumente a una proporción bastante rápida para indicar la presencia de fuego.

Los detectores de humo son otra de las opciones con que se cuenta.

Las alarmas pueden conectarse a sistemas fijos de extinción.

El empleo de un equipo para combatir el fuego es el siguiente paso en el control del fuego en sus primeras fases. Para que el equipo con que se cuenta sea el apropiado, es necesario una comprensión de las clases de incendio que se pueden presentar en cada zona.



Producido por sólidos combustibles.
Como madera, papel, textiles, maleza.



Producido por derivados del petróleo, por lo que se requiere un efecto de cobertura que excluya el Oxígeno para extinguirlo.
Como gasolina, alcohol, pinturas, aceite, grasas, etc.

C

Producido por equipo electrico vivo, por lo que se requiere un extintor no conductor.

D

Producido por fundentes o metales alcalinos.
Como el aluminio pulverizado, magnesio, titanio, sodio, circonio, potasio, cinc y litio.

Todas las medidas de prevención, control o combate de incendios, consisten básicamente en evitar la formación o la destrucción del triángulo del fuego, pueden describirse los siguientes puntos:

a) Eliminación del calor por medio de ENFRIAMIENTO. Este es el procedimiento más común, para su uso, es necesaria una sustancia con suficiente poder de absorción calorífica y que por lo tanto, baje la temperatura de los materiales incendiados, hasta alcanzar un punto más bajo que su punto de ignición. Al lograrse ésto, el fuego se apagará por falta de calor para mantener la vaporización. El agua es el elemento más usado con este propósito.

b) Eliminación del oxígeno por medio de la SOFOCACION. Para esto, hay que usar un material que excluya el oxígeno del aire. Se logra usando algún material resistente a la combustión como la arena o algún gas inerte que no permita el contacto del aire con el material, como el bióxido de Carbono. Dentro de estos se tienen también las espumas, que son una estructura de burbujas producida aereando una solución acuosa de un líquido espumante apropiado y accionando las burbujas para producir una estructura estable. Los líquidos de espuma apropiados para usarse con líquidos espumantes que no se mezclan con el agua, de temperatura de ignición menor a los 100 °C pueden ser de tres tipos:

Proteína. Se basan en la solución hidrolizada de proteína sobrante con adición de estabilizadores, agentes bactericidas y anticongelantes. Se deriva de la pezuña y del cuerno, de la carne, de la sangre, escamas de pescado, frijol de soya, etc.

Fluoroproteína. De igual manera que la proteína, con la adición de un agente fluorinado que actúa en la superficie, para dar estabilidad y mejorar las propiedades de flujo.

Fluoroquímicos o sintéticos. Solución de agentes que actúan en la superficie fluorinada, y que tiene la capacidad de formar una película sobre la superficie del combustible, cuando se aplica suavemente, debido a su baja tensión superficial. Deriva del alcohol laurilo, por lo general amonio laurilo éter sulfonato, con

estabilizadores adicionales. Se usa por lo general para producir espumas de expansión media y alta.

c) Eliminación del material combustible. Debido a la dificultad de este método, no es muy recomendable, ya que hay que remover el material incendiado y el que está por incendiarse, cuando se trata de materiales sólidos, pero en los líquidos y gases, se puede controlar por medio de alguna válvula de cierre, si se encuentran confinados en sus recipientes.

d) Inhibición química de la flama. No se conoce la manera exacta de la acción de las especies activas actúan en el proceso de extinción. Sin embargo, se sabe con seguridad que las sustancias que tienen estas propiedades se encuentran de las siguientes categorías:

Hidrocarburos Halogenados líquidos y gaseosos, cuya eficiencia aumenta con el empleo de halógenos del orden más alto. Los más comunes son:

Bromotrifluorometano	CBrF ₃	Halon 1301
Bromoclorodifluorometano	CBrClF ₂	Halon 1211
Dibromotetrafluoroetano	CBrF ₂ CBrF ₂	Halon 2402

Sales metálicas alcalinas cuya parte catiónica es sodio o potasio y la parte aniónica es bicarbonato, carbonato o un haluro. Algunas de las que se emplean son:

Bicarbonato de sodio. Llamado polvo químico seco normal.
Bicarbonato de potasio. Su nombre comercial es Purple K.
Carbonato de potasio. Su nombre comercial es Monnex.
Cloruro de potasio. Su nombre comercial es Super.

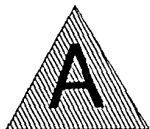
Sales de amonio. La más importante es el fosfato monoamónico, en el que el radical catiónico es el amonio y el aniónico es fosfato.

Debido a la forma de aplicación y almacenamiento de estos productos, existen dos tipos principales de sistemas para combatir los incendios. Los extintores portátiles y los sistemas fijos.

EXTINGUIDORES PORTATILES PARA COMBATIR INCENDIOS.

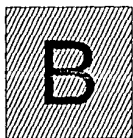
La clara identificación de los extintores y su localización son de gran importancia. En caso de incendio, es esencial que los extintores se localicen rápidamente y se empleen cuando el fuego es todavía pequeño.

COMBUSTIBLES



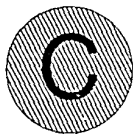
Los extintores para incendios de la clase A deben identificarse con un triángulo que contenga la letra A. Color verde.

LIQ. INFLAMABLES



Los extintores para incendios de la clase B deben identificarse con un cuadro que contenga la letra B. Color rojo

EQ. ELECTRICO



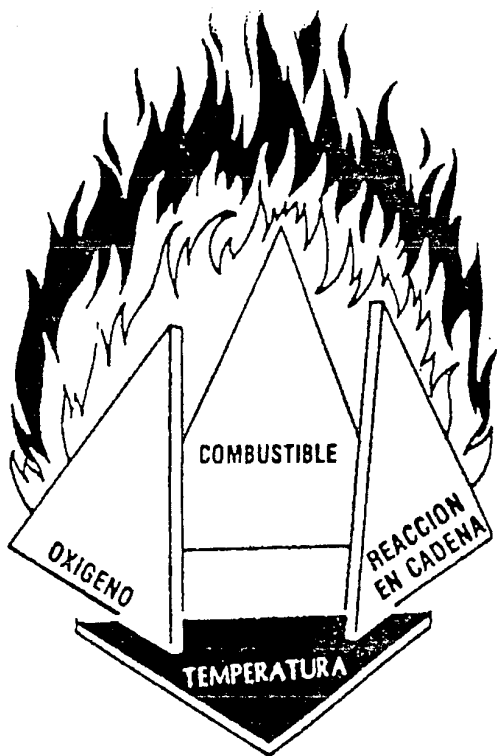
Los extintores para incendios de la clase C deben identificarse con un círculo que contenga la letra C. Color azul

METALES



Los extintores para incendios de la clase D deben identificarse con una estrella de cinco puntos con la letra D. Color amarillo

TETRAEDRO DEL FUEGO .



La clasificación y numeración del extintor debe ser totalmente visible, con el objeto de seleccionar el extintor adecuado.

Los fabricantes deben proporcionar identificaciones que describan no sólo la clasificación del extintor, sino también su forma de empleo. Para lo cual es aconsejable el colocarle una tarjeta adicional donde se indique la clasificación y mantenimiento.

Los extintores que se usan en más de una clase de incendios pueden identificarse por varios símbolos. La identificación puede hacerse por medio de calcomanías, pintura o algún medio similar, siempre que sea legible y tenga durabilidad.

Los extintores deben ubicarse cerca de los peligros probables, pero no tan cerca como para que el fuego pueda aislarlos o dañarlos. Preferiblemente deben colocarse en los pasillos que normalmente se usan para la entrada y salida del edificio. En cuartos pequeños o espacios cerrados donde se almacenan materiales de alta combustibilidad, los extintores deben colocarse fuera de los mismos, nunca dentro, donde quedarían inaccesibles.

El extintor debe estar ubicado en un lugar visible. Por ejemplo, si está colgado en una columna o poste, se deberá pintar una banda roja visible alrededor de ésta. También deberán colocarse letreros grandes para dirigir la atención hacia los extintores. El extintor siempre debe estar limpio.

Si el extintor no viene marcado con claridad indicando su clasificación y las clases de materiales para los cuales está destinado, deberán colocarse letreros o carteles en las paredes, cerca del lugar donde está colgado. Los rótulos deben ser de fácil y rápido entendimiento. Las marcas que indiquen usos especiales se pueden pintar en el extintor o en una pared adyacente.

Los extintores no deben quedar obstruidos o escondidos detrás de materiales, productos acabados o máquinas. Deben colocarse o colgarse donde no puedan ser averiados por carretillas, grúas u otros equipos; donde se puedan oxidar por su exposición a procedimientos químicos; y donde no obstruyan el paso o puedan lesionar a transeuntes. Si son instalados a la intemperie deben protegerse contra los agentes naturales.

Los extintores pueden agruparse principalmente en:

EXTINTORES DE SOLUCION ACUOSA. Entre los extintores de incendios que emplean agua o soluciones acuosas se incluyen los siguientes: los de tanque de bomba de agua, los de agua a presión, los de chorro cargado y los de espuma. Estos extintores son eficaces para fuegos de la Clase A debido al efecto de sofocación y enfriamiento del agua. Estos extintores no se pueden usar en

fuegos de equipos eléctricos o cerca de éstos, ya que pueden provocar la electrocución del operario. Una consideración importante, en lo que a mantenimiento de los extintores a base de agua se refiere, es inspeccionar frecuentemente su boquilla para evitar la acumulación de materias extrañas, que podrían impedir su descarga. El orificio de alivio de presión que está en la tapa de los extintores de cartucho y de espuma, debe hallarse libre de obstrucciones, ya que tiene por objeto descargar una presión residual que podría lesionar a un trabajador mientras saca la tapa para recargarlo. En lugares donde hay temperaturas muy bajas, los extintores deben colocarse en armarios con calefacción y se los habrá de cargar con soluciones anticongelantes. Las soluciones anticongelantes o de sales, sin embargo, no deben usarse a menos que el equipo haya sido diseñado para tal fin. Esto se debe a que los productos químicos provocan una corrosión rápida. Es necesario asegurarse de que se ajustan a las recomendaciones del fabricante. El cloruro de calcio y otras soluciones de sal son buenos conductores de la electricidad y, por consiguiente, son muy peligrosos si se usan en equipos eléctricos cargados de energía.

EXTINTORES DE QUÍMICOS SECOS. Entre los extintores, los de químicos secos son los más versátiles. Extinguen el fuego al interrumpir la reacción en cadena. No deben confundirse con los extintores de polvo seco. Se usan cuatro clases de agentes químicos básicos: bicarbonato de sodio, bicarbonato de potasio, cloruro potásico y fosfato de amonio. Al cargarse, es importante usar solamente el agente químico seco y el cartucho que recomienda el fabricante. El químico seco a base de bicarbonato de sodio, que es el agente más común, puede ser compatible con espuma. Los compatibles con espuma se pueden usar simultáneamente con ésta, sin que se rompa el manto que la misma debe formar. El químico seco a base de bicarbonato de potasio (púrpura K) es similar, en cuanto a sus propiedades extintoras, al que se basa en bicarbonato de sodio, sólo que tiene una doble capacidad de extinción en función de su peso. Este agente tiene cualidades excelentes de rechazo a la humedad y es compatible con el agua o la espuma. No permite al combustible reinflamarse fácilmente o en forma tan rápida como en el caso del bicarbonato de sodio. La ausencia del fognazo instantáneo permite al usuario, aproximarse un poco más al fuego. El compuesto de potasio, por otro lado, extingue los fuegos de líquidos inflamables contenidos con más facilidad que el compuesto de sodio. Este agente también se vende como una mezcla de bicarbonato de potasio y urea. El químico seco a base de fosfato de amonio tiene efectos similares a los químicos a base de sodio y potasio sobre fuegos de las Clases B y C. Al descargarse en un fuego de la Clase A, la reacción química para las llamas y una capa, que se forma al ablandarse el producto, se adhiere a la superficie que se está quemando, lo cual retarda la combustión. Para completar la extinción de un material de la Clase A, todas las partes que se están quemando deben cubrirse perfectamente con el agente extintor. En razón de que cualquier remanente de fuego podría causar una reignición, la importancia de

una correcta aplicación de este agente para fuegos de la Clase A es más importante que con el agua. En presencia de humedad, los químicos secos, al descargarse sobre metales, pueden provocar corrosión. Por este motivo es muy importante limpiar bien al agente extintor inmediatamente después de haber extinguido el fuego. Es también importante recordar que nunca se debe mezclar un agente a base de fosfato de amonio con otro a base de bicarbonato de sodio, ya que se puede producir una reacción peligrosa hasta con un pequeño vestigio de humedad. En lo que respecta a la técnica de expulsión, hay dos clases de extintores de químicos secos: el de cartucho de gas y el de presión almacenada. En los de cartucho de gas, la presión se suministra mediante un gas que está contenido en un cilindro separado. En los de presión almacenada, todo el recipiente se encuentra comprimado. El extinguidor puede usarse en forma intermitente o continua de acuerdo con la naturaleza del fuego.

EXTINTOR DE ANHIDRIDO CARBONICO. El extintor con CO₂, se emplea en fuegos de Clase A, hasta que se disponga de agua u otro agente extintor para esa clase de fuego. El CO₂ interrumpe la combustión desplazando el oxígeno del aire que rodea al fuego. Su principal ventaja está en que no deja residuos, lo cual es importante en laboratorios y lugares que contengan equipos electrónicos. Es muy frío y produce efecto refrigerante en la zona que rodea al fuego. Los extintores de CO₂ tienen un alcance relativamente corto, porque el agente se expulsa en forma de nube de gas/nieve carbónica, también se ven afectados por el viento y aspiraciones.

EXTINTORES DE COMPUESTOS HALOGENADOS. Se usan principalmente dos compuestos halogenados como agentes extintores. Uno es el 'Halon 1211', bromoclorodifluorometano, es líquido al descargarse pero se vaporiza rápidamente. Esta característica es favorable en cuanto a su alcance y dispersión. El otro es el 'Halon 1301' bromotrifluorometano, gas licuado que se dispersa inmediatamente en la zona del fuego. Es aproximadamente dos veces más eficaz que el CO₂ en función del peso de su contenido. El 'Halon 1301' es un agente limpio y, cuando no está descompuesto, se ha comprobado que es un gas que puede ser peligroso para los seres humanos según su concentración y tiempo de exposición. Cuando se lo expone a temperaturas de aproximadamente 480 °C se vuelve inestable y se disocia para desprender fluoruro de hidrógeno, bromuro de hidrógeno y bromo libre.

EXTINTORES DE POLVO SECO PARA FUEGOS METALICOS. El empleo de metales combustibles ha avanzado en forma tal que hoy es necesario usar protección contra incendios de sodio, titanio, uranio, circonio, litio, magnesio, aleaciones de sodio-potasio y otros materiales menos comunes. Hay diversos agentes de polvo, aprobados para usarse en fuegos metálicos. El más antiguo es el G-1, que es un compuesto de grafito-fosfato orgánico. Cuando se utiliza en fuego metálico, el fosfato genera vapores que cubren y sofocan las llamas, mientras que el grafito, al ser un buen

conductor del calor, enfría el metal por debajo de su temperatura de ignición. Debe asegurarse que la profundidad de la cobertura sea adecuada para conseguir un efecto de sofocación. Si se presentan puntos calientes deberán cubrirse con una cantidad adicional de polvo. Antes de intentar remover el metal que se había incendiado, es necesario dejar pasar un tiempo suficiente para que se enfríe.

Otro agente extintor, el 'Met-L-X', está compuesto de un producto a base de cloruro de sodio con aditivos para que fluya fácilmente a fin de aumentar el rechazo a la humedad y crear la propiedad aglutinante con el calor. Este material se usa con un extintor de polvo seco de 13 Kg y es similar, en apariencia y en características físicas, al extintor de químico seco de cartucho. También se usa en extintores grandes con ruedas o fijos. Para extinguir un fuego metálico con 'Met-L-X' se debe abrir totalmente la boquilla del extintor y aplicar desde una distancia prudente, una capa fina de 'Met-L-X' sobre la masa que se está quemando, hasta haber controlado el fuego. Luego se deberá oprimir el gatillo para producir un chorro grande y suave, y cubrir totalmente el fuego, desde una distancia relativamente corta, con una capa gruesa. El calor produce el aglutinamiento del 'Met-L-X' formando una costa que excluye el aire. El 'Lith-X' es otra clase de polvo seco. Está compuesto de un grafito especial con aditivos para que fluya fácilmente y poderlo así descargar con un extintor. El 'Lith-X' fué desarrollado principalmente para fuegos de litio aunque también es efectivo para otros metales combustibles. El 'Lith-X' no se aglutina ni forma costras cuando se lo administra a fuegos metálicos. Excluye el aire y disipa el calor de la masa que se está quemando y de esta manera extingue el fuego. El efecto extintor de los polvos secos sobre un metal en particular depende del estado físico y de la cantidad de metal, así como también de las condiciones ambientales. A pesar de que los polvos secos son muy eficaces sobre fuegos metálicos, todos ellos tienen ciertas limitaciones. Cuando se selecciona la clase correcta de polvo seco y el método de aplicación, se deben considerar la clase, la cantidad y el estado del metal, así como también las condiciones físicas existentes.

Un problema que se presentó hace décadas en la lucha contra incendios se vincula con los líquidos pirofóricos, como el trietilaluminio. Estos líquidos se encienden espontáneamente y los incendios resultantes no se pueden extinguir fácilmente con polvo seco ni con otros agentes que se usan comúnmente. Para esta clase de fuegos se desarrolló un agente denominado 'Met-L-Kyl' consistente en un polvo seco a base de bicarbonato con un absorbente activado. El principio de extinción se basa en el efecto combinado del polvo seco que extingue la llama y el 'absorbente' que absorbe el combustible remanente para evitar una reignición. Este agente extintor se desarrolló para descargarse con un extintor similar al de polvo seco de cartucho.

Los equipos de extinción de incendios existen en diversos arreglos físicos debido al servicio que deben prestar.

EQUIPOS SOBRE RUEDAS. En el comercio se pueden encontrar extintores grandes sobre ruedas. Los hay de 64 y 115 litros de soda-ácido, de cloruro de calcio y de espuma; de 23, 34 y 45 kg de anhídrido carbónico; y de 68 y 160 kg de químico seco.

EXTINTORES 'GEMELOS' SOBRE RUEDAS. Con el advenimiento de los denominados surfactantes de fluorocarbono que son solubles en el agua, ahora se dispone de agentes espumógenos que confieren al agua la propiedad de flotar en capas finas sobre la superficie de un líquido ('agua liviana'). Esta característica ofrece una protección excelente contra la reignición de los fuegos de hidrocarburos líquidos con sólo un cuarto del volumen que necesita la aeroespuma proteínica.

Una combinación del químico seco denominado 'púrpura K' y de espuma de fluorocarbono 'agua liviana' en un extintor sobre ruedas, es un sistema de extinción sinérgico que sofoca rápidamente las llamas y garantiza protección absoluta contra una reignición. Los dos agentes se aplican simultáneamente con boquillas dobles accionadas mediante una pistola.

EQUIPOS MONTADOS SOBRE VEHICULOS. Hay equipos de extinción con agua, espuma, anhídrido carbónico y químico seco, montados sobre vehículos. Los hay de tamaños diversos, desde vehículos para circulación interna capaces de doblar por los pasillos de un depósito, hasta camiones.

MANTAS CONTRA INCENDIOS. En ciertas ocasiones, las mantas contra incendios sirven para sofocar fuegos pequeños. Su objetivo principal es extinguir fuegos de vestimentas, aunque también son útiles para sofocar fuegos de líquidos inflamables en pequeños recipientes abiertos. Hay disponibles mantas de tela ignífuga. El tamaño más común es 1.70 por 2 m. Las mantas se guardan en estuches que se fijan a una pared o a una columna y se las coloca de forma tal que se puedan sacar rápidamente.

EQUIPOS MANUALES VARIOS. Hay tanques 'tipo mochila' de agua o anticongelantes de 10 litros dotados de una bomba manual que está incorporada al mango que lleva la boquilla de la manguera. Esta clase de extintor es transportado sobre la espalda y la acción de deslizamiento de la bomba se realiza con ambas manos. Este extintor de 'mochila' se usa frecuentemente para combatir fuegos forestales.

PROTECCION FIJA AUTOMATICA CONTRA INCENDIOS.

Se da el nombre de protección por medio de rociadores al sistema de tubería generalmente instalado bajo el techo de un edificio, está dotado de toberas de riego conectadas a la tubería por medio de obturadores fusibles.

En caso de incendio, estos últimos se derriten bajo la acción del calor y dejan pasar un chorro de agua que combate automáticamente el incendio que motivó la fusión del obturador. En la práctica moderna, el procedimiento toma el nombre de 'protección fija contra incendios' ya que los métodos actuales emplean diversos medios, que pueden ser total o parcialmente automáticos, según el material que se desea proteger.

Los procedimientos más comunes comprenden los sistemas de agua, con toberas pulverizadoras, los sistemas de espuma, los de bióxido de carbono y los de polvo químico seco. Hay además algunas protecciones que utilizan vapor de agua saturado, pero solamente se aplican a equipos especiales.

Con excepción del primero, puede decirse que es de uso general, los siguientes tienen aplicaciones limitadas.

La espuma, por ejemplo, se emplea para extinción de líquidos altamente inflamables, ya que se extiende fácilmente sobre la superficie, ahogando el fuego al separarlo del aire ambiente.

El bióxido de carbono tiene la ventaja de causar los menores perjuicios posibles al apagar el fuego. Se recomienda para incendios en aparatos eléctricos, sederías, etc.

El polvo químico seco es más enérgico que el bioxido de carbono. Al ser proyectado violentamente penetra en rendijas y grietas, pero por lo mismo puede causar daños adicionales que se suman a los del fuego.

Los sistemas fijos de protección que emplean espuma, bióxido de carbono o polvo químico seco deben estar dotados de un mecanismo de repetición que permita descargas adicionales, en caso que un incendio aparentemente apagado recobrara nuevamente actividad.

El agua ejerce su acción por sofocación, enfriamiento, emulsificación y dilución. Debido a sus características de abundancia, bajo costo y propiedades extintoras, resulta ser el agente de mayor uso.

EXTINCIÓN POR SOFOCACION. Las partículas de agua fría arrojadas para combatir el fuego, son inevitablemente transformadas en vapor por el propio calor del fuego, aumentando al propio tiempo su volumen aproximadamente en 2000 veces, a la presión atmosférica de la ciudad de México. La acción sofocante que el agua ejerce sobre el fuego, es producida por el enorme volumen de vapor generado, el cual desplaza una cantidad igual del aire que está en contacto con el fuego, reduciendo el volumen de oxígeno disponible para mantener la combustión. Es evidente que la acción sofocante del agua no es un factor decisivo en el combate de los incendios de materiales cuya combustión desprende oxígeno

al calentarse. En cambio el efecto sofocante del vapor es sumamente efectivo sobre líquidos insolubles y más pesados que el agua.

EXTINCIÓN POR ENFRIAMIENTO. Sabemos que ningún cuerpo sólido o líquido puede arder si no emite previamente vapores combustibles. En otras palabras, solamente los gases pueden arder. Para que un cuerpo emita vapores combustibles, es necesario que alcance previamente una temperatura de emisión de vapores, dicha combustión no podrá continuar y se apagará si la temperatura es menor. El agua es el líquido con mayor poder de absorción de calor de entre los económicamente disponibles. El enfriamiento se produce cuando el agua se transforma en vapor al entrar en contacto con el fuego. El descenso de la temperatura representa el calor latente de vaporización del agua sustraída del propio fuego que se está combatiendo. Cuando un kilogramo de agua se transforma en vapor, absorbe 620 calorías, de las cuales 534 representan el calor latente de vaporización. Las partículas de agua deben estar divididas para facilitar su vaporización, para conservar siempre un tamaño y peso suficiente para llegar hasta la superficie del material en combustión, a pesar de la resistencia del aire, de la gravedad y de las corrientes producidas por los gases calientes de la combustión.

EXTINCIÓN POR EMULSIFICACIÓN O DILUCIÓN. Cuando el agua pulverizada es proyectada sobre la superficie de aceites u otros líquidos viscosos inflamables en combustión, en los cuales no se disuelven ni se mezclan, la extinción puede obtenerse al dispersarse el agua dentro del líquido en forma de gotas, hasta constituir una emulsión que rinde el líquido temporalmente incombustible.

En algunas sustancias poco viscosas, la emulsión es inestable, conservándose solamente mientras dura la producción del agua. Una mayor viscosidad hace durar más la emulsión, pero siempre persiste el peligro de que se inicie nuevamente el fuego.

Los líquidos inflamables solubles en el agua, pueden ser apagados por dilución en el agua. El volumen de agua necesario varía según el producto, su concentración y las condiciones generales del incendio.

El agua es sin duda alguna, el medio más usado en el combate de incendios. Sin embargo tiene serias limitaciones debidas principalmente a la conductividad eléctrica, la posibilidad de congelación en climas fríos, o la reacción con algunas sustancias químicas. Su efecto es prácticamente nulo cuando se trata de líquidos cuya temperatura de ignición está abajo de la de vaporización del agua.

Existen otras propiedades como la tensión superficial y la viscosidad, pero que solamente interesan al diseñador del equipo de combate de incendios.

El proyectista de un sistema de protección de incendios debe tener presente las limitaciones del empleo de agua y sobre todo los perjuicios que su aplicación puede ocasionar sobre los materiales y equipos que se desea proteger.

Es de notarse que el efecto destructivo de los sistemas fijos de protección es menor que el de los potentes chorros de agua de las mangueras de los bomberos. Los sistemas de protección suelen clasificarse en 'húmedos' o sea de tubería cargada, cuyas redes están siempre llenas de agua a presión y en 'secos' o de tubería seca, las cuales permanecen sin agua.

Cuando opera una válvula o un rociador la tubería se llena para que el sistema pueda trabajar. Estos dispositivos se usan en climas fríos expuestos a la congelación de agua en las tuberías.

En los sistemas secos los rociadores automáticos están llenos de aire comprimido. La operación de un rociador hace bajar la presión lo cual abre automáticamente una válvula diferencial que da lugar al paso del agua.

Este sistema no es de operación tan rápida como el de tubería húmeda. Para remediar el inconveniente existen mecanismos denominados de 'presión' basados en bulbos deflectores. Su aplicación se extiende a los sistemas de rociadores abiertos y a los denominados 'diluvio'.

Existen dos tipos principales de rociadores: abiertos y automáticos. Los abiertos se componen de una tobera que proyecta el agua sobre un deflector que riega y reparte el chorro sobre el área que está destinada a proteger.

Los rociadores abiertos se manejan por medio de una válvula que puede ser de acción automática o manual.

Los automáticos son básicamente iguales en lo que a la tobera y al deflector se refiere. Pero tienen además un cierre que obstruye el paso del agua. Este cierre está sostenido por un sistema de palancas inmovilizado por un eslabón fusible o por un bulbo de cristal lleno de un líquido especial. Cuando ocurre un incendio, la elevación de la temperatura derrite el eslabón o rompe el bulbo de cristal, soltando las palancas y el obturador, dejando así paso al agua, que al caer sobre el fuego, lo apaga.

Existen otros tipos de rociadores automáticos accionados por émbolos, compuestos químicos, etc., cuyo funcionamiento es el mismo.

Los rociadores automáticos eliminan las demoras y los errores en el combate de incendios.

Su funcionamiento es inmediato ya que el propio calor del fuego pone en acción una o más unidades. La acción del agua se limita al lugar del fuego, reduciendo así a un mínimo los perjuicios ocasionados por el agua. Además en las instalaciones bien hechas, la operación de un rociador acciona una alarma que permite acudir inmediatamente.

Los rociadores automáticos operan a temperaturas determinadas que varían entre 60 °C y 250 °C, según el tipo de fusible o de bulbo que se desee. La cantidad de agua descargada depende de la presión y del diámetro del orificio. La presión mínima efectiva es de 1.5 kg/cm² y el diámetro de 12 mm. Estos valores permiten el paso de 50 litros por minuto.

El gasto de agua en diversas condiciones puede calcularse aplicando fórmulas de hidráulica o bien de las tablas publicadas por el fabricante.

Los rociadores están diseñados para que en su instalación sean colocados en posición vertical. La posición hacia arriba es preferible porque permite un drenaje mejor de las tuberías. La descarga de los rociadores es afectada por la presión del agua. Si las tuberías de uso común alimentan a los rociadores, lo cual es una práctica deplorable, deben inmediatamente cerrarse las llaves de todas las demás salidas de agua al ocurrir un incendio a fin de que no falte líquido al área de fuego.

Los sistemas de diluvio se emplean cuando se necesita acción rápida y descarga abundante de agua sobre una superficie determinada, para evitar la propagación del fuego a lugares peligrosos.

El sistema es similar al de tipo abierto y bulbos detectores. La válvula automática se instala fuera del área protegida. Cuando el fuego hace operar un detector, éste acciona la válvula que abre el agua, la cual fluye simultáneamente a través de todos los rociadores que derraman una lluvia o diluvio sobre el lugar interesado. Una alarma auxiliar complementa el sistema.

Sistemas de agua pulverizada son los designados normalmente como sistemas de niebla o con sistemas rociadores. Emplean toberas que proyectan agua finamente pulverizada, que en una cantidad dada, absorbe mayor cantidad de calor que si se emplearan rociadores. Las toberas atomizadoras empleadas tienen diámetros que varían de 6 a 12 mm, que descargan de 15 a 200 litros de agua a presión de unos 3 kg/cm².

Es importante que el personal conozca el manejo del equipo contra incendios, así como el realizar una inspección periódica del equipo y su mantenimiento.

RIESGOS MECANICOS.

Las lesiones con maquinaria se deben en general a la falta de comprensión de los riesgos. Las fuentes más comunes de riesgos mecánicos son las partes en movimiento.

Hay tres formas generales de movimiento:

- 1) Movimiento giratorio.
- 2) Movimiento de vaiven.
- 3) Movimiento relativo, persona máquina.

El movimiento giratorio puede producir lesiones por machacamiento o prensado, por estrangulación a atrapar elementos ajenos a la operación, por corte, por proyectiles o por fricción.

El movimiento de vaivén produce lesiones por corte o prensado.

El movimiento relativo es cuando una persona se mueve cerca de una maquinaria estática, la lesión puede producirse al sufrir cortes por los bordes de la maquinaria o las piezas que se trabajan o por golpes con las salientes de la maquinaria.

La protección de la maquinaria está formada por barreras, rejillas, ventanas, resguardos, dispositivos de paro y arranque, así como por protecciones automáticas.

Los requerimientos de estas protecciones son:

- a) Resistencia a causas externas.
- b) No interferir con la operación.
- c) Fácil mantenimiento.
- d) Montaje rígido y adecuado.
- e) No tener partes desmontables.
- f) Fácil de inspeccionar.

Los equipos de transmisión de energía mecánica deben tener también dispositivos de seguridad.

Las medidas de seguridad en partes móviles deben considerarse:

- a) La protección debe ser total.
- b) Prohibir el acceso de personas a la zona de peligro mientras la maquinaria esté en funcionamiento.

- c) Permitir el movimiento libre del trabajador.
- d) Permitir el proceso de producción.
- e) Estar sujetos de manera que ningún golpe o vibración pueda aflojarlos o soltarlos.
- f) Poder utilizarlos por largo tiempo con un mínimo de conservación.
- g) Resistir el uso normal, golpes y choques accidentales.
- h) Resistir el fuego y la corrosión.
- i) Permitir la reparación y mantenimiento de la maquinaria con facilidad.
- j) Estar lisos, con esquinas pulidas, sin filos, astillas o superficies dentadas.
- k) Facilitar su mantenimiento, conservación y limpieza.

Los dispositivos de seguridad en el punto de operación deben tomar en cuenta:

- a) Estar integrados a la unidad.
- b) Evitar que constituyan fuente de riesgos.
- c) Evitar que debiliten estructuralmente a la maquinaria.
- d) Evitar que interfieran con la operación.
- e) Permitir los ajustes necesarios en el punto de operación.
- f) Permitir el desalojo rápido del material de desperdicio.
- g) Facilitar su mantenimiento, conservación y limpieza general.
- h) Permitir la visibilidad necesaria para efectuar la operación.
- i) Estar fijos y lo suficientemente rígidos para hacer su función segura.

RIESGOS QUIMICOS.

Existen miles de compuestos químicos que presentan alguna forma de mayor o menor riesgo para un usuario inexperto pero éste, puede controlarse.

Muchos de los accidentes químicos se deben a la ignorancia de las propiedades químicas de los productos.

Es una práctica muy recomendable, el elaborar y manejar tablas de evaluación de la seguridad para los productos con los que se estén trabajando.

Una tabla estandar de seguridad cuenta con los siguientes datos:

- Nombre del producto químico.
- Estado físico.
- Propiedades físicas.
- Incompatibilidad.
- Características de inflamabilidad.
- Protección personal para su manejo.
- Precauciones especiales.

En el nombre del producto, se mencionan el nombre según la nomenclatura química, el nombre común y el nombre que le asigne el fabricante.

El estado físico tiene como finalidad el indicar cómo se encuentra el producto y bajo que condiciones debe almacenarse para mantener este estado.

Dentro de las propiedades de los compuestos químicos se tiene una característica muy importante, la toxicidad, la cual, como toda propiedad inherente al compuesto, no puede evitarse. Pero es importante determinar el riesgo debido a la frecuencia y al tiempo de exposición, así como a la concentración del producto químico y su efecto. Si el efecto es perjudicial en un tiempo de segundos, minutos u horas, se dice que es una toxicidad aguda o bien, si el efecto tiene una duración mayor se tiene una toxicidad crónica o de sensibilización.

La toxicidad sirve para conocer el daño potencial que puede causar una sustancia, es decir, el grado de acción tóxica perjudicial de la misma.

Con el conocimiento de la toxicidad es posible realizar un diseño correcto o un manejo seguro, para evitar o limitar el riesgo.

Los medios de acción o la forma en que el tóxico entra en contacto con el organismo son tres: inhalación, ingestión y absorción.

Los estudios de toxicidad tienen como objetivo el encontrar los niveles de toxicidad para poder tener un control en el ambiente de trabajo.

Mediante las evaluaciones de toxicidad resulta posible crear un índice de toxicidad relativa correspondiente a las sustancias dañinas.

**CLASIFICACION DE LA TOXICIDAD RELATIVA CORRESPONDIENTE
A UNA DOSIS ORAL UNICA QUE PUEDE OCASIONAR LA MUERTE.**

CLASIFICACION DE LA TOXICIDAD	PALABRAS USADAS	DOSIS MORTAL PROBABLE	INTERVALO COMUN	EJEMP SUST.
6	SUPRATOXICO	< 5 mg/Kg	una probada. <7 gotas	Nicotina
5	EXTREMADAMENTE TOXICO	5 - 50 mg/Kg	7 gotas a 1 cucharadita	Arseniatto de plomo
4	MUY TOXICO	50-500 mg/Kg	1 cucharadita - 1 onza	Hidroquinona
3	MODERADAMENTE TOXICO	0.5 - 5 g/Kg	28 g-.5Kg	Propano-2 -ol
2	LIGERAMENTE TOXICO	5 - 15 g/Kg	600 ml a 1 litro	Acido Sórbito
1	PRACTICAMENTE TOXICO	> 15 g/Kg	> 1 Kg	Propilenglicol

(12)

Debido a su uso común, se sabe que el ácido sulfúrico concentrado es un líquido corrosivo que destruye rápidamente los tejidos del cuerpo y causa quemaduras severas al entrar en contacto con la piel, sin embargo, cientos de toneladas de ácido sulfúrico se manejan, se transportan y almacenan a diario sin mayor riesgo. Esto se debe a que se conocen sus propiedades tóxicas y se toman las medidas para evitar en forma total los accidentes debido a su manejo. Así, determinar las propiedades tóxicas de cualquier producto químico que se vaya a usar es muy importante, particularmente cuando la toxicidad es una forma insidiosa de conducir a un envenenamiento crónico. La acción del ácido sulfúrico en la piel es inmediata, así como lo es el efecto de aspirar vapores de amoníaco, pero aunque el benceno líquido sobre la piel, en pequeñas cantidades no es nocivo, los efectos acumulativos de sus propiedades a largo plazo pueden conducir a una forma seria de anemia y aun a la muerte. De modo semejante, los vapores nitrosos son muy peligrosos por su carácter insidioso. Con frecuencia sucede que no hay efectos inmediatos o agudos y la primera indicación de que haya habido una exposición prolongada puede ser el desarrollo de síntomas característicos de envenenamiento nitroso algunas horas más tarde.

Una de las funciones primarias de los estudios toxicológicos es el de encontrar la situación y la concentración en las cuales poder usar una sustancia determinada con seguridad.

De las organizaciones más importantes en cuanto al estudio toxicológico de las sustancias se tiene a la Conferencia Norteamericana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH por sus siglas en inglés) y el Organismo Ejecutivo en cuanto a la Salud y a la Seguridad en el Reino Unido (HSE). Estos organismos fijan unos límites denominados Valores Límites de Umbral o Valor Máximo Permissible.

Estos valores se encuentran referidos a unas condiciones estandar, es decir, son la concentración máxima en el aire, en partes por millon, de la sustancia a 298 °K (25 °C) y 1 atm. de Presión (100 kPa). Estas condiciones son las toleradas para exposiciones repetidas sin efectos adversos.

Los valores han sido obtenidos por medio de estadísticas, por lo que llegan a presentarse algunas desviaciones, pese a lo cual, representan guías de uso seguro de las sustancias químicas.

Existen tres categorías de los niveles del VLU:

- VLU Promedio Ponderado de Tiempo. Son basados en exposiciones en días de trabajo de 8 horas y semana de 40 horas, que no producirán efectos contrarios.

- VLU Límite de Exposición Breve. Son referidos para periodos de hasta 15 minutos con tal de que las exposiciones no se produzcan en más de 4 ocasiones y siempre con un espaciado mínimo de 1 hora entre periodos.

- VLU Tope. Es el nivel que nunca deberá excederse en ningún periodo de tiempo.

El sistema VLU se considera como guía en cuanto a los límites superiores de exposición a sustancias peligrosas, aplicandose en la práctica límites menores.

El VLU no es un indice de toxicidad relativa ni indica la peligrosidad de una sustancia.

El VLU-PPT para el HCN en la piel es de 10 ppm y el VLU-LEB es de 15 ppm. Para el HCl tope, el VLU-PPT es de 5 ppm al igual que el VLU-LEB.

El valor correspondiente al PPT del ácido cianhídrico puede aumentar en 50 por ciento para dar el valor LEB sin efectos adversos. El valor del ácido clorhídrico es un valor tope, y nunca deberá ser excedido; sin duda alguna, el HCN es potencialmente una sustancia extremadamente tóxica si se aumenta el valor del LEB mediante un factor de tres hasta llegar a la 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 HCl en una concentración de 15 ppm, tres veces el tope, durante 10 minutos constituiría una experiencia desagradable, pero con pocas probabilidades de resultar mortal.

La mención que se hace de piel junto al cianuro, indica que tiene propiedad de penetrar en el cuerpo por absorción cutánea, así como por inhalación e ingestión. El clorhídrico como norma general, es sólo inhalado.

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

Aunque no se pueda hacer mucho hincapié sobre los peligros de confiar en el sentido del olfato para detectar vapores, no hay duda de que el olor característico de algunos productos químicos es una clara señal de su presencia, aunque no de su concentración. Esto puede ser peligroso si los trabajadores se atienden al olfato, por ejemplo, el cloro puede ser percibido por el olfato en muy pequeñas concentraciones y, debido a que no produce irritación ni efectos adversos inmediatos, no se hace nada para evitarlo, sin embargo, la máxima concentración de cloro por

volumen de aire no debe exceder una ppm en una exposición de ocho horas, pero lo que el olfato puede detectar es por lo general de 3 a 4 ppm. Cualquier exposición aunque sea muy breve a esta concentración puede ser de graves consecuencias. Si se detecta el cloro con el olfato, quiere decir que la instalación tiene algún defecto.

A pesar de estos señalamientos, el saber que el cloro tiene un olor característico es muy importante para casos de accidentes o fugas. Así mismo es muy importante la fácil identificación de concentraciones tóxicas por medio de indicadores con equipos monitores para hacer pruebas esporádicas, y cuando es lo indicado, por medio de equipos para detección continua, provistos de un sistema de alarma.

Algunos de los valores del VLU para ciertas sustancias son:

COLORO	1 PPM
MONOXIDO DE CARBONO	50 PPM
DIOXIDO DE CARBONO	5000 PPM
HIDRURO ARSENICO	0.5 PPM
ACIDO CLORHIDRICO	5 PPM
ACIDO CIANHIDRICO	15 PPM

Dentro de las respuestas del cuerpo a los tóxicos, existe la posibilidad de inducir cáncer. La investigación de este fenómeno no ha podido llevar aún a una respuesta al problema del cáncer. Aunque se ha llegado a la conclusión de que:

- la mayoría de los cánceres humanos son en teoría evitables.
- la prevención del cáncer es, debido a la falta de comprensión de sus causas y control, el estandar ocupacional, no la cura del cáncer.
- el cáncer puede ser consecuencia de sustancias con las que se tiene contacto o por sustancias formadas mediante procesos normales en el cuerpo.

El cáncer es la formación de un tumor ocasionado por un crecimiento incontrolado de células anormales; cuyo desarrollo es a expensas de las células normales. En general se acepta que la formación de células cancerosas es consecuencia del ataque por parte de un agente carcinógeno sobre el mecanismo que controla la reproducción normal de las células.

La acción tóxica de los carcinógenos se diferencia de la correspondiente a las sustancias tóxicas simples como sigue:

- Afectan ciertas reacciones celulares fundamentales dentro de la estructura celular, en tanto que las sustancias tóxicas simples alteran fundamentalmente el metabolismo corporal, impidiendo a las células funcionar normalmente.

- Producen efectos tóxicos irreversibles que se prolongan terminada la exposición al carcinógeno, en tanto que la acción de las sustancias tóxicas simples se detiene cuando se detiene la exposición, produciéndose después, en general, una recuperación.

- El efecto de la acción carcinógena no se hace visible durante muchos años, período latente que varía de 5 a 50 años, en el curso de los cuales hay poco o ningún aviso de los resultados trágicos que habrán de producirse.

El control de sustancias carcinógenas se basa principalmente en prohibir su uso, cambiándolas por sustitutos seguros o permitir su uso bajo un control higiénico riguroso. Sin embargo muchos carcinógenos químicos se usan a diario en los laboratorios, los talleres y las plantas químicas, sin aplicar los controles existentes.

Las sustancias reconocidas dentro de los reglamentos de carcinógenos pueden agruparse en: Prohibidas, Controladas, Procesos cancerígenos, Procesos potencialmente cancerígenos, etc.

Sustancias prohibidas *

Beta-naftilamina
Bencidina
4-aminodifenil
4-nitrodifenil
Sales de los mismos.

Sustancias Controladas *

Alfa-naftilamina
Dianisidina
Orto-tolidina
Diclorobencidina
Sales de estos compuestos.
Auramina
Magenta
Asbesto

Sustancias y procesos carcinógenos *

Producción del trióxido de arsénico.
Bis(clorometil) éter (BCME)
Procesado del mineral de cromita.
Tostado del sulfuro de níquel, humos y polvo.
Hidrocarburos aromáticos policíclicos en partículas.
Cloruro de Vinilo.

Sustancias y procesos potencialmente carcinógenos *

Producción del trióxido de antimonio.
Benceno
Sulfato de dimetilo
Epicloridina
Benzapireno
Hexametil fosforamida
Hidracina
Producción de óxido de cadmio.
Berilio
Cloroformo
4,4'-etileno bis-(2 cloroanilina)
Monometil hidracina
4,4'-etilenodiamina
Cromatos de plomo y cinc
Nitrosaminas
3,3'-diclorobencidina
Cloruro de dimetilcarbamilo
1,1'-dimetilhidracina
Talio
Sultona de Propano
Beta-propiolactona
Dióxido de vinilciclohexano

(12)

Las sustancias corrosivas pueden ocasionar quemaduras químicas. Son 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 agruparse de la forma siguiente:

- Deshidratación por ácidos, álcalis o anhídridos ácidos.
- Oxidación.
- Reducción.
- Desnaturalización de proteínas.

La gravedad de las quemaduras por ácido puede en general relacionarse con el valor pH de la solución y la habilidad de los aniones ácidos para combinarse con la proteína. Los ácidos orgánicos cuyos aniones pueden combinarse con la proteína son fuente posible de quemaduras graves hasta pH 5 o 6.

Dadas las propias características del ojo, éste representa una parte más vulnerable que el resto de la piel.

La gravedad de la acción corrosiva del ácido sulfúrico concentrado aumenta por el efecto térmico producido por la dilución del ácido en el fluido del ojo.

Con las soluciones alcalinas, la gravedad del daño guarda relación con el pH de la solución y el tiempo de

exposición. Por lo general, cuanto más elevado es el valor del pH, más breve es el tiempo requerido para producir un daño.

Otra de las posibles reacciones de los agentes químicos sobre el organismo es la dermatitis, la cual es una situación no infecciosa e inflamatoria de la piel, ocasionada por un contacto prolongado con agentes químicos o físicos.

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. Esta protección es reducida bajo la acción de agentes químicos que destruyen la capa protectora y disuelven el recubrimiento graso.

Existen dos categorías de dermatitis ocupacional, la de contacto y la de sensibilidad.

La dermatitis por contacto es ocasionada por sustancias denominadas irritantes primarios. Actúan por ataque directo a la piel. Para causar la irritación es necesaria una concentración y un tiempo específico. Con la interrupción de la exposición, generalmente hay una recuperación.

La dermatitis por sensibilización es causada por sustancias llamadas sensibilizadores cutáneos, los que no causan necesariamente una respuesta inflamatoria al primer contacto, pero dan lugar a respuestas alérgicas de las reacciones metabólicas de la piel.

Agentes reconocidos como irritantes.

Aceites minerales y grasas.
Solventes como petróleo, alcohol, hidrocarburos clorinados, etc.
Alcalis fuertes.
Pegamentos ácidos.
Agentes físicos: calor, frío, radiación, fricción.

Sensibilizadores cutáneos.

Reveladores fotográficos.
Aditivos del caucho.
Resinas epoxi y fenol-formaldehído.
Soluciones de metanal.
Cromatos VI.
Compuestos de níquel.
Tintes para el cabello con 1,4 diamino-benceno.
Antibióticos, penicilina y estreptomina.

(12)

CAPITULO 3.

PLANEACION DE LOS LABORATORIOS

Debido a la creciente necesidad de superación y al análisis de la situación existente, la Escuela de Química de la Universidad La Salle, desarrolló la construcción de unas nuevas instalaciones en las cuales se alberga un conjunto de laboratorios adecuados y funcionales para apoyar la enseñanza.

El problema principal que motivó este proyecto fué el poco espacio disponible, el cual además de dificultar el acomodo de horarios y grupos, no permitía la expansión de la escuela de Química.

La infraestructura inicial de la escuela de Química, diseñada para trabajar con dos carreras: Licenciaturas de Ingeniería Química y de Químico Farmacéutico Biólogo contaba con un grupo de laboratorios los cuales podrán agruparse de la siguiente forma:

3 Laboratorios de Química General.

1 Laboratorio de Física.

1 Laboratorio de Microbiología.

1 Laboratorio de Fermentación.

Laboratorios de formas y dimensiones muy variadas, que junto con la formación de tres grupos de primer ingreso, motivaron inicialmente a utilizar el Laboratorio de Química de la Escuela Preparatoria.

La mayor parte de estos laboratorios se lograron en base a modificaciones y adaptaciones de salones y otras instalaciones, tratando de lograr unos laboratorios lo más funcional posibles; teniendo la gran desventaja de quedar en su mayoría en un sótano, nivel inadecuado, tanto por seguridad como por acceso. El acceso quedaba limitado a una estrecha escalera de unos 80 cm. de ancho.

La planeación de una tercera Licenciatura; el análisis de las condiciones de trabajo de los laboratorios existentes; el trabajar con grupos grandes en laboratorios pequeños y algunos problemas de coordinación en el uso de los laboratorios; como lo es la salida y entrada de grupos, con la respectiva pérdida de tiempo o el traslape en los horarios del laboratorio de transferencia masa y calor, empleado por los alumnos de Ingeniería Química al igual que los estudiantes de Ingeniería Mecánica, crearón la imperiosa necesidad de tener unas nuevas y adecuadas instalaciones.

La realización de estas nuevas instalaciones buscaba tener un gran número de ventajas sobre las anteriores, dentro de las cuales mencionaré:

- El tener un lugar realmente adecuado para trabajar, con mobiliario correcto y con mejores servicios.

- Lograr unas instalaciones seguras para la realización de las diferentes prácticas.

- Disponer de áreas lo suficientemente amplias para albergar a cada uno de los grupos.

- Contar con sistemas de ventilación adecuados en las instalaciones.

- La existencia de un almacén bien localizado, seguro y con mejor funcionalidad.

El proceso de planeación y construcción de los laboratorios en sí, sufrió una serie de modificaciones a partir de necesidades, proyectos a futuro y negociaciones, de las que se logró obtener las nuevas instalaciones.

Especificaciones:

Propietario: UNIVERSIDAD LA SALLE.

Localización: AV. BENJAMIN FRANKLIN 71.

Acceso: CALLE GRAL. FCO. MURGUIA.

Area: 1,183.41 m².

Organización: DOS EDIFICACIONES.

LABORATORIOS. EDIFICIO NORTE.

26.53 m * 24.35 m

646 m². AREA.

DOS PLANTAS.

AULAS.

EDIFICIO SUR.

267.73 m². AREA.

CUATRO PLANTAS.

PATIO. ZONA CENTRAL.

Servicios: INSTALACION ELECTRICA.

AGUA.

GAS.

VACIO.

DRENAJE.

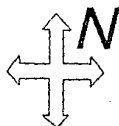
ALMACEN.

SANITARIOS.

ELEVADOR DE EQUIPO Y REACTIVOS.

CAMPANAS DE EXTRACCION.

CROQUIS DE LOCALIZACION
EDIFICIO DE CIENCIAS QUIMICAS
UNIVERSIDAD LA SALLE



CALLE

CALLE BENJAMIN HILL.

CALLE

B.
ZETINA

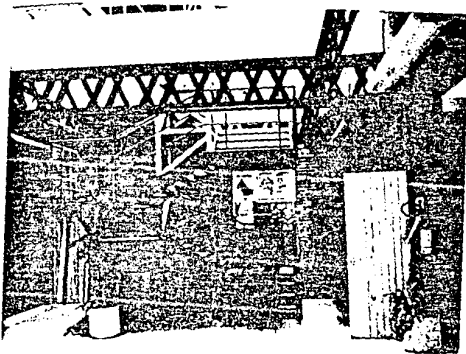
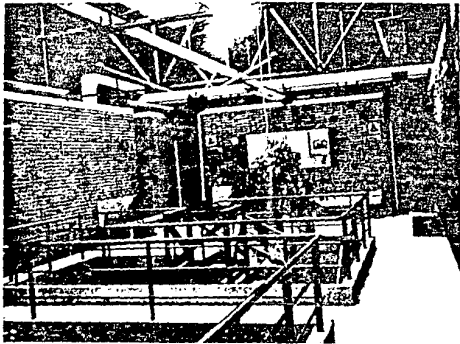
UNIVERSIDAD LA SALLE

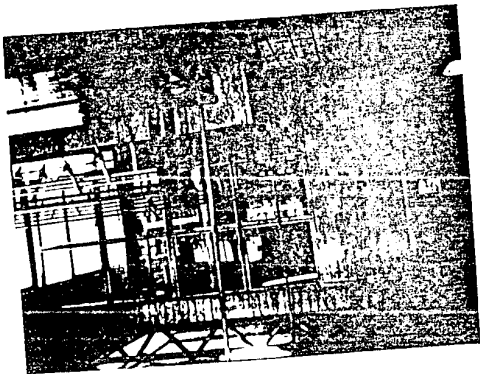
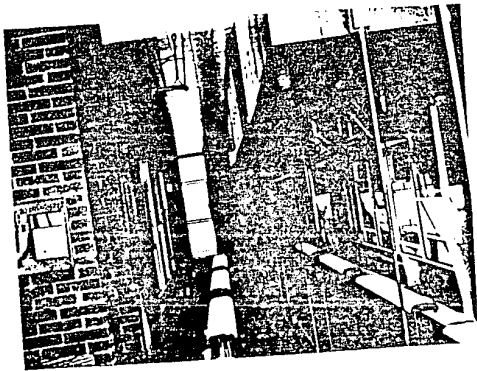
F.
CO.
MURGUIA

AV. BENJAMIN FRANKLIN









CAPITULO 4.

MANTENIMIENTO

Por mantenimiento se entiende todo cambio físico que se efectúa con el propósito de conservar o reparar las instalaciones dentro de una calidad aceptable. Incluye diversos factores auxiliares de la producción, tales como disposición interna de los equipos, conservación de éstos y de locales, así como el orden y aseo de los mismos.

FACTORES DEL MANTENIMIENTO.

Disposición Interna.

Es la parte de la producción que se encarga de planear y distribuir el equipo, los materiales y el personal, en relación del espacio que requiere para sus funciones y de los métodos de trabajo empleados.

Las etapas comprendidas en un estudio de disposición interna son:

- Definir el tipo de trabajo a efectuar.
- Precisar las necesidades de equipos, máquinas, herramientas, manejo de materiales, elementos de seguridad y equipos auxiliares.
- Diseñar una disposición interna provisional, para determinar las necesidades del local.
- Decidir la disposición interna definitiva.

Mantenimiento.

Se divide en mantenimiento preventivo o a priori, y mantenimiento correctivo a posteriori.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO. Es la conservación planeada de las instalaciones y el equipo, producto de inspecciones periódicas, que revela condiciones defectuosas. Su objetivo es efectuar las reparaciones de emergencia necesarias; practicar revisiones preventivas de los edificios e instalaciones, maquinaria, equipos y accesorios; hacer los reemplazos de elementos de plazo vencido o desgastados prematuramente; diseñar construcciones, maquinaria y equipos que permitan un mantenimiento fácil y reduzcan las posibilidades de accidentes; y llevar registros de las reparaciones programadas y de las inspecciones.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO. Consiste en la reparación del daño, una vez producido. Es el tipo de mantenimiento utilizado en casi todas las industrias, donde el lema es producir a toda máquina, deteniéndose sólo cuando se presenta un deterioro en la misma. Ello significa sobrepasar los límites de supervivencia de los elementos, lo cual reduce la vida útil de las máquinas y expone a los trabajadores a sufrir accidentes y enfermedades profesionales. Tratándose de sistemas de producción en serie, una interrupción en cadena origina la paralización total de la empresa.

Orden y Limpieza.

Es la parte de la producción que se ocupa de la limpieza de los locales, el aseo periódico de equipos, la ubicación correcta de herramientas y materiales, y el retiro, tratamiento y disposición de los desechos.

Los resultados de la implantación de un programa de orden y limpieza, son los siguientes:

- Reducción de los costos de operación.
- Aumento de la producción.
- Mejora del control de la producción.
- Mejor aprovechamiento del espacio.
- Disminución de los accidentes y de las enfermedades.
- Reducción de los riesgos de incendio.
- Elevación de la moral y el bienestar de los trabajadores.
- Ausencia de focos insalubres.

OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

- Menor pérdida de tiempo, como resultado de la disminución de interrupciones por fallas en la maquinaria.
- Mejor conservación y duración de utensilios.
- Inferior costo por horas extraordinarias de trabajo.
- Reducción de reparaciones en gran escala, al ser prevenidas mediante composturas oportunas y de rutina.
- Gasto atenuado por concepto de reparaciones.
- Menor incidencia de productos rechazados, desperdicios y repeticiones.
- Detección del equipo que origina gastos exagerados de mantenimiento.
- Mejores condiciones higiénicas y de seguridad.

ETAPAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Un mantenimiento preventivo debe comprender las siguientes etapas:

1.- Identificación de los elementos de la edificación, la maquinaria y el equipo que requieren inspección periódica, ajuste, limpieza y lubricación. Se establecen especificaciones técnicas detalladas sobre:

-Maquinaria, dimensiones, pesos, necesidades de lubricación, detalles sobre rodamientos y conexiones, datos sobre motores y transmisiones.

-Edificación, datos sobre disposición general, servicios, capacidad de carga de los pisos, altura, etc.

2.- Inspecciones programadas. Deben realizarse según las sugerencias e información técnica proporcionada por los fabricantes; implica la obtención y análisis de los datos referidos al rendimiento de los elementos, los tiempos de revisión, y los informes de fallas que se registren en el control auxiliar de operación de la máquina.

3.- Inspecciones periódicas. Realizadas según los antecedentes de los equipos, ya que establecen los mejores plazos de revisión.

4.- Reemplazo de elementos de plazo vencido o desgaste anormal.

FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Inspección.

Considera la localización de fallas incipientes y su prevención, antes de que sean graves. Se efectuará el trámite para llevar a cabo una plantilla de inspección en cada máquina. Indicar en aquélla las partes más importantes, los elementos o secciones que se deben inspeccionar, cómo hacer la revisión y su frecuencia. A partir de la información recolectada, se elaborará una serie de fichas por máquina, para agrupar las operaciones que se deben revisar con frecuencia (semanal, mensual, trimestral). Posteriormente, diseñar rutas de inspección y distribuir las fechas dentro de los días de la semana y por semanas al año.

A medida que se realizan las inspecciones incluídas en la ruta de inspección, se asientan los informes sobre el estado de las máquinas y del local, para al final, tener registrada la evolución del trabajo.

Lubricación.

Es la organización de las operaciones de engrase y aceitado de todas las máquinas de la planta. También aquí se sugiere la elaboración de planillas de lubricación, que incluyan un esquema de la máquina, los puntos de engrase, el tipo de lubricante que debe emplearse y la frecuencia de la operación. Con estos datos se elaboran las normas de lubricación, las cuales se agrupan por la frecuencia de los puntos que deben engrasarse.

Reparación.

Consiste en efectuar composturas, para evitar averías o solucionar problemas cuando tales averías ya se han presentado. Existen dos tipos de reparaciones; programadas y de emergencia. Las primeras resultan de las inspecciones para identificación de fallas, las segundas, las de emergencia son de atención inmediata, pues provienen de una avería que ya se manifestó.

Control.

Comprende el registro de trabajos, el análisis de tiempos, el registro de cargas de trabajo y la determinación del tipo y cantidad de material que debe existir disponible en el almacén. Los trabajos se clasifican por categorías: mecánicos, eléctricos y de emergencia.

El análisis de tiempos permite conocer el total de tiempo empleado para cada reparación.

El registro de las cargas de trabajo suministra información sobre la cantidad pendiente de horas-hombre.

CAMPOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Locales.

- Espacio. Al planificar la construcción e instalación es necesario tener en cuenta la relación entre el espacio, la distribución de las instalaciones y la seguridad.
- Pisos, muros, vigas y techos. Inspeccionar y reparar, para que se encuentre libres de grietas, rajaduras, y suciedad.
- Puertas. Verificar cerraduras en buen estado y bisagras lubricadas.
- Limpieza. Debe ser continua en pisos, paredes, puertas y techos.
- Ventilación. Comprobar la existencia de volúmenes de aire adecuados en todos los locales.
- Pintura. Usarla en colores claros, para un mejor aprovechamiento de la luz y para controlar la acumulación de suciedad en rincones y esquinas.
- Ventanas y alumbrado. Observar limpieza y remplazo de lámparas.
- Escaleras. Confirmar que se encuentren iluminadas y limpias; inspeccionar y reparar peldaños desgastados.
- Tuberías. Examinar recubrimiento e identificación.
- Salidas. Constatar que estén bien iluminadas y libres de obstrucciones, así como la señalización de estas.

Instalaciones sanitarias.

- Ver que se realice el aseo de los servicios higiénicos, y éstos cuenten con ventilación e iluminación adecuadas, encontrándose dotados de recipientes adecuados. La limpieza debe efectuarse por lo menos una vez por turno.
- Hacer la renovación de sanitarios, lavamanos, duchas y demás accesorios deteriorados.
- Comprobar el suministro de agua potable y de agua caliente.
- Limpiar los casilleros, al menos una vez por semana.

Superficies de trabajo.

- Las superficies de trabajo deben ser amplias, firmes e uniformes.
- Las áreas de trabajo, las de almacenamiento y las de tránsito deben señalarse mediante marcas pintadas en el suelo, preferentemente en colores claros, con cintas plásticas o barandas.
- Los bancos de trabajo se encontrarán limpios y libres de objetos.
- Pisos. Retirar toda clase de elementos y suciedad que se encuentren en el piso, como aceites, agua, etc.
- Colocar recipientes para desechos, convenientemente distribuidos en todo el lugar de trabajo.

Máquinas y Equipos.

- Lubricación. Utilizar el lubricante adecuado, en los períodos estipulados. Retirar la grasa o el aceite derramados durante la lubricación.
- Mantenimiento mecánico. Reemplazar piezas desgastadas o de plazo vencido.
- Mantenimiento de corrosión. Efectuar las operaciones de prevención de corrosión por sustancias químicas.
- Mantenimiento eléctrico. Reemplazar oportunamente las partes con desgaste o bajo rendimiento.
- Mantenimiento de controles. Revisar periódicamente los instrumentos de medición y los controles de operación.

Herramientas.

- Utilizar herramientas manuales adecuadas y de la calidad necesaria.
- Eliminar herramientas incompletas, defectuosas y desgastadas.
- Almacenar las herramientas en estanterías especiales y evitar guardarlas sucias o engrasadas.

Almacenamiento.

- Espacios. Serán delimitados, separados, ubicados y de capacidad adecuada, bien iluminados y ventilados.
- Pilas. Colocarlas ordenadas, seguras e identificadas.
- Derrames. Realizar inspecciones, para detectar posibles escapes de productos.

Elementos contra incendio.

- Hacer la selección y ubicación adecuada de los elementos contra incendio.
- Efectuar revisiones periódicas de extintores, grifos, mangueras y otros elementos auxiliares.

- Impartir instrucción al personal, sobre la utilización de los extintores.

LIMPIEZA DEL LUGAR DE TRABAJO.

La limpieza influye en la higiene, en la seguridad del local de trabajo, en el ambiente y la moral de los trabajadores. Generalmente se efectúa la limpieza de las máquinas, de las herramientas, del piso del taller; pero se olvidan techos, paredes y ventanas.

Las deficiencias en la limpieza de paredes, techos y vidrios ocasiona:

- Disminución de la iluminación.
- Aumento de los accidentes.
- Cansancio en la vista de los trabajadores.
- Escasa precisión en el trabajo.
- Reducción en el rendimiento del personal.
- Riesgos de incendios.
- Riesgos de infecciones.

La limpieza debe programarse para que todas y cada una de las secciones de la empresa se mantengan limpias, efectuándose a diario y preferiblemente en horarios fuera del trabajo.

Para facilitar la limpieza de las paredes, los techos y los pisos de los locales, éstos deben construirse con materiales lisos, continuos e impermeables, que permitan su correcto lavado.

El polvo acumulado sobre pisos, bordes y superficies de la planta, puede convertirse en una fuente de contaminación por efecto de las corrientes de aire o por la actividad del trabajo, al reingresar a la atmósfera desde donde originalmente se sedimentó. Este polvo puede ser una causa seria y persistente de concentraciones peligrosas, si no se remueve efectuando una limpieza eficientemente efectuada. Se ha demostrado cómo el barrido simple es una manera inadecuada de remover el polvo industrial peligroso, ya que éste procedimiento tiende a llevar por el aire el polvo más fino y naturalmente, ingresan al ambiente las partículas más nocivas, mientras las restantes se asientan en los bordes inaccesibles.

CAPITULO 5.

MANEJO DE MATERIALES Y ALMACENAMIENTO

ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUIMICOS.

En el almacenamiento de los productos químicos intervienen una serie de factores para la toma de las decisiones. Estos factores son el costo, el espacio, las condiciones de temperatura, presión y humedad recomendadas, el volumen del producto y sus propiedades.

Las propiedades características de cada compuesto, así como la gran variedad de químicos existentes en los laboratorios y en los almacenes de los mismos fijan la importancia del uso de normas de almacenaje. Debido a que no es económicamente posible el almacenar cada compuesto o elemento en un ambiente perfectamente seguro, se debe organizar el uso del espacio disponible logrando un compromiso entre la situación totalmente segura y las posibilidades económicas.

Esto se logra conociendo las propiedades químicas y físicas de los materiales a almacenar. Un descuido en estas características puede acarrear un cierto número de peligros: explosiones, fuegos, gases tóxicos, vapores, polvos, etc.

El lugar de almacenamiento puede ser un espacio físico predeterminado o zonas delimitadas claramente por medio de rótulos, en los que se marque el riesgo del producto.

Los movimientos del material deben ser función del tiempo de almacenamiento, es decir, el material que entra primero al almacén sale primero.

La forma de almacenar los materiales peligrosos convenientemente es agrupandolos de acuerdo a sus características, destacando los apartados:

Almacenamiento de Materiales Inflamables. Es necesario conocer la facilidad de ignición y la rapidez de combustión. Prácticamente toda combustión se produce entre el oxígeno y un combustible en estado adecuado. Los gases inflamables y los vapores entran en ignición muy fácilmente, ocurriendo lo mismo con los polvos inflamables, por la rapidez con que se combinan con el oxígeno gaseoso. Los líquidos inflamables pueden producir vapores suficientes a ciertas temperaturas, facilitando que ardan.

Estos materiales constituyen un riesgo potencial de incendio. Se debe tener especial cuidado con los materiales que arden muy fácilmente y son altamente inflamables, por ejemplo los líquidos cuyo punto de inflamación es inferior a 32 °C, todos los gases inflamables y las sustancias pirofosfóricas.

Todos los materiales muy inflamables deberán almacenarse en lugares frescos para evitar su ignición con el aire. Al mismo tiempo, la ventilación debe ser suficiente para impedir la formación de vapores.

Se deben tener las facilidades inmediatas para combatir el fuego, para su uso en caso de emergencia. Son necesarias de igual forma las instalaciones para enjuagar derrames menores.

En un almacén con solventes, lo que deberá estar claramente identificado con letreros, se debe prohibir fumar o portar cerillos. Se deben eliminar los calentadores eléctricos y otras fuentes de ignición. La iluminación y las instalaciones eléctricas deben ser del tipo apropiado.

Los materiales inflamables deben mantenerse separados de los reactivos químicos muy activos, como los agentes altamente oxidantes, o los materiales que puedan reaccionar con el aire o la humedad para crear calor.

Almacenamiento de AGENTES OXIDANTES. Son sustancias que generan oxígeno. De manera agrupada se tienen los siguientes agentes oxidantes:

Los peróxidos orgánicos e inorgánicos, los permanganatos. Los peroxosulfatos, los bromatos, los cloratos y percloratos y los yodatos.
Los nitritos y nitratos orgánicos, los cromatos y dicromatos.

Las sustancias oxidantes deben almacenarse lejos de todos los materiales inflamables, aun cuando éstos sean sólo levemente inflamables. Los materiales oxidantes deben mantenerse alejados de las sustancias que sean agentes reductores.

Almacenamiento de SUSTANCIAS SENSIBLES AL AGUA. Muchas sustancias reaccionan al contacto con el agua o con el vapor, produciendo gases inflamables o explosivos, y desarrollando calor. Pueden agruparse en:

Sustancias que reaccionan con el agua liberando hidrógeno y calor, como el litio, sodio, potasio, rubidio, cesio, calcio, las aleaciones y amalgamas de los mismos.

Sustancias que reaccionan con el agua formando gases inflamables, incluso de ignición espontánea, como el hidruro de aluminio al litio, los hidruros metálicos al álcali y los fosfuros.

Sustancias que reaccionan con el agua para generar calor, como los ácidos concentrados, los anhídridos ácidos y los álcalis concentrados.

Los materiales que reaccionan de estas formas con el agua deben almacenarse en zonas en que no puedan tener lugar inundaciones ocasionadas por pérdidas en las tuberías o por goteras.

Si los materiales reaccionan con vestigios de vapor de agua, deben almacenarse en recipientes sellados o en desecadores.

ESTA TERCERA NO DEBE
SALIR DE LA ESCUELA

Almacenamiento de SUSTANCIAS SENSIBLES AL AIRE. Los metales alcalinos reaccionan también con el aire y se conservan separados de éste y de la humedad almacenándolos en un solvente hidrocarbónico inerte, como el aceite de parafina. El fósforo blanco, por otra parte, reacciona en el aire, pero es inerte en el agua, por lo que se conserva bajo ésta.

Almacenamiento de SUSTANCIAS CORROSIVAS. Los ácidos y álcalis, como algunos otros compuestos químicos son corrosivos para el tejido humano y para los materiales de almacenamiento. Frecuentemente atacan a los recipientes que los contienen o los de otras sustancias. Algunos de los corrosivos son volátiles o reaccionan con la humedad u otros materiales produciendo gases tóxicos o inflamables.

Los ácidos atacan los metales y por esto los ácidos o sus vapores pueden corroer los contenedores y los soportes metálicos. Las soluciones alcalinas pueden incluso atacar al aluminio y liberar hidrógeno.

Almacenamiento de SUSTANCIAS TOXICAS. Al mencionar los tóxicos, suele pensarse en función de su toxicidad en condiciones de uso y almacenamiento normal. Pero se debe prestar atención a la toxicidad en aumento o a las condiciones poco usuales, incluso de desastre.

Como todas las sustancias químicas se consideran como potencialmente peligrosas, deben almacenarse en zonas bien ventiladas, de preferencia frías y alejadas de los rayos directos del sol. Debiendo de organizarse una inspección periódica que alcance a todos los lugares de las zonas de almacenamiento.

Algunas sustancias son consideradas como venenos catalogados de acuerdo con la ley. Estas deben ser almacenadas y usadas con extremo cuidado. Tales sustancias deben conservarse en un armario cerrado, llevándose un registro de su uso.

Almacenamiento de PRODUCTOS QUIMICOS INCOMPATIBLES. Son aquellas sustancias que al ponerse en contacto entre ellas producen una reacción peligrosa, violenta o tóxica. Los materiales incompatibles deben almacenarse alejados entre sí.

Sustancias químicas incompatibles. Riesgo tóxico.

Sustancia	Contacto	Riesgo
Arsenico. Compuestos	Reductores	Arsine, AsH ₃ .
Cianuros.		Acido cianhidrico. HCN
Cloratos	Acidos	Cloro.
Nitratos	Ac.Sulfúrico	Diox. de Nit.
Fósforo	Hid. alc. red.	Fosfina, PH ₃
Sulfuros	Acidos	H ₂ S

Sustancias químicas incompatibles. Reac. peligrosas.

Acido etanóico	Mezclas de ácido crómico, ácido nítrico, ácido perclórico, manganatos, peróxidos y etano 1,2 diol.
Propanona	Mezclas de ácido nítrico y sulfúrico concentrado.
Metales alcalinos	Dióxido de Carbono, hidrocarburos clorinados. Algunos con agua. Na, K.
Amoniaco Anhidro	Br, Cl, I, HF, Hg, hipoclorito de calcio.
Oxido de calcio	Agua.
Flúor	Separado de todos los react.
Oxígeno	Sustancias inflamables.
Peróxidos	Acidos.
Fósforo	Aire, oxígeno.
Acido Sulfúrico	Cloratos y permanganatos

En el almacenamiento de productos químicos se deben seguir las siguientes instrucciones generales:

Todos los materiales químicos deben ser considerados potencialmente peligrosos, por lo que deben ser conservados de manera segura.

Todos estos productos en almacén o en la zona de trabajo deben ser controlados por el método más adecuado.

El acceso a almacenes y laboratorios debe estar controlado estrictamente.

Los líquidos inflamables deben conservarse en un almacén separado para solventes.

Los compuestos volátiles deben almacenarse de forma tal que no puedan producir vapores ni reacciones.

Los materiales muy tóxicos deben conservarse bajo llave.

Los productos incompatibles deben conservarse separados.

Deben utilizarse almacenes frescos y bien ventilados.

El manejo de los productos químicos, al igual que el de otros materiales se basa principalmente en las condiciones de los productos, es decir, es estado en el que se encuentran a la presión y temperatura existentes, la cantidad o volumen de sustancia que se desea manejar o transportar, la cual fija las características del recipiente. Es importante considerar las cualidades del equipo que se va a utilizar en el transporte e incluso del equipo en el que se van a usar las sustancias, ya que esto facilita el manejo del producto en una forma segura. Debe resaltarse que la protección personal se utiliza, destacando el uso de guantes, botas, batas, delantales, caretas, lentes de seguridad e incluso máscaras contra gases.

El manejo de los productos químicos debe realizarse dentro de una serie de procedimientos para evitar los riesgos innecesarios. Estos procedimientos incluyen el uso de equipos de sifón para transferir líquidos de un recipiente grande a otro o incluso el emplear equipos mecánicos para transportar cargas pesadas.

El punto final sobre el manejo de productos químicos radica en la eliminación de los desechos y derrames.

Los desechos industriales son los materiales sobrantes en estado sólido, líquido o gaseoso que se producen en los lugares de trabajo. Su composición y cantidad varía de acuerdo al tipo de industria y al proceso utilizado.

Así como los desechos que se producen en la industria son responsabilidad del empresario, quien debe disponer de ellos lo más rápidamente posible, sin ocasionar problemas de salud en la población, al sistema de alcantarillado, a las instalaciones y a los procesos de la planta de tratamiento de aguas, ni contaminar las fuentes de estos, un laboratorio de Química es responsable por el manejo de los desechos que tenga.

Los materiales sólidos no pueden descargarse normalmente en el sistema de alcantarillado, deben eliminarse del desecho líquido antes de su disposición final.

Los materiales gaseosos constituidos por gases o polvos, y que generalmente se dispersan en la atmósfera sin tratamiento, causan contaminación del aire.

Los desechos líquidos pueden ser descargados en el sistema de alcantarillado, si su volumen es pequeño o han sido sometidos a un tratamiento adecuado. Al verter los desechos químicos líquidos en un curso de agua, pueden provocarse alteraciones físicas, químicas y biológicas en el agua, consecuencia que se reducirán si los desechos se someten a un tratamiento de depuración previo, cuya magnitud dependerá:

- De las características de dilución y de estabilización del curso de agua receptor.
- De los caudales del curso de agua receptor y del vertimiento.
- Del estado del agua antes de recibir los desechos.
- De las características del curso de agua receptor en su trayecto.
- De la posibilidad de recibir otros desechos.
- De la utilización posterior del agua.

Las alteraciones físicas son: Color, Olor, Sabor, Temperatura, Materia en suspensión, Formación de Espuma, Radioactividad.

Las alteraciones químicas son ocasionadas por compuestos orgánicos y compuestos inorgánicos.

Las alteraciones biológicas son: la presencia de organismos patógenos que transmiten enfermedades, la falta de oxígeno disuelto, grado de toxicidad. Para la eliminación de los productos químicos peligrosos y de derrames, existen métodos generales, los cuales pueden ser muy útiles, pero es importante

tratar cada caso individualmente. Para esto es recomendable el tener disponibles las fuentes de referencia adecuadas, las que por comodidad y sentido práctico pueden ser agrupadas de acuerdo a las cualidades de los productos.

Destacando en una forma global:

Apagar fuentes de ignición.

Evitar respirar los vapores.

Usar protección personal.

Limpiar con un agente adecuado como agua, arena, detergente, emulsificante, estabilizador, neutralizar, etc.

Ventilar y lavar.

CAPITULO 6.

ERGONOMIA

Literalmente, la palabra ergonomía se deriva de dos voces griegas: ergon-trabajo y nomos-ley. Fue creada en 1949 por el psicólogo británico K.F.H. Murrell. Al principio se usó "ergonomía" como un nombre para referirse principalmente a los aspectos de anatomía, fisiología y psicología experimental del hombre dentro de la situación de trabajo. Estos aspectos todavía forman parte básica de la ergonomía, pero gradualmente se ha ido ampliando el concepto y actualmente se usa mucho en el sentido de un análisis global de la relación entre el hombre y su trabajo, por una parte, y con el medio en que desempeña su trabajo, por la otra. Esto significa que se han incorporado otras ciencias básicas, además de las ya mencionadas, a la esfera de conocimientos de los cuales depende la ergonomía. Así se ha desarrollado la ergonomía hasta convertirse en un enfoque multidisciplinario de los problemas del trabajo humano. Entre estas fuentes adicionales de conocimiento se puede mencionar la ingeniería de producción, la medicina e higiene ocupacional, la psicología pedagógica, la psicología social y de trabajo, la biocibernética y la ecología humana. en los últimos años se ha desarrollado el concepto de sistemas ergonómicos, lo que significa metodologías para el enfoque global antes mencionado.

En 1949 se creó una Sociedad Británica de Investigaciones Ergonómicas y a la postre se han creado sociedades similares en distintos países y distintas regiones, como por ejemplo, en los países Bajos, Alemania, Francia, Italia, Japón y Escandinavia. La sociedad de Factores Humanos en E.E.U.U. es una organización sinónima.

En 1961 se formó una Asociación Internacional de Ergonomía junto con el Primer Congreso Internacional de Ergonomía que se llevó a cabo en Estocolmo. Se organizan dichos congresos cada tres años.

Entre las distintas revistas dedicadas al campo de la ergonomía, se pueden mencionar:

Ergonomics, Ergonomics Abstracts y Applied Ergonomics editadas en la Gran Bretaña, Human Factors en E.E.U.U. y Travail Humain de Francia.

La ergonomía puede aplicarse con los siguientes propósitos:

Como base para adaptar las personas a las tareas, por ejemplo, con la ayuda de orientación vocacional y adiestramiento, selección, colocación, educación sanitaria, adaptación al trabajo y rehabilitación.

Como base para adaptar las situaciones de trabajo a las capacidades y limitaciones de las personas, con la ayuda de las medidas apropiadas de organización y tecnología.

Naturalmente que ambos campos de aplicación son importantes, aunque actualmente el segundo ha tomado un lugar preferente, debido a la creciente complejidad de la tecnología moderna. En muchos casos ya no es posible simplemente seleccionar y adiestrar a una persona para una tarea ya existente, que se ha desarrollado sobre la base de una tecnología primitiva y del sentido común. En lugar de esto, cada vez es más necesario comenzar la tarea y analizar detalladamente cómo debe diseñarse para que la pueda realizar un hombre cualquiera o persona de determinadas características.

Si se considera la ergonomía como un instrumento para adaptar el trabajo al hombre, podríamos definirla como la tecnología basada en información biológica y conductal del ser humano que persigue el propósito de tomar en cuenta el mayor número posible de factores que afectan al hombre en su trabajo.

Esta definición puede ser de valor operacional para el proyecto actual. Desde luego que hay cierta duplicación entre la ergonomía, en este sentido, y otras áreas como las actividades de salud ocupacional, la ingeniería de seguridad, la administración de personal, ingeniería industrial, etc. Sin embargo, esta duplicación no debe presentar mayor problema en la práctica si se escoge la organización adecuada en la empresa para una actividad integrada hacia una tecnología humanista.

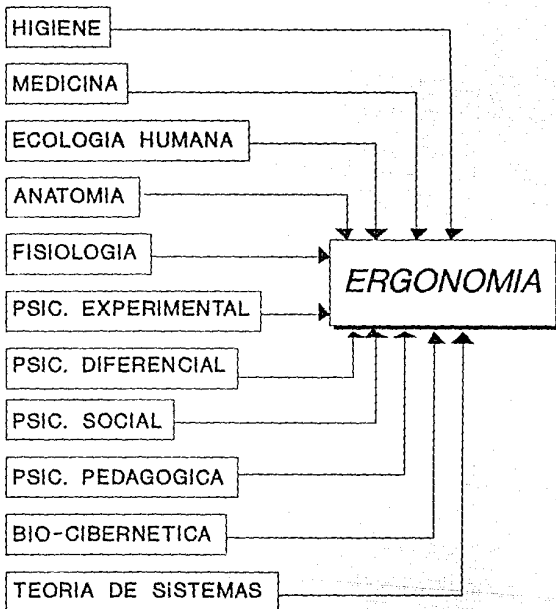
Al tratar de adaptar el trabajo a la persona, primero se debe aclarar lo que significa esta adaptación y qué criterios se deben usar para su evaluación. Si consideramos en un sentido amplio la ergonomía y áreas relacionadas, como la seguridad y salud industrial, estos criterios deben puntualizarse de la siguiente manera:

- Seguridad
- Salud
- Actitudes hacia las condiciones de trabajo en el sentido de comodidad y fatiga, en el aspecto sociológico del trabajo, como motivación, satisfacción, dignidad.
- El rendimiento en el trabajo según sea afectado por el aprovechamiento debido a la habilidad humana.

Es posible medir o evaluar algunos de los puntos anteriores por medio de estadísticas y directrices. Para medir la seguridad y la salud se usan las estadísticas de accidentes y enfermedades, existen muchos métodos rutinarios para la evaluación y eliminación de factores adversos en el trabajo. En otros casos, la metodología es bastante dudosa y no se conoce bastante al nivel del laboratorio de enseñanza. Pero aún cuando hay una gran falta de conocimientos es imperativo tomar en consideración también estas áreas y promover el tipo de investigación que aumente nuestra capacitación para aplicar una "ergonomía social", es decir, una ergonomía que más o menos abarque todas las necesidades relevantes del hombre en su trabajo.

ERGONOMIA

BASES CIENTIFICAS



La relación entre el hombre, su trabajo y su ambiente está formada por varias partes. Si comenzamos con el aspecto de la percepción, uno de los campos de la "ergonomía clásica", podemos enumerar una larga serie de factores, que en resumen, se puede decir que corresponden a la ergonomía de información. Algunos ejemplos son:

- Condiciones visuales, problemas de iluminación y colores.
- Señales sonoras y ruidos como problemas de percepción.
- Señales percibidas por otros sentidos, como el tacto, el equilibrio.
- Problemas de canalización de habilidades, motivación.

Hay abundante información disponible en todos estos aspectos, gracias a la investigación de psicología fisiológica y de la percepción, tanto básica como aplicada que permite la interpretación de situaciones de trabajo prácticas. También hay directrices para ingenieros sobre iluminación adecuada, reducción del nivel de ruido, diseño de instrumentos y señales de alarma, y la correcta programación de tareas de inspección.

Los procesos de percepción están íntimamente relacionados con los mecanismos biológicos que intervienen en la interpretación y retención de información recibida por el cerebro. Aún en este campo, el ingeniero cuenta con datos procesados acerca de las condiciones óptimas para aprender de memoria, analizar y tomar decisiones, etc. y también se sabe mucho acerca del tiempo de reacción psicomotora a estímulos sensoriales de diferentes clases.

En el aspecto del rendimiento, en parte es necesario considerar las respuestas psicomotoras antes mencionadas, y en parte hay que aplicar la anatomía funcional, la antropometría y la fisiología del trabajo en la distribución de trabajo. Algunos de los problemas se relacionan con los siguientes puntos:

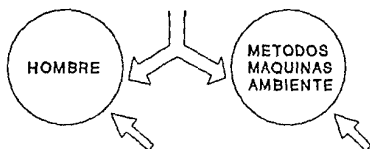
- Lo pesado del trabajo en relación con la capacidad de trabajo del hombre.
- La carga física agregada al trabajo por condiciones del clima, altura, gases tóxicos, etc.
- La eficiencia mecánica del cuerpo, y cómo es afectado por el método de trabajo, la técnica de trabajo, la velocidad, la distribución de tiempos de actividad e inactividad, etc.
- La carga local sobre la espalda, músculos y articulaciones al ser afectados por el patrón de movimientos, la posición de trabajo, el esfuerzo muscular estático, la disponibilidad de tiempo para micropausas, el peso y la forma de los elementos que deben ser levantados o cargados, etc.
- Problemas del asiento, la necesidad de espacio de trabajo, pisos adecuados, etc.
- Diseño y colocación de controles, en relación con esfuerzo y eficiencia.

ERGONOMIA

AREAS DE APLICACION

ERGONOMIA

OBJETIVO



APLICACION

ORIENT. VOCACIONAL
SELECCION
ADIESTRAMIENTO
EDUCACION
ASIGNACION
DESEMPEÑO
REHABILITACION

MEDIDAS
REGENERADORAS

DISENO

ORGANIZACION
TECNOLOGICA

RESPONSABILIDAD

ADMINISTRATIVOS
MEDICO Y SEGURIDAD
PSICOLOGOS
ADIESTRAMIENTO
OPERACION

TECNICOS

OPERACION

MEDICO Y SEG.

- Diseño de herramientas manuales y otros dispositivos para la transformación de energía manual, como carretillas.
- Efectos médicos, fisiológicos y de eficiencia de las vibraciones mecánicas de herramientas manuales, piezas de trabajo y asientos de vehículos.

En todos estos aspectos se cuenta con técnicas para analizar la situación de trabajo y también hay establecidas gran cantidad de reglas tecnológicas que se pueden aplicar en forma más o menos directa en el diseño del trabajo. Esto también corresponde a la "ergonomía clásica". En esta relación se pueden mencionar los datos que se deben aplicar para proporcionar un ambiente más seguro y cómodo en cuanto a temperatura, humedad, movimiento y limpieza del aire, eliminación de contactos con sustancias tóxicas y desagradables, etc.

Otros campos en los cuales se debe aplicar el conocimiento biológico a la situación de trabajo tiene que ver con el trabajo de turnos, las horas de trabajo, la distribución de tiempo para descansos y comidas, y la ingestión correcta de alimentos y bebidas en relación con la naturaleza del trabajo.

Al considerar las capacidades y zonas de tolerancia del hombre con respecto a todos los factores del trabajo antes mencionados, es necesario saber algo acerca de la variabilidad de las diferentes funciones humanas, su extensión y las causas biológicas y sociales subyacentes, como por ejemplo:

- La composición genética, que influye en el tamaño del cuerpo, sus proporciones, la adaptabilidad del sistema nervioso, su condición física, etc.
- Diferencias sexuales en la capacidad para trabajar.
- Cambios en las diferentes capacidades por edad avanzada.
- Efectos de la fatiga y de una sobrecarga de trabajo prolongada.
- Influencia de enfermedades y desnutrición.
- Efectos de diferentes factores sociales dentro y fuera del trabajo.

En muchos de estos aspectos no basta saber la influencia en promedio y la amplitud de variación en las diferentes poblaciones. También se necesitan métodos para analizar las diferentes capacidades funcionales en cada caso individual. La medicina ocupacional moderna, la fisiología del trabajo y la psicología diferencial suministran varios de estos métodos, los que se usan cada vez más en la industria.

El tipo de ergonomía que más se ha aplicado hasta la fecha es el que podríamos llamar ergonomía regenerativa. Esto significa tomar medidas para remediar una situación ya creada, sobre la base de encuestas de la máquinas existentes, los métodos y ambientes de trabajo.

Un tipo de ergonomía más provechoso, y menos frecuente, es la ergonomía de diseño. En este caso se toman en cuenta los factores humanos desde el principio mismo de la planificación tecnológica, al mismo tiempo que los datos técnicos y económicos. La ergonomía de diseño encuentra dos campos de aplicación:

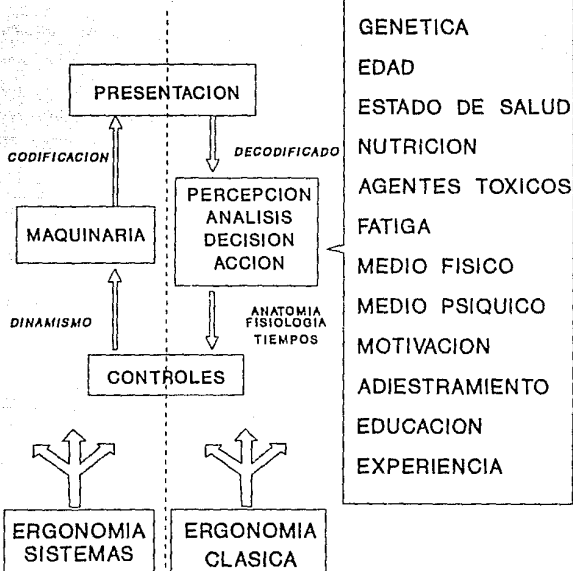
- 1.- El diseño de los lugares de trabajo.
- 2.- El diseño de los productos.

De los dos quizás se ha explorado más a fondo el primer campo que el segundo. Sin embargo, está ganando terreno a paso cada vez más acelerado la ergonomía de productos referida a artículos de consumo, diseño de máquinas, etc., en muchos países y en diferentes ramas de la industria.

La ergonomía de sistemas se ha desarrollado recientemente hasta llegar a ser una metodología útil para el análisis general de los sistemas del hombre-máquina-ambiente que se necesitan en el proceso de diseño.

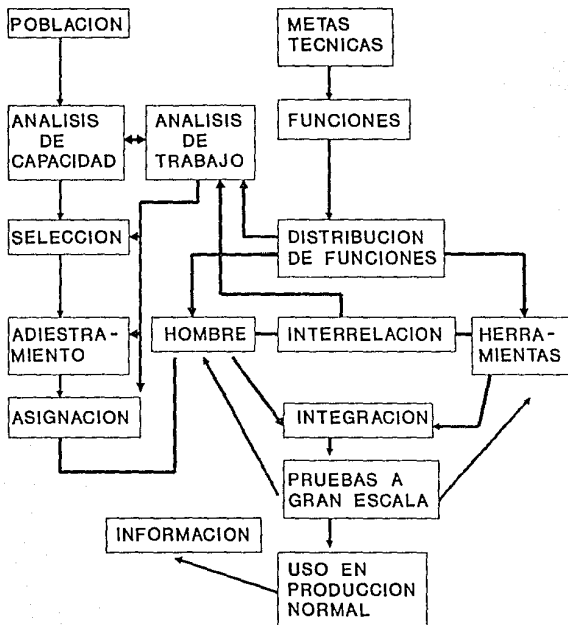
ERGONOMIA

MODELO DE SISTEMA HOMBRE-MAQUINA-MEDIO



ERGONOMIA

ORGANIZACION DEL TRABAJO



ERGONOMIA

ORGANIZACION ERGONOMICA



CENTROS DE TRABAJO

CAPITULO 7.

TECNICAS DE SEGURIDAD.

Bajo el nombre de técnicas de seguridad, se incluyen aquellas actividades encaminadas a inducir a una persona en la materia de seguridad, en crear una conciencia de seguridad en las labores y a analizar las situaciones existentes para lograr la integración del hombre, el equipo y el ambiente dentro de un marco seguro.

En esta metodología existe un proceso de educación y otro de adiestramiento. Debe diferenciarse uno del otro.

La educación es primordialmente un desarrollo mental, empleando los conocimientos y la comprensión. Es adquirir información de un tema. Mientras que el adiestramiento por su parte, principalmente está relacionado con el desarrollo de la habilidad de realización, sin que esta diferencia los haga excluyentes.

Educación para la seguridad, es crear o promover un espíritu de seguridad, con viva conciencia de la importancia que tiene el suprimir accidentes y una actitud vigilante para corregir situaciones y prácticas inseguras.

Adiestramiento para la seguridad, es el desarrollar la habilidad en el empleo de técnicas y prácticas de trabajo.

CAPACITACION Y ADIESTRAMIENTO.

Es necesario distinguir tres clases de actividades de entrenamiento, porque del hecho de confundirles, resultan problemas tales como la responsabilidad en el entrenamiento.

Debido al carácter teórico o práctico del entrenamiento es importante señalar:

El primero suele darse para todas las capacidades que se requieran en la profesión, siendo por ésto más general, mientras que el segunda se da para un puesto concreto y determinado.

El primero exige que, además de él, se adquiera una destreza específica al ocuparse el puesto de que se trata, el segundo consiste precisamente en la adquisición de esa habilidad y, por lo mismo, debe darse, aun suponiendo que ya existe una capacitación teórica previa.

El primero solamente se necesita tratándose de puestos calificados y el segundo se requiere aun en los no calificados o semicalificados.

Lo anterior implica que dentro del entrenamiento existen tres aspectos diferentes y complementarios:

La Capacitación, de carácter teórico, de amplitud mayor y para trabajos calificados.

El Adiestramiento, de carácter práctico y para un puesto concreto, es necesario para todos los trabajos e indispensable.

La Formación que junto con las anteriores que proporcionan respectivamente ideas y hábitos, se requiere para crear o desarrollar en la persona hábitos morales, sociales, de trabajo, etc.

El adiestramiento se divide debido a su razón en:

- Adiestramiento de inducción.
- Adiestramiento por cambio de puesto.
- Adiestramiento por cambio de sistemas.
- Adiestramiento por corrección de defectos.

En razón del método se distingue principalmente el adiestramiento dentro del trabajo y el adiestramiento en escuela.

El adiestramiento dentro del trabajo tiene como característica principal que se realiza dentro de las operaciones normales de producción o servicio, siendo el fin principal el producir y el secundario el enseñar. Dentro de las variedades de este tipo de adiestramiento se tienen: el TWI, también conocido como Adiestramiento Dentro de la Empresa; la Encomienda de Casos, en el que se desarrolla o se resuelve un caso concreto; y la Rotación Planeada, en la que se prepara a la persona al hacerla pasar por varios puestos.

El adiestramiento en Escuela, al contrario de lo que ocurre con el adiestramiento en el trabajo, lo principal es adiestrar, el aprovechamiento de lo producido al enseñar, no existe o es secundario. Puede realizarse en escuelas vestibulares, es decir de la propia empresa o en escuelas tecnológicas.

La Capacitación se divide de acuerdo a su amplitud si los conocimientos son aplicables dentro de un puesto determinado, si son aplicables a una actividad o si se refieren a toda una rama como la industrial, comercial, etc.

La Capacitación de acuerdo a su naturaleza se divide en:

- Capacitación al empleado.
- Capacitación al supervisor.
- Capacitación al ejecutivo.

La Capacitación puede ser por medio de Clases, Cursos breves, Becas, Conferencias, Método de Casos, Instrucción programada, Mesas redondas, Publicaciones y Audiovisuales.

El sistema de entrenamiento, adiestrar y capacitar debe incluir los siguientes puntos:

PLANIFICACION DE LA FUNCION DE CAPACITACION, donde se fijan los objetivos a lograr. Determinar las metas que se deben perseguir dentro de los actuales conceptos de liderazgo, equipo y de la labor individual.

DETERMINACION DE LAS NECESIDADES DE CAPACITACION. Investigar para determinar las necesidades reales que existen o que se deban satisfacer a corto, mediano y largo plazo. La empresa debe satisfacer necesidades presentes, prever y adelantarse a necesidades futuras.

ELABORACION DE UN PROGRAMA TOTAL DE CAPACITACION. Una vez detectadas las necesidades de capacitación, diseñar un programa a corto, mediano y largo plazo para responder y satisfacer dichas necesidades.

HABILITACION Y EJECUCION DEL PROGRAMA. Señalar la forma y método de instrucción. Las técnicas de enseñanza aprendizaje que se usan comunmente son:

Adiestramiento en el puesto, análisis de casos, conferencias, corrillos, demostración, descubrimiento, discusión en grupos, ejercicios vivenciales, juegos de negocios, mesa redonda, sensibilización, simposio.

Una vez seleccionada la técnica o técnicas se eligen los agentes, donde se puede recurrir a una institución o escuela, a un instructor externo independiente o bien a un instructor interno especializado para un caso concreto. Para los cursos existen diversos auxiliares didácticos audiovisuales, que son de gran ayuda.

Evaluación y seguimiento del programa de capacitación. A todo curso se le debe diseñar una forma de evaluación que permita medir la eficiencia y resultados del programa educativo y la labor del instructor.

ADIESTRAMIENTO PARA LA SEGURIDAD.

Se han puesto a la práctica diversos métodos y muchos de ellos han obtenido considerable éxito manifestado por la disminución del número de accidentes. Puede decirse en forma general, que su éxito es proporcional al grado en que han aplicado el principio de 'haciendo se aprende'.

Uno de los métodos de adiestramiento que ha dado buenos resultados y el cual proviene del programa de adiestramiento en tiempo de guerra, consta de los siguientes factores:

El procedimiento seguro para llevar a efecto las operaciones o serie de operaciones de trabajo, expuestas en forma sencilla pero efectiva.

Los diversos riesgos son descritos con claridad, junto con la relación entre ellos y los diversos pasos del método.

La enseñanza es sistemática y detallada. Puede describirse con las siguientes expresiones:

Dígale.
Muéstrele.
Indíqueme que lo haga.
Corríjale hasta que lo capte bien.
Supervísele para que siga actuando.

La razón por la que se exija el uso de equipo protector especial, como gafas, calzado de seguridad y protectores de manos, es aplicada, su uso y cuidado apropiado se enseña con todo detalle.

Las guardas específicas necesarias para la protección del trabajador son también descritas y enseñada la forma de usarlas. Por ejemplo, las guardas en el punto de operación de las máquinas herramienta, guantes de malla de acero para cortar, guardas para las hojas de las hachas, guantes de goma y otros dispositivos aislantes en el desempeño de trabajos eléctricos, pantallas y escudos para detener la proyección de astillas y virutas.

El análisis de seguridad en el trabajo proporciona la información requerida para el adiestramiento. Sirve para preparar el método de seguridad adecuado, sacando a la luz los peligros, señalando el camino hacia las precauciones a tomar, y apuntando las salvaguardas específicas a emplear en cada operación. Ayuda a que los trabajadores sean destinados a la tarea más acomodada a ellos, teniendo en cuenta las limitaciones físicas de los mismos así como sus cualidades.

Dentro de los medios usuales para la presentación se incluyen:

Las películas, de importancia para presentar la idea general de la seguridad, para mostrar secuencias en movimiento, así como relaciones y el ambiente, logran presentar la idea, pero no los detalles.

Las filminas, que pueden ser detenidas para que el público analice mejor la escena y comentarla. Suele acompañarse de una literatura como ayuda para el conferenciante.

Las diapositivas, son de gran valor en un salón de clases o para instrucción en grupo. Con un comentario adecuado y explicaciones de los detalles constituye una ayuda de gran importancia.

SUPERVISION.

Por supervisión se entiende el arte de realizar el trabajo por medio de los esfuerzos y habilidades de otros. Una organización puede tener varios niveles de supervisión, directos para con los empleados o indirectos, para los mismos supervisores.

Para el funcionamiento de la supervisión, se requiere que los deberes y responsabilidades se encuentren bien definidos así como el emplear un conjunto de principios, prácticas y habilidades.

El supervisor es responsable del trabajo realizado por otros. Algunas de sus funciones son el entrenar, contratar, preguntar, inspeccionar, asistir, adiestrar y relacionar a las personas con sus trabajos.

Dentro de las propiedades y funciones de la supervisión se tiene la productividad, la inspección, el control de calidad, la comunicación, el rendimiento. Para esto es importante que el supervisor influya en el estado de ánimo, el bienestar, la eficiencia y la cooperación del trabajador, crear conciencia de los peligros potenciales, inculcar la metodología de trabajo y reportar las necesidades.

El supervisor es el encargado también de la seguridad y los problemas que los peligros potenciales puedan causar. Aunque la seguridad es responsabilidad del total de trabajadores, es el supervisor quien en muchas ocasiones debe inculcar el respeto a la seguridad en el personal. La supervisión evita errores, acciones peligrosas y comunica seguridad.

La confianza y fé absolutas que la dirección tiene en sus supervisores, son un verdadero pedestal sobre el que se desarrolla la actuación de ellos, pero para que ésto sea correcto, el supervisor debe responder al apoyo de la dirección con cinco cualidades importantes, sin las cuales no merece ser llamado supervisor.

1. El Conocimiento del Trabajo.
2. El Conocimiento de sus Responsabilidades.
3. La Habilidad para Instruir.
4. La Habilidad para Dirigir.
5. La Habilidad para mejorar los Métodos de trabajo.

LISTA DE VERIFICACION.

Para el análisis de riesgos, existen varios métodos. La lista de verificación contiene preguntas o puntos a revisar dentro de un procedimiento o acción. Puede ser de forma específica o generalizada. El propósito es el establecer un procedimiento seguro para el desarrollo de la actividad.

Un ejemplo generalizado para la etapa de diseño incluiría los siguientes puntos:

Revisión de materiales, materiales utilizables, fabricantes, catálogos, equipos.
Características físicas, flamabilidad, temperaturas de fusión y ebullición, presión de vapor, etc.
Disposición en planta.
Equipo eléctrico.
Procedimientos.
Construcción.
Transporte de materiales.
Arranque de equipo.
Clasificación de materiales, explosivos, tóxicos, corrosivos, compatibilidad, desperdicios, almacenaje, electricidad estática, radioactividad, reactividad.

Una lista de verificación para equipos eléctricos puede ser:

1. ¿ El voltaje nominal indicado en la placa del fabricante, es el mismo que el de la fuente de abastecimiento ?

M. Una máquina de un voltaje determinado, al ser conectada a un voltaje mayor girará a una velocidad que aumentará directamente en función del aumento de voltaje, con respecto a su velocidad nominal. El aumento de voltaje puede provocar que la máquina se quemé o que estalle. La razón por la que estas máquinas estallan es que la fuerza centrífuga aumenta hasta el cuadrado de la velocidad. Bajo estas circunstancias las ruedas tienen cuádruple tendencia a estallar. El exceso de velocidad en máquinas rectificadoras conectadas a una fuente incorrecta de voltaje puede ocasionar el estallido de ruedas abrasivas. (Si no se quema antes).

2. ¿Está la clavija en buenas condiciones y es del tipo apropiado?

M. Las clavijas dañadas pueden dejar expuestos los conductores, las clavijas forradas con cinta pueden ocultar realmente los riesgos que por humedad y polvo forman conductos que provoquen cortocircuito, las puntas sueltas de la clavija pueden entrar en la toma de corriente provocando un choque eléctrico.

3. ¿Está bien asegurado el cable con la abrazadera del cordón sobre la cubierta exterior ?

M. Las puntas de entrada del cable en la herramienta y en la clavija están sujetas a esfuerzos máximos de flexión y al desgaste consiguiente. La cubierta resistente exterior del cable y la abrazadera están diseñadas para resistir este esfuerzo y mantener su aislamiento de protección. Una abrazadera que quede floja o mal colocada transmite el esfuerzo a las conexiones del conductor o al aislamiento flexible pero menos robusto de los conductores. En ambos casos puede resultar un conductor roto o descubierto.

4. ¿ Tiene el cable daños externos o reparaciones cubiertas con cintas ?

M. Cualquier daño a la cubierta exterior del cable debilitará el aislamiento del conductor y lo expondrá de manera más vulnerable. La cinta aislante que no sea a prueba de agua puede ocultar el daño.

5. ¿Estan fuera de circuito la herramienta y la clavija antes de echar a andar la herramienta o conectarla a la fuente de energía ?

M. La sorpresa causada por una máquina que se lleva en la mano o que funcione con fuerza teniéndolo sin atención sobre un banco, puede ocasionar daños no sólo en el área que lo rodea, sino una seria lesión al operador antes de controlarla.

(13)

QUE PASA SI...

El propósito es la identificación de posibles secuencias resultado de accidentes, y por consiguiente métodos para reducir el potencial de riesgo.

Puede usarse en procesos existentes, durante la etapa de desarrollo del proceso o antes del arranque. Es común utilizarlo para revisar cambios propuestos a instalaciones en funcionamiento.

Los resultados que se obtienen enlistan los escenarios de accidentes potenciales, sus consecuencias y posibles medidas preventivas.

Los resultados son de naturaleza cualitativa, sin ninguna implicación cuantitativa.

Para mostrar este procedimiento se ha escogido el proceso de producción de ácido nítrico. El cuál es acompañado por un diagrama de la sección del proceso de interés.

PRODUCCION DE ACIDO NITRICO.

DESCRIPCION DEL PROCESO.

En la producción del ácido nítrico a partir de la oxidación de amoniaco, se involucran varias etapas, que son:

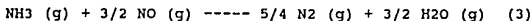
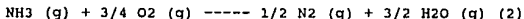
- a) Vaporización del amoniaco.
- b) Oxidación del amoniaco para producir oxido nitroso.
- c) Oxidación del oxido nitroso a oxido nítrico.
- d) Condensación del oxido nítrico.
- e) Absorción del oxido nítrico con agua para producir ácido nítrico.

Las etapas a considerar, son A y B, es decir, aquellas que tienen verificativo en la batería 100.

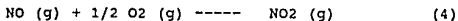
Se recibe del límite de baterias amoniaco en fase líquida, proveniente de un tanque de almacenamiento no ilustrado en este proceso, por medio de la bomba L-120 A/B. Esta corriente se hace llegar al evaporador V-121, que opera con vapor de agua como medio de calentamiento, proveniente de Servicios Auxiliares. La corriente de amoniaco en fase gas, es alimentada al reactor catalítico de lecho fijo R-130.

Para que la oxidación de amoniaco se lleve a cabo, se cuenta con aire a condiciones estandar, el cual se pasa por el filtro H-110, para posteriormente ser enviado al compresor G-111, de donde sale a una presión de 8 bars y una temperatura de 250 °C. Dicha corriente es alimentada directamente al reactor R-130, verificándose así la reacción de oxidación a 8 bars y 900 °C, obteniéndose óxido nitroso y vapor de agua. Los productos de reacción salen al quemador de gases R-240, fuera del límite de baterias. (14)

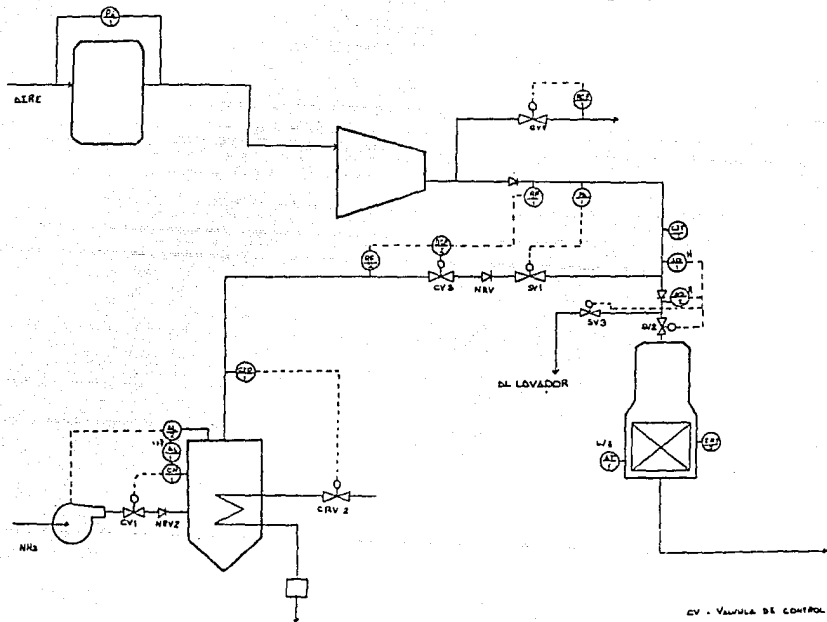
Las reacciones principales que se llevan a cabo en el reactor R-130, son:



Las reacciones fuera del límite de baterias, son:



OPERACION DE SEGURIDAD



CV - VALVULA DE CONTROL
 NV - VALVULA DE ATENCION

A continuación se presenta el estudio de operabilidad y posteriormente se propondrán las modificaciones necesarias.

ESTUDIO DE OPERABILIDAD.

BOMBA (L-120 A/B).

Que pasa si...:

- a) No recibe amoniaco?
- b) El $NPSH_d < NPSH_r$?
- c) La bomba falla?
- d) Hay una fuga en la bomba?
- e) La válvula de la bomba se atasca?
- f) No recibe mantenimiento adecuado?
- g) No se encuentra debidamente alineada?

RESPUESTAS.

- a) Implota la bomba L-120.
- b.1) Se flashea el amoniaco, provocando un efecto de cavitación.
- b.2) Puede producirse un flujo inverso.
- c) La bomba L-120 B (spare) entra en operación.
- d) Contaminación con un agente tóxico.
- e.1) Abierta.- La presión de descarga de la bomba varía, produciendo un sobreflujo en el evaporador V-121, alterando la composición de amoniaco en el reactor R-130, o alimentando amoniaco en fase líquida al mismo equipo.
- e.2) Cerrada.- Aumenta la presión de descarga de la bomba, con suspensión del flujo al evaporador V-121.
- f) Deja de operar y se daña permanentemente.
- g) Se desgastan los rodamientos de la flecha. Se daña y deja de operar.

EVAPORADOR (V-121).

Que pasa si...:

- a) La alimentación no es adecuada?
- b) Hay incrustación, si hay corrosión?
- c) La evaporación no es total?
- d) Hay fugas?
- e) La válvula de descarga del evaporador no opera correctamente?

RESPUESTAS.

- a.1) Sobrealimentación.- Puede llegar a inundarse, además de alimentar líquido al reactor.
- a.2) No alimentación.- Se altera la concentración de amoniaco, por lo tanto la reacción en el reactor R-130.

- b.1) Incrustación.- Se presentan problemas de transferencia de calor.
- b.2) Corrosión.- Se debilitan las paredes del evaporador hasta presentar fugas de amoniaco.
- c.1) Se presenta flujo en dos fases con sus respectivas implicaciones.
- c.2) Se presenta flujo inverso del reactor al evaporador por gradientes de presión en la línea.
- d.1) Amoniaco en la atmósfera de trabajo es tóxico.
- d.2) Hay una pérdida de presión en la línea y el equipo.
- e.1) Evaporador.- Caída de presión y flujo inverso. Cambios indeseables en la relación amoniaco-aire.
- e.2) Vapor de agua.- Problemas de transferencia de calor.

FILTRO DE AIRE (H-110).

Que pasa si...:

- a) Se encuentra bloqueado?
- b) Se encuentra dañado?
- c) No es el requerido?
- d) La corriente de aire presenta agentes contaminantes?

RESPUESTAS.

- a) Incremento peligroso en la concentración de amoniaco en el reactor (R-130).
- b.1) El rotor del compresor (G-111) puede resultar dañado.
- b.2) Puede obstruirse la tubería por acumulación de polvo.
- b.3) Pasan impurezas que pueden envenenar el catalizador.
- c.1) Los tiempos de operación se ven alterados debido a mantenimiento del filtro, y los demás equipos.
- c.2) El rendimiento de la reacción baja.
- c.3) Pueden ocurrir reacciones paralelas indeseables.
- d.1) Pueden presentarse problemas de corrosión.
- d.2) Se envenena el catalizador y afecta el rendimiento.

COMPRESOR DE AIRE (G-111).

Que pasa si...:

- a) El compresor falla?
- b) Los controladores fallan?
- c) Hay una caída de presión en la línea?
- d) La válvula de la línea al absorbedor (D-210) o el controlador de la misma no funciona?
- e) El medidor de flujo de alimentación de aire al reactor (R-130) falla?
- f) El compresor (G-111) no recibe aire?

RESPUESTAS.

- a) El suministro de aire al reactor (R-130) se ve interrumpido, alterando la $\{NH_3\}$ en el reactor.
- b.1) El compresor puede dañarse por sobrecarga.
- b.2) La relación $(NH_3\text{-aire})$ aumenta. Como se trata de una reacción exotérmica, aumenta la temperatura a extremos peligrosos en el reactor (R-130).
- c.1) Puede crearse un flujo inverso en la línea al absorbedor.
- c.2) El amoniaco puede llegar al compresor (G-111) con alto riesgo de explosión.
- d.1) No hay flujo en la línea de aire al absorbedor (D-210) afectando el proceso global.
- d.2) Puede crearse un flujo inverso en la línea al absorbedor, contaminando el sistema.
- e) La relación $(NH_3\text{-aire})$ aumenta con sus respectivas consecuencias.
- f) La línea de carga puede colapsarse.

REACTOR CATALITICO (R-130).

Que pasa si...:

- a) La temperatura sobrepasa el límite?
- b) Las válvulas no funcionan correctamente?
- c) Se alimenta amoniaco en fase líquida?
- d) La relación amoniaco aire no es la indicada?
- e) Las condiciones de operación en R-130 se ven alteradas?
- f) El catalizador se envenena?
- g) Se arrastra catalizador ?
- h) Hay fugas de reactivos y/o productos?
- i) Llega agua al reactor ?

RESPUESTAS.

- a) Si sobrepasa su punto de disparo, la presión aumenta, llegando a provocar una explosión o un contraflujo en las líneas de alimentación.
- b) Puede alterarse la velocidad de reacción y la composición de salida, así como la presión y la temperatura dentro del reactor.
- c.1) La temperatura se ve afectada.
- c.2) Hay cambio de volumen en el reactor, de manera violenta (explosión).
- d) La reacción desplaza el equilibrio por ley de acción de masas, afectando la composición del producto.
- e.1) Explosión por aumento de temperatura y presión.
- e.2) Detenerse la reacción o alterarse la velocidad de la misma.
- e.3) Flujo inverso a V-121 o G-111 en caso de aumento de presión.
- e.4) A baja presión podría sobrecargarse el motor del compresor G-111 y la bomba L-120.
- f) El rendimiento y la conversión disminuyen.
- g) Llega al quemador R-240 o puede obstruir la línea de salida del reactor R-130.

- h.1) Pueden variar las condiciones de operación.
- h.2) Contaminación severa por agentes tóxicos.
- h.3) Cambio súbito de presión y riesgo de explosión.
- i) El catalizador se desactiva.

MODIFICACIONES DE PROCESO

Las acciones correctivas que deben ser tomadas para corregir el sistema se presentan por equipo y están basadas principalmente en una instrumentación completa así como de equipo de seguridad.

Es importante resaltar que la posibilidad de que un fenómeno se presente en cada equipo es la misma por lo que la medida de corrección incluye todo el sistema.

El filtro de aire, debe contar con un medidor de presión diferencial, la operación de este equipo debe contar con un mantenimiento apropiado para evitar su descompostura.

La fuente de suministro de aire debe encontrarse en una zona libre de contaminantes, es decir lejos de chimeneas, líneas de desfogue, etc. La revisión periódica de las condiciones de operación del filtro deben incluir un análisis de la composición de los gases y comparar este resultado con los valores de diseño para asegurar así que el filtro es correcto en cuanto a capacidad y materiales.

El compresor de aire debe tener una serie de aditamentos de control y alarma, como lo es una alarma por bajo flujo o presión que sirve de controlador para el flujo de amoniaco. Los controladores del compresor deben de ajustarse a una alarma de temperatura elevada que indique si su funcionamiento es erróneo.

La forma principal de evitar el flujo inverso es mediante una válvula de retención.

Para evitar problemas de presión excesiva la línea debe tener sistemas de venteo, formado por válvulas de seguridad. Los procedimientos de operación del equipo deben ser tales de poder llevar a cabo su funcionamiento en casos extremos aún si los indicadores no funcionan.

La bomba debe estar controlada por un indicador de nivel del tanque de almacenamiento del amoniaco, es recomendable el colocar una recirculación para asegurar que siempre se tenga flujo. El diseño y selección de la bomba debe incluir una verificación de las características de la bomba para comprobar la curva de operación, si el npsH disponible resulta menor que el requerido, esto puede ser satisfecho mediante un aumento de la

presión de entrega del amoniaco en el límite de baterias o bajando la temperatura del amoniaco, para evitar el flasheo del fluido. El sistema de bombeo tiene un funcionamiento alternado de sus bombas, y los motores de éstas tienen dos posibles fuentes de energía eléctrica, una de las cuales es la propia planta de energía a base de combustión interna. La bomba debe ser seleccionada de los materiales apropiados para el uso que presenta. Un mantenimiento periódico debe revisar los sellos de la bomba para evitar una posible fuga.

Los procedimientos de operación deben incluir equipo de seguridad para el riesgo de tóxicos ambientales.

El funcionamiento de la bomba está controlado por un sistema de nivel y presión con alarma en el evaporador.

El evaporador debe tener un mantenimiento adecuado. Debe contar con una alarma y control que pare la bomba en caso de un nivel muy elevado. Es recomendable un análisis rutinario de la concentración de hidróxido de amonio presente en el vaporizador. El flujo de vapor es controlado por la presión de descarga de amoniaco gaseoso. Un sistema de venteo de amoniaco funciona si el flujo de amoniaco es mayor, teniendo cuidado de diseñar el venteo en una zona que no cause riesgo tóxico.

El reactor debe contar con medidores de temperatura y concentración que funcionen como controladores de la línea de desfogue y las de alimentación, así como las alarmas correspondientes y el cerrado de la alimentación en caso de una temperatura extremadamente alta.

ANALISIS DE MODO DE FALLA Y EFECTO.

El propósito de este procedimiento es el identificar modos de falla en equipos y sistemas y de cada falla su efecto potencial sobre el proceso o planta.

Se puede utilizar en diversas etapas:

En Diseño, para identificar medidas adicionales de protección que puedan ser incorporadas rápidamente al diseño.

En Construcción, para evaluar cambios resultantes de modificaciones en el campo.

En Operación, para evaluar procesos existentes para identificar fallas que puedan presentar el potencial de un accidente.

Los resultados que se obtienen forman un listado sistemático de modos de falla en equipos y/o sistemas y sus consecuencias. Es de muy fácil actualización en caso de cambios al diseño.

La metodología es la siguiente:

Seleccionar el Sistema. Porciones independientes de otros sistemas. No Complejos.

Describir el Sistema. Hacer un diagrama del proceso. Mostrar y marcar todos los componentes que pudieran fallar.

Asignar números a los componentes. Todos los componentes que pudiesen fallar deben ser numerados.

Tabular los Datos. Tabular cada componente y su número en la hoja de trabajo.

Modo de falla. Listar todos los modos posibles en que cada componente puede fallar. Se deben considerar también errores humanos de operación que puedan causar una falla.

Efecto en otros componentes. Algunos componentes pueden fallar y afectar a otros, listando estas interacciones.

Efecto en el Sistema. Es posible que la falla de un componente afecte todo el sistema. Listar estas interacciones.

Clasificación del riesgo. Estimar el grado de riesgo, resultante por la falla de cada componenete, de acuerdo a la tabla I.

Probabilidad de falla. Estimar la probabilidad de falla de cada componente y es igual al tiempo de duración de la falla, dividido entre el intervalo entre fallas. Tabla II.

Métodos de Detección. Es la manera en que cada modo de falla es detectado. Listar todos ellos.

Medidas de Prevención y Emergencia. Listar todas las medidas de prevención y emergencia existentes, para cada modo de falla.

Estimación cuantitativa de corrección. Se puede obtener sumando los exponentes correspondientes a la clasificación de riesgos y probabilidad de falla. Cualquier producto que resulte 10^{-1} ó mayor deberá implicar el tomar medidas adicionales de prevención y/o emergencia.

MODO DE FALLA Y EFECTO

TABLA I

<u>•GRADO DE SEGURIDAD</u>	<u>•DESCRIPCION</u>	<u>•CLASIFICACION</u>
SEGURA	EL COMPONENTE NO PUEDE FALLAR. LA FALLA SERA SEGURA NO CAUSARA UNA SITUACION PELIGROSA	$10^0 = 1$
MARGINAL	FALLA DEL COMPONENTE SIN CAUSAR DAÑO MAYOR O LESIONES AL PERSONAL. CORREGIR EN EL DISEÑO.	$10^1 = 10$
INSEGURO	FALLA CON PROBABILIDAD DE DAÑO MAYOR Y/O LESIONES AL PERSONAL. CORRECCION PRACTICA.	$10^2 = 100$
MUY INSEGURO	FALLA DEL COMPONENTE CAUSA FALLAS MULTIPLES EN EL PROCESO. TODAS CON SERIES CONSECUENCIAS EN LESIONES AL PERSONAL O DAÑO A LA PROPIEDAD. CORRECCION INMEDIATA.	$10^3 = 1000$

MODO DE FALLA Y EFECTO

TABLA II

• CATEGORIA • PROBABILIDAD • VALOR APROX.

A

EXTREMADAMENTE
POSIBLE 10^{-1}

B

POSIBLE 10^{-2}

C

RAZONABLEMENTE
POSIBLE 10^{-3}

D

NO MUY POSIBLE 10^{-4}

E

REMOTA 10^{-5}

F

EXTREMADAMENTE
REMOTA 10^{-6}

ESTUDIOS DE RIESGO Y OPERABILIDAD. HAZOP.

La técnica conocida como HAZOP, Hazard and operability studies, fue iniciada en los sesenta en la división Mond de ICI. El objetivo de este procedimiento es estimular la imaginación del diseñador de una forma sistemática. Es lo suficientemente flexible para aplicarse a todo tipo de plantas, procesos continuos o por lotes, equipos individuales, etc.

La técnica puede aplicarse sobre los conceptos iniciales desarrollados en laboratorio, en el diseño final o intermedio de la planta, al hacer reparaciones y trabajos de mantenimiento, en el arranque o paro de la planta.

A través del método, se imagina desviaciones utilizando ciertas palabras clave, que, al ser analizadas por un grupo de trabajo, permiten una búsqueda sistemática de los peligros escondidos en las plantas.

Las palabras clave son palabras simples usadas para analizar el propósito del uso del equipo, guiando y estimulando la creatividad de un grupo de trabajo para descubrir las posibles desviaciones al proceso.

PALABRA CLAVE	SIGNIFICADO	COMENTARIOS	DESVIACION
NO, NADA	NEGACION TOTAL DE LA INTENCION.	NINGUNA PARTE DE LA INTENCION OCURRE.	NO EXISTE FLUJO DONDE DEBIERA. NO EXISTE ENERGIA.
MAS, MAYOR	AUMENTO AL GRADO DE LA INTENCION.	SE REFIERE A CANTIDADES Y PROPIEDADES.	MAYOR FLUJO MAS CARGA, TIEMPO DE REACCION, TEMPERATURA PRESION O VISCOSIDAD.
MENOS, MENOR	DIMINUYE EL GRADO DE LA INTENCION.	"	MENOR FLUJO MENOS CARGA TIEMPO DE REACCION, TEMPERATURA PRESION O VISCOSIDAD.
A PARTE DE, TAMBIEN	UN AUMENTO CUALITATIVO.	LA INTENCION OCURRE CON OTRA ACTIVIDAD.	OTRAS FASES IMPUREZAS, OTROS FLUJOS. CORROSION.
PARTE DE, SOLO PARTE DE,	DISMINUCION CUALITATIVA	ALGUNAS INTENCIONES OCURREN, OTRA NO.	COMPOSICION DIFERENTE, OMISION EN ADICIONES.
CONTRARIO A	OCURRE LO OPUESTO A LA LOGICA.	OCURRE LO CONTRARIO A LO ESPERADO.	EL FLUJO SE REGRESA, EL PRODUCTO SE ENVENENA.
EN VEZ DE, ANTES DE, DESPUES DE, A DONDE MAS	SUSTITUCION COMPLETA.	OCURRE ALGO TOTALMENTE DIFERENTE A LO ESPERADO.	EN VEZ DE CARGAR "A" SE CARGA "B", EN VEZ DE ENFRIAR, CALENTAR

El éxito o fracaso de la técnica depende de:

La exactitud de los diagramas y los datos.

La habilidad técnica del grupo multidisciplinario para utilizar esta metodología como una ayuda a su imaginación.

La habilidad del grupo para mantener un sentido de proporción en desviaciones, causas, consecuencias y peligros.

El procedimiento anterior se utilizará la sección de alimentación en una unidad de dimerización de una olefina.

SECCION DE ALIMENTACION EN UNA PLANTA DE DIMERIZACION.

Una fracción alqueno/alcano conteniendo pequeñas cantidades de agua suspendida es bombeada continuamente de un tanque intermedio a través de una tubería de 800 metros a un tanque buffer/sedimentación. El agua residual es extraída para posteriormente pasar por un intercambiador de calor y precalentador hacia la sección de reacción. El agua que tiene un efecto adverso en la reacción de dimerización es extraída manualmente del tanque de sedimentación a intervalos. El tiempo de residencia en la sección debe ser mantenido entre ciertos límites para asegurar la conversión adecuada del alqueno y evitar una formación excesiva de polímero.

Se analizará la línea del tanque intermedio al tanque buffer.

Intención: Transferir una fracción de alquenos/alcanos de composición definida del tanque intermedio al tanque buffer/sedimentación a un cierto flujo y temperatura.

(15)

HAZOP
ALIMENTACION A DIMERIZACION.

PALABRA CLAVE: NO		DESVIACION: NO HAY FLUJO
CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	ACCION REQUERIDA
1) NO EXISTE HIDROCARBURO EN EL TANQUE INTERMEDIO	FALTA DE ALIMENTACION A LA SECCION DE REACCION Y DISMINUCION DE PRODUCTO. FORMACION DE POLIMERO EN INTERCAMBIADOR.	A) ASEGURAR UNA BUENA COMUNICACION CON EL OPER. DEL TANQUE INETR. B) INSTALAR ALARMA A BAJO NIVEL DEL TANQUE DE SEDIMENTACION LIC.
2) LA BOMBA FALLA	IGUAL QUE 1	CUBIERTO POR B
3) BLOQUEO DE LA LINEA, VALVULA(S) CERRADA(S) O LCV CIERRA.	IGUAL QUE 1 SOBRECALENTAM. DE LA BOMBA	CUBIERTO POR B C) INSTALAR SISTEMA DE RECIRCULACION EN LA BOMBA. D) CHECAR EL DISEÑO DEL STRAINER DE LA BOMBA.
4) FRACTURA DE LA LINEA.	IGUAL QUE 1 DESCARRGA DE HIDROCARBURO EN AREA ADYACENTE A CAMINO PUBLICO.	E) PATRULLAR REGULARMENTE E INSPECCIONAR LA LINEA.

PALABRA CLAVE: MAS, MAYOR DESVIACION: FLUJO MAYOR		
CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	ACCION REQUERIDA
5) VALVULAS LCV ABRE ERRONEAMENTE O BYPASEADA	SE SOBRELLENA EL TANQUE BUFFER. SEPARACION INCOMPLETA DEL AGUA CAUSANDO PROBLEMAS POSTERIORES EN LA REACCION.	F) INSTALAR ALARMA DE ALTO NIVEL EN EL LIC, CHECAR DIMENSIONES DE LA VALVULA DE ALIVIO G) CERRAR BYPASS EN CASO DE NO REQUERIRSE, POR MEDIO DE UNA BRIDA. H) EXTENDER LA LINEA DE SUCCION DE LA BOMBA DE ALIMENTACION 12 PULGADAS SOBRE LA BASE DEL TANQUE.

PALABRA CLAVE: MAS, MAYOR DESVIACION: MAYOR PRESION		
CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	ACCION REQUERIDA
6) VALVULA CERRADA O LCV CERRADA MIENTRAS FUNCIONA LA BOMBA DE TRANS	LINEA DE TRANSF. SUJETA A LA PRESION DE DESCARGA O DE PULSACION	J) CUBIERTO POR C SALVO CUANDO EL SISTEMA DE RECIRCULACION ESTE BLOQUEADO O AISLADO, CHECAR ESPECIFICACIONES DE LA LINEA, ROTAM., COLADERA, REDUCIR LA VELOCIDAD DE CIERRE DE LCV. INSTALAR MANOMET. DESPUES DE LCV Y EN EL TANQUE BUFFER.

PALABRA CLAVE: MAS, MAYOR DESVIACION: MAYOR TEMPER.		
CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	ACCION REQUERIDA
7) EXPANSION TERMICA EN UNA SECC. ENTRE VALVULAS DEBIDO A FUEGO O CALOR SOLAR.	FRACTURA EN LA LINEA O EN COLADERA.	K) INSTALR EN LA SECCION VALVULADA UN SISTEMA DE ALIVIO. LA RUTA SEGUIDA POR ESTE SISTEMA SE DECIDIRA POSTERIORMENTE.
8) ALTA TEMPERAT. EN EL TANQUE INTERMEDIO.	ALTA PRESION EN LA LINEA TRANSF. Y TANQUE BUFFER.	L) INSTALAR SEÑAL DE ALTA TEMPERAT. EN EL TANQUE INT. O ALARMA.

PALABRA CLAVE: MENOS, MENOR DESVIACION: < FLUJO O TEMP		
CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	ACCION REQUERIDA
9) FUGAS	PERDIDA DEL PRODUCTO ADYACENTE A CAMINO PUBLICO	CUBIERTO POR E, J, B.
10) CONDICIONES DE INVIERNO.	CONGELAMIENTO DEL POZO DE AGUA Y DE LINEA DE DRENAJE.	M) TRAZAR CON LINEA DE VAPOR.

PALABRA CLAVE: APARTE DE DESVIACION: PREC.AC.ORG.		
CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	ACCION REQUERIDA
11) PROBLEMAS DE DESTILACION ANTES DEL TANQUE INTERMEDIO.	AUMENTA LA CORROSION.	N) CHECAR LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION.

PALABRA CLAVE: PARTE DE		DESVIACION: DIFER. CONCENT
CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	ACCION REQUERIDA
12) ALTO NIVEL DE AGUA EN EL TANQUE INTERMEDIO.	EL POZO DE AGUA SE LLENA MAS RAPIDAMENTE, POR LO QUE LA FASE DE AGUA PODRIA PASAR A LA REAC.	O) ADAPTAR FORMA DE DRENAR SEGUIDAMENTE EL TANQUE INTERMEDIO. INST. ALARMA DE ALTO NIVEL DE INTERFASE EN EL POZO.
13) PROBLEMAS DE DESTILACION ANTES DEL TANQUE POR COMP. LIGEROS.	AUMENTO EN LA PRESION DEL SISTEMA.	P) VERIFICAR EL DISEÑO DEL TANQUE BUFFER Y SUS VALVULAS, TUBERIAS, VENDEOS, ETC. SOPORTEN UN AUMENTO EN PRESION.

PALABRA CLAVE: OTORS		DESVIACION: MANTENIMIENTO
CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	ACCION REQUERIDA
14) FALLA DE EQUIPO.	LA LINEA NO PUEDE SER PURGADA.	Q) INSTALAR DRENAJE EN PUNTO BAJO, VIA N. 2

ANALISIS DE PELIGROS. HAZAN.

Es la aplicación de métodos numéricos a problemas de seguridad.

Es importante que el grupo de mantenimiento lleve un estudio estadístico de la falla de un equipo y el grupo de producción de la demanda de los sistemas de seguridad.

El análisis de peligros HAZAN, consiste en 3 etapas:

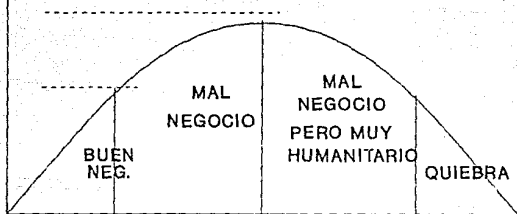
- 1) Estimar qué tan seguido ocurrirá un incidente.
- 2) Estimar las consecuencias en empleados, público, planta y el negocio.

INVERSION EN SEGURIDAD

RENTABILIDAD

GASTO EN SEGURIDAD

- RECUPERACION DE LA INVERSION



DINERO GASTADO EN SEGURIDAD

LA RAZON DEL ANALISIS DE PELIGROS HAZAN

3) Estimar los resultados anteriores y tomar decisiones.

Suponer que un accidente causaría un millón de pesos en pérdidas en equipo/producción (sin daños humanos) y se estima que ocurrirá una vez en 1000 años. Entonces vale la pena gastar o invertir \$1000 / año en prevenir el accidente y no más.

Un método para evaluar el riesgo en la vida de los operadores es conocido como "Rango de Accidentes Fatales", definido como el número de accidentes fatales por cada 1000 trabajadores en una vida activa de trabajo (10^8 horas).

Para empleados pagados quincenalmente o semanalmente el FAR= 4 compuesto por FAR1=2 (riesgo ordinario) y FAR2=2 (riesgos químicos). El FAR=20 para carreteras y casas, FAR=370 por enfermedad, incluido un FAR=40 por fumar cigarrillos.

Con esto no se está sugiriendo un valor de FAR aceptable, ya que ningún riesgo a la vida humana es aceptable. Pero se debe estudiar y decidir en qué secciones hay mayor riesgo y tomar ahí acciones inicialmente.

Una persona en una planta química no debe estar expuesta a un FAR mayor a 2 por riesgo químico. A veces no se está seguro de haberse identificado todos los riesgos químicos. En este caso, cada riesgo por separado debe tener un FAR menor a 0.4.

La conversión de FAR a razón de peligro indica la suposición que la persona a mayor riesgo muere siempre que ocurre el accidente en FAR=0.4.

Al reducir el riesgo de accidentes fatales se reduce también el riesgo de accidentes menores, pero lo opuesto no es necesariamente cierto.

Para estimar la frecuencia de un incidente, existen métodos que se usan cuando no existe una experiencia previa o un banco de datos.

Ilustrando este procedimiento se tiene:

Razón de peligro (P) Ocasiones / año en que ocurre el incidente.

Sistema de protección: Instrumento instalado para prevenir el incidente.

Intervalo de prueba (T): Tiempo transcurrido entre la última y la siguiente prueba del sistema de protección.

Razón de demanda (D): Ocasiones / año en que el sistema de protección actúa.

Razón de falla (F): Ocasiones / año en que falla el sistema de protección. (Experiencia, tablas).

Fracción de tiempo muerto (FDT): Tiempo en que el sistema de protección está inactivo.

$$P = F (1 - \exp(-DT/2)) \text{ Exacta.}$$

$$P = D * FDT \quad \text{Menos exacta.}$$

Para un sistema de válvulas de alivio:

$$F = 0.01 \text{ /año.}$$

$$T = 1 \text{ año.}$$

$$FDT = (1/2T)F = 0.005$$

$$D = 1 \text{ (suposición).}$$

$$P = D * FDT = 0.005 \text{ veces/año} = 1 \text{ vez / 200 años.}$$

$$P = F(-\exp(-DT/2)) = 0.0039 \text{ /año} = 1 \text{ vez/254 años.}$$

Sistema de protección en paralelo.

$$P = 4/3 D * (FDTa * FDTb)$$

Sistema de protección en serie.

$$FDT = FDTa + FDTb - (FDTa * FDTb)$$

Arboles de probabilidades:

Incidente 1 o incidente 2: $P1 + P2$.

Incidente 1 e incidente 2: $P1 * P2$.

ANALISIS DE RIESGO SISTEMATICO.

Bajo este nombre se encuentran dos técnicas semejantes y complementarias. El árbol de Fallas y el árbol de Eventos.

El primer paso en la administración de riesgos es el establecer el nivel de riesgo de una actividad, después de lo cual se pueden realizar las actividades siguientes:

Aceptar el nivel de riesgo.

Realizar más estudios para reducir la incertidumbre.

Proponer cambios que faciliten la operación.

Para decidir el nivel de riesgo aceptable se requiere de un juicio profesional, consideraciones de costo beneficio, comparación con valores obtenidos de la experiencia, etc.

Este análisis se desarrolla al encontrar y estudiar todas las actividades que contribuyen al riesgo.

La metodología general establece la formulación de tres cuestiones principales:

Qué puede salir mal?

Qué tan probable es esto?

Cuáles son las consecuencias?

Las respuestas pueden agruparse en juegos de tres variables L, F y D. Donde L es para el escenario o lugar, F es la frecuencia o probabilidad y D es la consecuencia potencial o estado de daños.

Algunos de los inconvenientes pueden ser la falta de información y el nivel de confianza de la misma.

De la comparación de ambos métodos se puede destacar, que en el árbol de Fallas, se define un evento máximo y se encuentran todas las secuencias lógicas que pueden llevar a este evento, identificándolas y representándolas en un diagrama. En el árbol de eventos el peligro potencial de las consecuencias resultantes de un evento inicial se determinan. Las probabilidades de éxito o falla son calculadas para cada punto de ramificación del árbol.

ANALISIS DEL ARBOL DE FALLAS.

El propósito de esta técnica es el identificar combinaciones de fallas de componentes que pueden provocar un accidente.

Su aplicación contempla las fases de diseño y operación. En diseño puede usarse para descubrir modos de falla ocultos, resultantes de combinaciones de fallas de componentes individuales. En operación permite incluir características de procedimientos y fallas de operadores que combinadas pueden provocar un accidente.

Los resultados que se obtienen forman un listado de combinaciones de fallas que pueden repercutir en un accidente específico. Estos resultados son de tipo cualitativos, con potencial cuantitativo. Los árboles de falla pueden ser evaluados cuantitativamente si se dispone de datos de probabilidades de falla (árbol de eventos).

La metodología de esta técnica puede describirse como:

1- Definir el sistema. Seleccionar el sistema y fijar los límites físicos y de operación.

2- Seleccionar el evento máximo. La más seria o catastrófica falla resultante en el sistema.

3- Construcción del árbol. Relacionar todas las posibles combinaciones de eventos que puedan ocasionar el evento máximo, usando la simbología del método. Para cada evento se deberá ir identificando las combinaciones de sub-eventos y causas que los pueden originar. Cuando se llegue a una causa primaria de falla, se proponen medidas preventivas.

4- Analizar el árbol cuantitativamente y asignar probabilidades de falla para determinar la ocurrencia del evento máximo.

SIMBOLOGIA ARBOL DE FALLAS

SALIDA



LLAVE O

ESTA LLAVE INDICA QUE EL EVENTO SUPERIOR FALLA SI ALGUNA DE SUS ENTRADAS FALLA.

SALIDA



LLAVE Y

ESTA LLAVE INDICA QUE EL EVENTO SUPERIOR FALLA SOLAMENTE SI TODAS SUS ENTRADAS SE PRODUCE SIMULTANEAMENTE EN EDO. FALLA.



SUB-EVENTO

EL RECTANGULO DESCRIBE EL EVEN EL CUAL ES LA SALIDA DE UNA LLAVE LOGICA.



CAUSA PRIMARIA

EL CIRCULO REPRESENTA UN COMPONENTE DEL SISTEMA, FALLA PRIMARIA O INDEPENDIENTE, UNA CAUSA BASICA QUE NO REQUIERE POSTERIOR DESARROLLO.

SIMBOLOS CONTINUACION



CAUSA SECUNDARIA

EL DIAMANTE REPRESENTA UN EVENTO DE FALLA BASICA EL QUE NO SE DESARROLLA DEBIDO A LA FALTA DE INFORMACION DE PROB.



OPERACION NORMAL

EL PENTAGONO REPRESENTA UN EVENTO QUE NORMALMENTE SE ESPERA QUE OCURRA POR DISEÑO O POR CONDICIONES NORMALES.

ENTRA



SALE



TRANSFERENCIA

EL TRIANGULO REPRESENTA LA TRANSFERENCIA DE UNA PARTE DEL ARBOL A OTRA LOCALIDAD EN EL MISMO ARBOL

SALIDA

CONDIC

INHIBIDA



LLAVE DE INHIBICION

REPRESENTA UN EVENTO EL CUAL PUEDE OCURRIR CON UNA PROBABILIDAD FIJA DE FREC. ESTA EN SU EDO DE FALLA SOLAMENTE SI SUS ENTRADAS ESTAN EN FALLA Y OCURRE LA CONDICION INHIBIDA.

CAPITULO 8.

RECOMENDACIONES y CONCLUSIONES.

El estudio de las condiciones de los laboratorios y el análisis de los riesgos potenciales tiene como finalidad el desarrollar un programa de seguridad.

Lo anterior representa los pasos iniciales para la protección personal.

Para la realización del plan, se contemplan una serie de actividades sucesivas y sistemáticas para su funcionamiento.

Las fases del programa de seguridad son las siguientes:

Interés en la Política de Seguridad.

Corrección de las Instalaciones.

Inspecciones.

Aviso de Accidentes y Desarrollo de Estadísticas.

Campaña de Seguridad.

Desarrollo de un Comité o Comisión Mixta de seg.

Mantenimiento programado de equipos e instalaciones.

Realización de Cursos y Prácticas.

Equipo de Protección Personal.

Tablas de Materiales.

Listas de Verificación para los equipos.

Hojas de Datos de los Reactivos.

Evacuación.

Manejo de Desechos.

La POLITICA DE SEGURIDAD y la concientización de la comunidad Universitaria tiene como objetivo la inducción a la seguridad. Para este propósito se propone la realización de un audiovisual que sirva como base a la presentación y comunicación de la seguridad en el uso de los laboratorios.

Basado en los porcentajes de aprendizaje por medio de cada sentido: Vista 80%, Oído 14%, Tacto 2%, Gusto 2% y Olfato 2%. La presentación debe desarrollarse con un Video, o bien un audiovisual con equipo mixto como Diapositivas, video, sonido, acetatos, etc.

La diferencia principal de ambos métodos es la de tener o no un interlocutor para la presentación de la Seguridad y la organización de la misma.

Del análisis de las instalaciones se obtienen diversos puntos que deben mejorarse.

ESTRUCTURA DE LOS LABORATORIOS. La organización de los diferentes laboratorios busca satisfacer las necesidades de la institución, es por ésto que existe la especialización en cada uno de ellos.

Los materiales de construcción son estructural y funcionalmente correctos, pero la construcción se desarrolló con un fin arquitectónico de estética en lugar de uno de seguridad. Las modificaciones que sufrió el proyecto, incluso durante su construcción tienen como resultado que las condiciones de trabajo no sean adecuadas.

ESPACIO EN LOS LABORATORIOS. Las dimensiones de los laboratorios son muy variadas. Esto no es debido realmente a la función que deben desempeñar, sino en realidad al uso del espacio disponible. En su mayoría los laboratorios no son grandes, pero pueden ser ocupados por los alumnos, quienes trabajan la práctica. El número de alumnos de unos 50. Existen problemas de espacio en los laboratorios de Química Orgánica y de Ingeniería Química.

El laboratorio de Química Orgánica resulta pequeño y estrecho para permitir el trabajo de un grupo completo en condiciones adecuadas. Se sugiere trabajar con grupos menores de 25 estudiantes, por lo que se requiere programar en sesiones independientes al total. Esto implica restricciones o modificaciones en los horarios.

El problema de los laboratorios de Ingeniería Química no es debido a la colocación del grupo dentro del laboratorio, sino al restringido acceso que se puede tener para con los equipos. Otro problema de estos laboratorios es que en un futuro muy cercano se encontrará saturado de equipos. Restringiéndose el desarrollo de nuevos proyectos por parte de alumnos. Puede tratar de realizarse el trabajo experimental por equipos de trabajo, o el desarrollar prácticas con varios aparatos referentes a un mismo tema.

ILUMINACION. La distribución del equipo de iluminación resulta correcto, incluso porque los colores tienen un predominación de tonos claros. La iluminación es normalmente natural y artificial para lograr un buen estado para laborar.

LIMPIEZA. La limpieza de los laboratorios es adecuada, pero podría mejorarse en algunos aspectos. Dentro de estos puntos se tiene que en caso de lluvia, debido a la inexistencia de un tapete de entrada, el piso se ensucia excesivamente, siendo incluso peligroso. Debe instalarse una rejilla como colector de los líquidos con un sistema de drenaje. Otro punto pudiera ser el considerar el uso de basureros clasificados por el tipo de desecho a contener, separando de esta forma algunos de los desperdicios como papel y otros combustibles de las fuentes de ignición como cerillos. Es importante resaltar la conveniencia de cambiar el color y la ubicación de los cestos de basura, para lograr un mayor contraste con las instalaciones y evitar accidentes. Existen zonas sobre las gavetas laterales que no tienen gran uso, pueden colocarse en este lugar los basureros.

ORDEN. El orden de los equipos y accesorios no es del todo correcto, ya que algunos objetos no se encuentran colocados debido a la falta de un lugar fijo asignado a estos. La clasificación y disposición final de estos equipos es de suma importancia, tanto para la seguridad como para la imagen que muestran.

SALIDAS. Los laboratorios cuentan con dos accesos, pero solo uno de ellos se utiliza y el otro se encuentra cerrado con llave. La planta baja cuenta con seis salidas de emergencia y el acceso antes mencionado. La problemática radica en que las tres salidas del lado norte conducen al denominado patio de servicio, cuyo portón se encuentra cerrado y con candados. Las tres salidas del sur se encuentran en los laboratorios de Ingeniería Química, están parcialmente bloqueadas con los equipos y muchas veces tienen llave.

La planta alta cuenta con un acceso, la escalera principal y tiene una salida de emergencia en el lado norte, con el problema de la estrechez de la escalera de emergencia cuyo acceso se ve entorpecido por la escalera que conduce a la azotea y que conduce al patio de servicio.

Representa un riesgo grave el usar las salidas de emergencia ya que en una emergencia no se logrará desalojar las instalaciones satisfactoriamente.

Debe considerarse el cambiar las cerraduras de estas puertas por unas de presión que se actúan sólo por el lado interior. El control que se tenga en el portón del patio de servicio debe ser cuidadoso.

Los simulacros de emergencias y desalojos deben realizarse con cierta frecuencia para tratar de que todos conozcan las salidas de emergencia y su uso.

SERVICIOS. Los laboratorios cuentan con un conjunto de servicios. La electricidad, la alimentación del fluido se tiene del sistema municipal, mediante un tablero principal y otro de distribución, pero no se tiene planta de emergencia ni luces de emergencia instaladas. Las tomas de corriente en los laboratorios son correctas.

Los laboratorios cuentan con un sistema de distribución aéreo de AGUA, GAS, VACIO y ELECTRICIDAD. De estos servicios el sistema de vacío presenta algunos problemas, ya que la bomba de vacío trabaja en un rango de presión, por lo tanto, cuando se requiere una presión determinada y constante en algún equipo no se logra por el tiempo necesario. Para algunas prácticas con los equipos del laboratorio de Ingeniería Química puede ser conveniente trabajar con las bombas pequeñas, pero se requiere de alguna instalación especial.

El DRENAJE presenta algunos defectos, ya que no cuenta con alcantarillados para evitar que algún sólido pueda tapar el sistema. El desecho de sustancias químicas se lleva a cabo mediante la recolección de químicos en frascos, separándolos por sus características de ácidos, para luego ser desalojados en una fosa, cuyo error estriba en su localización, debido a que se encuentra en el patio principal. Debe ser aislada. La selección de los frascos de recolección no es del todo correcta, ya que los recipientes no cuentan con una abertura lo suficientemente amplia para permitir un llenado rápido y seguro; su tamaño puede resultar insuficiente para prácticas donde se utilicen grandes volúmenes de soluciones, tal es el caso de las prácticas de titulación o de cinética.

EXTRACCION de gases y vapores, los laboratorios no cuentan con extractores, se tienen campanas de extracción para trabajar con los diferentes reactivos.

EXTINGUIDORES, se cuenta con varias unidades de diversos compuestos para los diferentes tipos de fuego que se pueda presentar. Así mismo se tienen mantas contra incendio, pero estas se encuentran de manera incorrecta, ya que fueron sacadas de sus envases, donde se deberían mantener y solo sacar periódicamente. Estas mantas se encuentran colocadas en sitios inadecuados, ya que están dentro de las regaderas de emergencia. La distribución de extintores es correcta pero su colocación no lo es, debido a que se encuentran colocados a una altura mayor al límite de 1.50 m. Este valor es para cualquier centro de trabajo, donde normalmente la mayor parte de los trabajadores son hombres, no jóvenes de ambos sexos cuya estatura promedio es menor.

ELEVADOR. Las instalaciones de los laboratorios cuentan con un elevador de carga, cuyo uso puede entenderse únicamente para el desecho de soluciones en la fosa, ya que resulta inseguro

para el manejo de reactivos. La utilización de este servicio para el manejo de equipo pesado, de uso no muy común, cuenta con un problema, su localización, ya que se encuentra dentro del laboratorio de Química Orgánica, dentro del cuarto del Espectrofotómetro, por lo que resulta incomodo utilizarlo en el mismo horario de prácticas.

VENTILACION. La ventilación en estas instalaciones se encuentra limitada a una serie de ventanas distribuidas en los muros norte y sur. La colocación de éstas no es completamente correcta; presentandose una serie de situaciones irregulares tales como la existencia de una sola ventana en el laboratorio de Química Orgánica, siendo este laboratorio uno de los que requieren mayor ventilación dado el uso de solventes y otras materias primas. Los laboratorios de análisis y de alimentos tienen ventanas suficientes, pero se crea un problema de ventilación, ya que las corrientes de aire apagan constantemente los mecheros. El problema anterior radica en la mala colocación de las ventanas, puesto que la parte inferior del marco de la ventana tiene el mismo nivel que las mesas de trabajo. Esta situación provoca que las corrientes de aire se muevan fuertemente sobre las mesas. Por consiguiente para poder trabajar en estos laboratorios es necesario que muchas veces no se abran las ventanas y se soporte el calor.

El laboratorio de Ingeniería Química no cuenta con ventana alguna, se tienen las salidas de emergencia, normalmente cerradas y las puertas de acceso.

Dentro de los problemas de ventilación se tiene que el piso superior cuenta con muros que no llegan al techo, por lo que existe una comunicación entre los laboratorios por encima de los muros, resultando esto un riesgo.

Otro problema en cuanto al tipo de ventilación existente es el AREA ESTERIL en el laboratorio de microbiología. Esta zona cuenta con una ventana en lugar de un sistema mecánico de ventilación como podría ser aire acondicionado y un extractor.

ALMACEN. los laboratorios cuentan con un almacén de reactivos y cristalería. Este almacén se encuentra en el edificio adjunto a los laboratorios. Cuenta con un area de servicios, oficina, campana de extracción y estantería. Los riesgos encontrados radican en la colocación de los reactivos dentro del almacen. Estos se encuentran distribuidos en tres grupos, Orgánicos, Inorgánicos y los Acido-Basicos. La organización de estos productos corresponde a un orden alfabético y no a uno de grupo funcional, por lo que puede presentarse la incompatibilidad de productos. La ventilación que se tiene en la campana de extracción corresponde a un riesgo para la comunidad, debido a la posición de la salida de los vapores; directamente al patio.

Las INSPECCIONES buscan encontrar y analizar situaciones y procedimientos que puedan resultar riesgosas. Estas inspecciones deben realizarse siguiendo un itinerario preestablecido. Se sugiere la formación de un grupo de trabajo para este fin.

El manejo de la INFORMACION DE ACCIDENTES debe realizarse y manejarse de forma tal que puedan llenarse formas específicas con las cuales posteriormente poder desarrollar estadísticas de trabajo. De estas estadísticas puede posteriormente a un análisis, encontrarse situaciones de riesgo a corregir.

Para el buen funcionamiento de cualquier programa o plan, incluso un de seguridad, es necesaria una intensa COMUNICACION de los mensajes, motivos y resultados de la seguridad. Logrando así desarrollar una conciencia en toda la comunidad. Para esto se requiere de una CAMPANA informativa de Seguridad, Orden, Limpieza y Procedimientos de Operación.

La formación de un COMITE O COMISION MIXTA DE SEGURIDAD E HIGIENE, no es de menor importancia, pero se requiere un ambiente tal para su buen funcionamiento, que se sugiere como el punto siguiente. Este comité o comisión, de carácter más formal que el grupo de inspección, sus funciones incluirán recorridos, inspecciones, programas, promoción y orientación en materia de seguridad, vigilancia de normas de seguridad, uso de equipo de protección, señalización, investigación de Accidentes, causas, repotes, revisión del lugar, acciones correctivas, etc.

Puede desarrollarse conjuntamente con el Consejo de Alumnos de Química o independientemente.

El MANTENIMIENTO de las instalaciones y de los equipos busca varios objetivos. El prolongar la vida útil de éstos. El evitar que en el momento de las prácticas se pierda tiempo al tener que limpiar y revisar los equipos. Este mantenimiento debe ser programado durante el período intersemestral. Aunque no se restringe el programar eficientemente durante el curso en base a las prácticas. Como ejemplo de aspectos importantes con requerimiento de este servicio, se tienen los motores de las bombas, la revisión y cambio de juntas, así como el mantenimiento a las tuberías y la instrumentación.

La realización de CURSOS Y PRACTICAS busca el desarrollar la capacidad y la conciencia de la comunidad en cuanto a la seguridad. Algunas de las prácticas que en algunos cursos se contemplan son las referentes al uso de Equipo contra Incendio y la del Triángulo del Fuego. Para la realización de éstas se sugiere contar con la colaboración del departamento de Bomberos y de la Secretaría del Trabajo.

El uso de EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL, representa la última opción en materia de seguridad. Para este uso, se requiere de una campaña de promoción, reglamentación y control del mismo. Existen materiales audiovisuales que pueden utilizarse.

Las TABLAS DE MATERIALES, buscan recopilar información sobre el manejo de sustancias peligrosas, indicando los diferentes niveles de riesgo para la salud, la inflamabilidad, la reactividad, la toxicidad, las precauciones en su manejo, su combate en caso de incendio, los niveles máximo permisibles, así como algunas de sus propiedades físicas. Estas tablas deben colocarse de manera visible en cada uno de los laboratorios. Algunas compañías productoras o comercializadoras de productos químicos desarrollan tablas de este tipo, siendo fácil de conseguir o de realizar.

Las LISTAS DE VERIFICACION DE EQUIPOS deben incluirse tanto en el manual de prácticas como en cuadros de información adjuntos al equipo en sí. Estas listas deben desarrollarse gradualmente por los usuarios del equipo, ya que representan un análisis de riesgos y el procedimiento de uso. Pueden apoyarse en las tesis o manuales de los equipos ya existentes. Para los equipos que se encuentran en construcción la lista de verificación debe ser desarrollada por quien realice el proceso de construcción.

Se propone la realización de HOJAS DE DATOS de los reactivos, las cuales deben contener las propiedades y características de cada compuesto con los nombres del mismo, su fórmula, las propiedades físicas, los datos de toxicidad, los estándares, los efectos por contacto, ingestión, etc. Deben contener indicaciones de los riesgos a la salud y los primeros auxilios. La incompatibilidad, los productos de descomposición, el equipo de protección, métodos de desecho y limpieza. Estas hojas de Datos, pueden desarrollarse como parte de la investigación de cada una de las prácticas, para después archivarse y en el futuro incluirse en la requisición de los reactivos y equipos. En caso de contar con recursos suficientes existen publicaciones especializadas de este tipo de información.

(25)

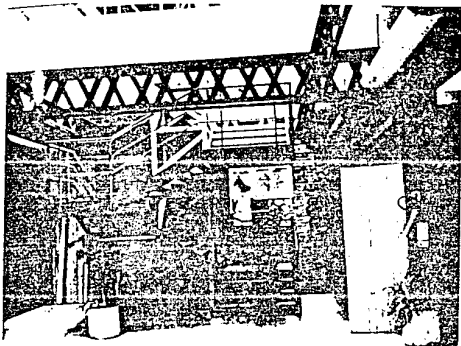
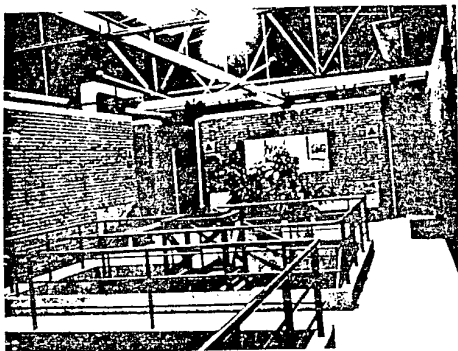
Es necesario desarrollar un plan de EVACUACION de las instalaciones en caso de siniestro o fuga masiva. Esta evacuación debe de contar con simulacros, para controlar su buen funcionamiento.

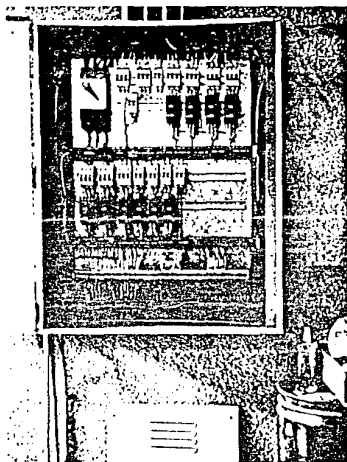
Para el MANEJO DE DESECHOS existe el depósito de desechos líquidos en las instalaciones, pero es necesario también un sistema de desecho de sólidos. Deben tenerse en cada laboratorio diferentes tipos de recipientes para separar los sólidos de desecho y evitar que se pongan en contacto. Estos recipientes pueden colocarse en alguna de las mesas laterales que normalmente se encuentran libres y ser de colores contrastantes.

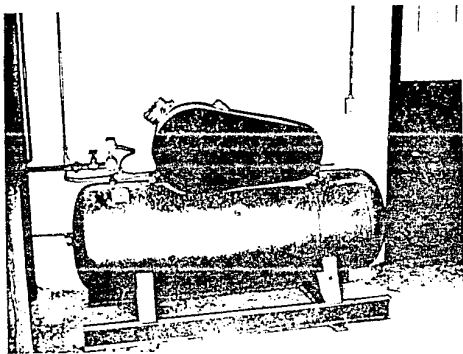
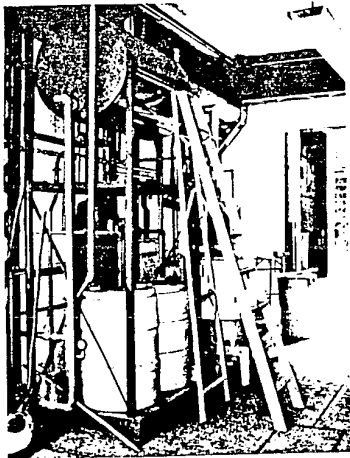
Algunos de los sólidos a separar pueden ser el Vidiro roto, el papel y otros materiales combustibles, etc.

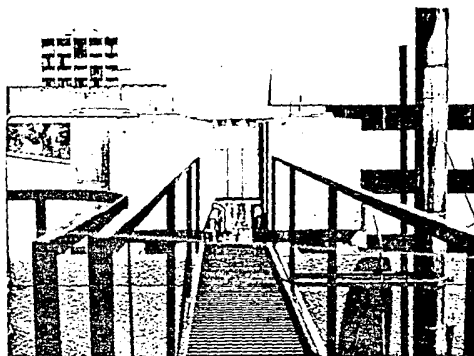
Mediante todo lo anterior se han desarrollado las bases para lograr tener unos laboratorios funcionales, seguros e inculcar en los estudiantes la importancia de la seguridad.

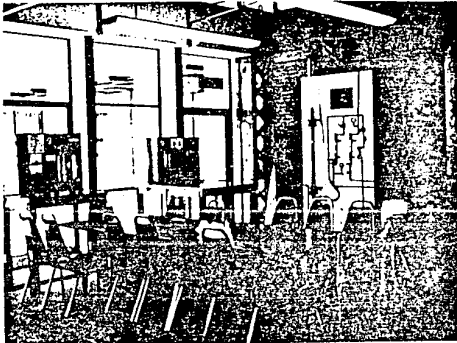
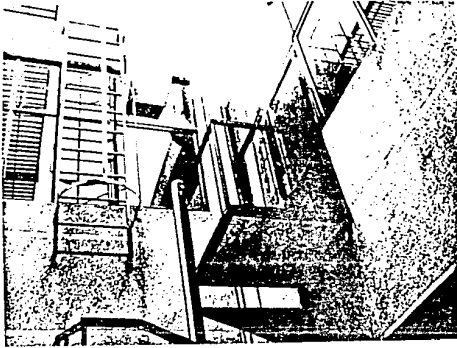
Espero que este trabajo resulte de alguna ayuda para las personas que lo consulten.

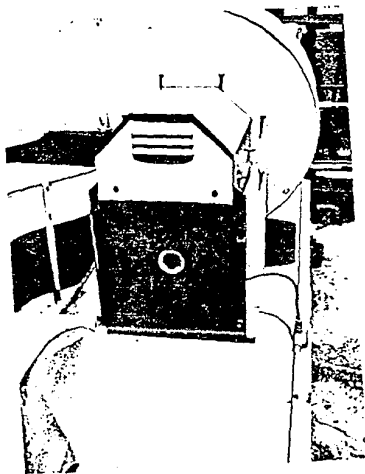
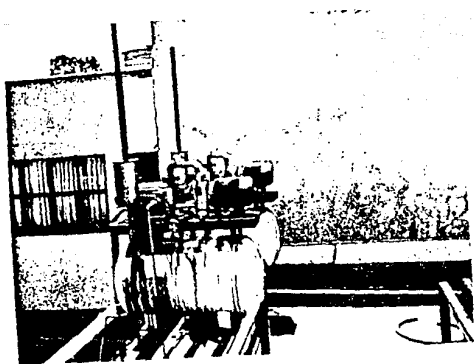


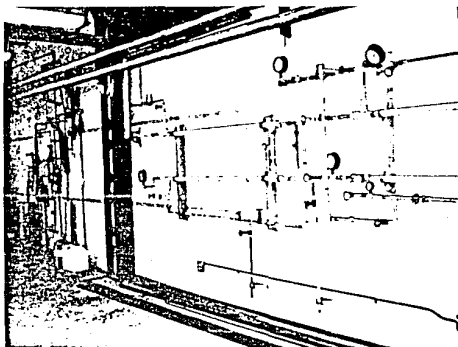
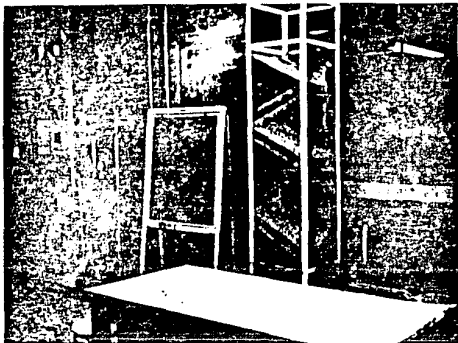


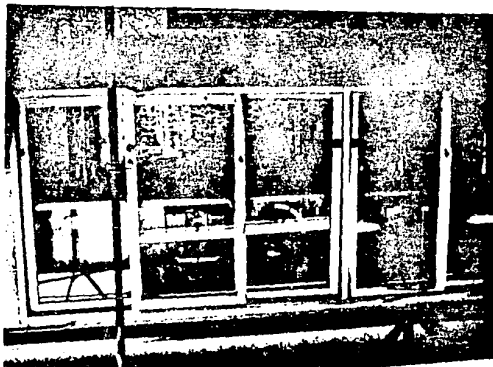


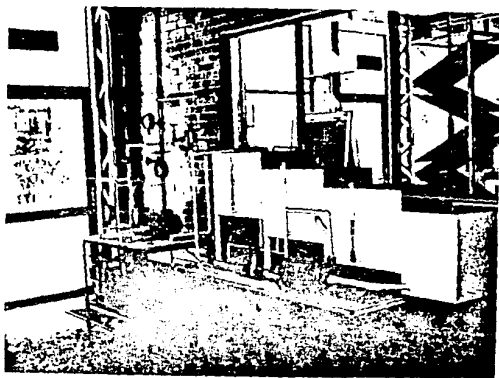
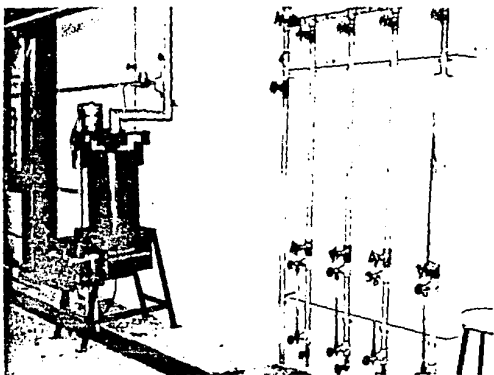




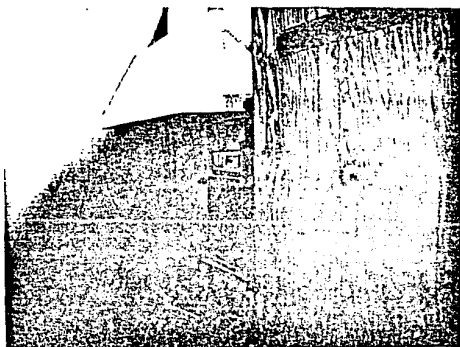


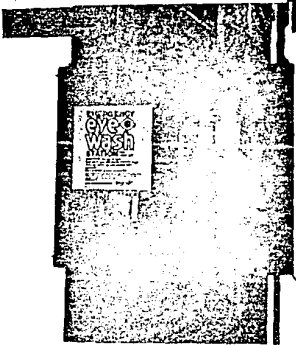
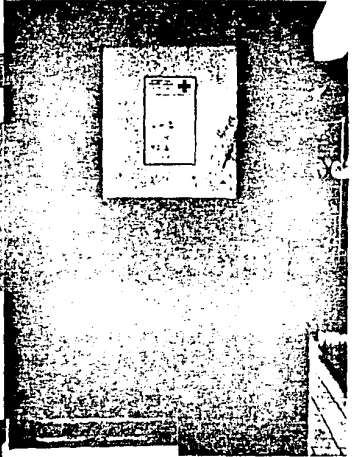


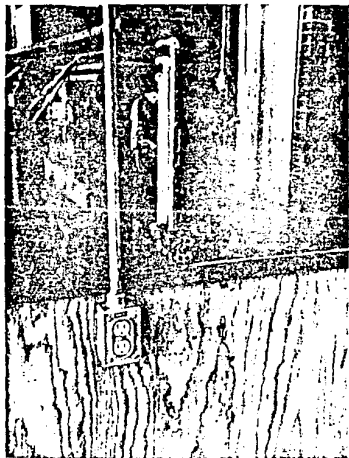


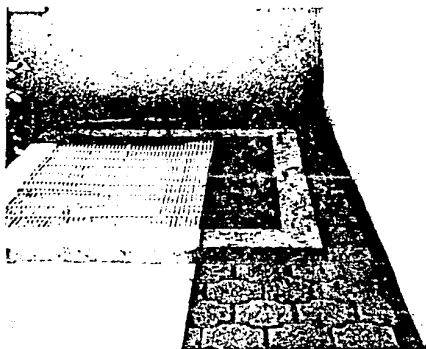
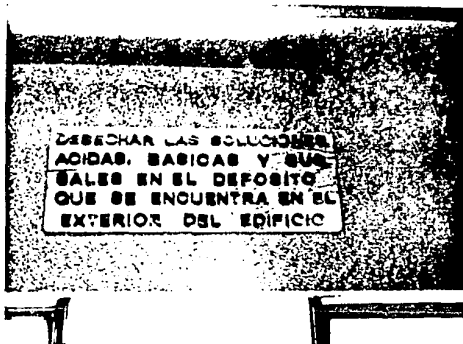


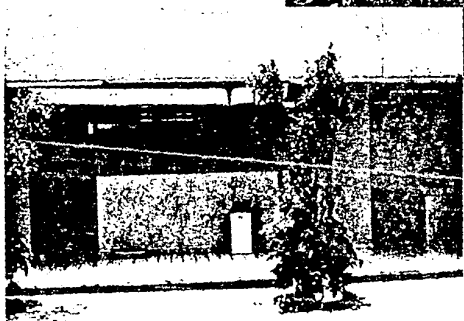
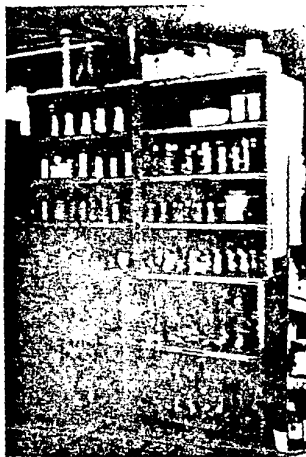












APPENDICES.

EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL.

El equipo de protección personal es la última opción para la protección personal. Cuando ya se han considerado los diversos métodos de protección de accidentes y es necesario proveer de una barrera o protección a las personas que corren el riesgo, se usan los equipos de protección personal. Los equipos de protección personal pueden dividirse de acuerdo a la función que cumplen o por la relación que guardan con la parte del cuerpo en donde se usan. Se presentan algunos de los diferentes modelos de equipos de protección. Existen diversos fabricantes y comercializadores de estos equipos, lo cual facilita el lograr la selección adecuada para las necesidades de protección.

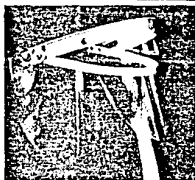


CASCOS DE PROTECCION.



Dentro de los diferentes tipos de protección personal, se tienen los cascos. Los cascos se presentan en diversas clasificaciones, de acuerdo a su uso, características, etc. Estos cascos tienen diversas formas. Las resistencias mecánicas de los cascos son variables. El riesgo más simple y común

para el cual se requiere de un casco es el que resulta del golpe con objetos, pero protege contra el calor, salpicaduras de químicos y para evitar el contacto del cabello de usuario con las partes de la maquinaria. Los modelos más evolucionados son:



GUANTES DE PROTECCION.

Son el equipo de mayor uso. Algunos de los factores en base a los cuales se selecciona el equipo son: Los riesgos a los que se debe proteger son cortaduras, abrasivos, corrosivos, temperatura, irritantes, etc. El grado de resistencia a las sustancias con las que se tiene contacto. La sensibilidad requerida. El area de protección, dedos, la mano, el brazo, etc



Guantes para trabajo pesado
Guantes de latex .



Guantes para trab. ligero
Guantes resistencia química

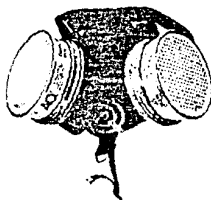
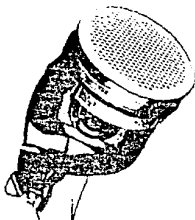


Guantes con resistencia termica.



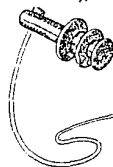
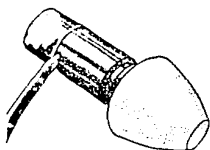
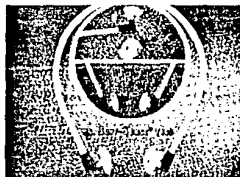
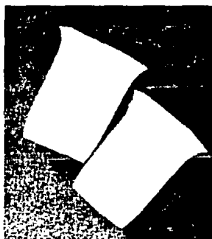
EQUIPO PROTECTOR RESPIRATORIO.

Estos dispositivos tienen como finalidad el purificar el aire que se inhala, eliminando los contaminantes y proporcionando aire puro. Existen los denominados abastecedores de aire y las mascarillas.



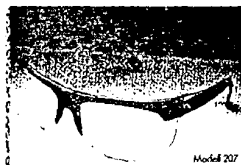
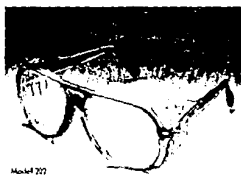
PROTECCION DEL RUIDO.

En la ingeniería moderna se busca la eliminación de todo tipo de ruido, mediante la revisión del diseño, uso de materiales absorbentes o por medio de equipo de protección. Existen los protectores tipo tapón y los de tipo cubiertas. Clasificándose estos de acuerdo al nivel de protección que brindan.



PROTECCION A LOS OJOS.

Existen protectores oculares para casi cualquier riesgo. El problema principal radica en la falta de aceptación de estos lentes.. Los lentes de seguridad modernos son de varios estilos y colores con diversos tipos de protección. Existen también las gafas de copa, las caretas para soldar, etc.



Los materiales de construcción son variados, dependiendo del uso del equipo. Se utiliza el cristal endurecido y diversos plásticos. Son importantes también los filtros para radiaciones.



Model 204



Model 203



Model 207



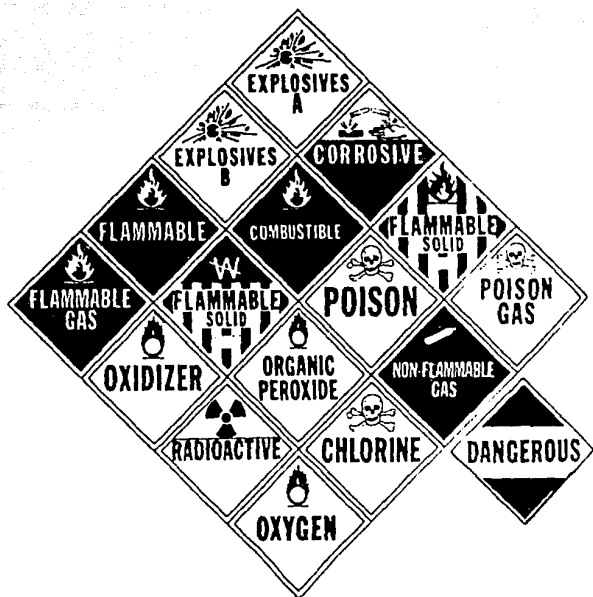
Model 241



ALGUNAS DE LAS SEÑALIZACIONES CON QUE SE CUENTA EN
MATERIA DE SEGURIDAD SON:

Señal complementaria de **RIESGO PERMANENTE**





Señales de ADVERTENCIA



Señales de PROHIBICION



PROHIBIDO
FUMAR



PROHIBIDO
APAGAR
CON
AGUA



PROHIBIDO
FUMAR Y
LLAMAS
DESNUDAS



AGUA
NO POTABLE



PROHIBIDO
PASAR A LOS
PEATONES

Señales de OBLIGACION



PROTECCION
OBLIGATORIA
DE VIAS
RESPIRATORIAS



PROTECCION
OBLIGATORIA
DE LA CABEZA



PROTECCION
OBLIGATORIA
DEL OIDO



PROTECCION
OBLIGATORIA
DE LA VISTA



PROTECCION
OBLIGATORIA
DE LAS MANOS

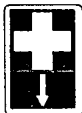


PROTECCION
OBLIGATORIA
DE LOS PIES

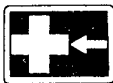
Señales de SALVAMENTO



EQUIPO DE
PRIMEROS
AUXILIOS



LOCALIZACION
DE PRIMEROS
AUXILIOS



DIRECCION
HACIA
PRIMEROS
AUXILIOS



LOCALIZACION
SALIDA DE
SOCORRO



DIRECCION
HACIA
SALIDA DE
SOCORRO



DIRECCION
DE SOCORRO

IDENTIFICACION

Nombre: Acido Sulfúrico: 98% concentración

Familia Química: Acido Mineral

Sinónimos: Aceite de Vitrol, Sulfato de hidrógeno

Nombre CAS: Acido Sulfúrico

Registro CAS No.: 7664-93-9

Nox./Clave I.D.

Fórmula: H_2SO_4

Fabricante / Distribuidor: Du Pont, S. A. de C.V.

Información del Producto y Teléfono de Emergencia: 91-12-16-00-48

Domicilio: Homero 206, Col. Polanco, México, D.F.

Teléfono de Emergencia de Transportación:

91-12-16-07-79, 91-12-16-01-65 Y 91-5-250-90-33

COMPONENTES PELIGROSOS

Material (es) :

% Aproximado

Agua ----- 21
 H_2SO_4 ----- 98%

DATOS FISICOS

Punto de Ebullición, 760mm Hg: 170°C

Punto de Fusión: $\leq 3^\circ C$

Gravedad Específica: 1.839 @ 60°F

Presión de Vapor: $< 0.3 @ 25^\circ C$; $0.6 @ 37.7^\circ C$

Densidad de Vapor: 3.4

Solubilidad en H_2O : Completa

% Volátiles por Vol.: $\approx 1001 @ 340^\circ C$

Proporción de Evaporación (Acetato Butílico=1)

Forma: Líquido Apariencia: Líquido aceitoso,

Color: Incoloro a color: Ninguno

Información PH: < 1

transparente a turbio.

Octano/Coefficiente de Separación de Agua

DATOS DE FUEGO Y EXPLOSION

Punto de Inflamación: Método: -
No flamable

Temperatura de Autoignición: N/A

Límites Flamables en Aire, % por Vol: N/A

Mínimo: N/A

Máximo: N/A

Peligros de Fuego y Explosión: No es flamable, pero reacciona con la mayoría de los metales, especialmente cuando está diluido para producir gas inflamable de hidrógeno.

Medios de Extinción: Agua para enfriar recipientes, polvo químico seco o bióxido de carbono (para fuegos en el área). Use ropa protectora completa (vea: Información de Protección). Tenga cuidado de no encender gas de hidrógeno, el cual puede acumularse por la reacción con metal. No agregue agua u otro líquido al ácido, genera calor con posibles salpicaduras. Instrucciones Especiales para Combatir Fuego

Use equipos de aire autocontenido y ropa protectora antiácida completa.

REACTIVIDAD PELIGROSA

Inestabilidad: Estable, reaccionará con muchos materiales.

Incompatibilidad: Materiales combustibles, oxidantes, peróxidos orgánicos, agentes reductores fuertes, metales en polvo, cianuros, carburos, cloratos, nitratos, fulminatos, sulfuros.

Descomposición: Produce bióxido sulfúrico a temperaturas extremadamente altas. La reacción con esto puede producir gases tóxicos como cianuros o sulfuro de hidrógeno.

Póimerización: Ninguna Peligrosa.

INFORMACION DE RIESGOS PARA LA SALUD · Acido Sulfúrico, varias potencias

Límites de Exposición: Concentraciones de aire: TWA (OSHA) = 1 mg/a³
ACGIH - 1989
AEL (Du Pont 1947)

Rutina de Exposición y Efectos: Es un agresivo ácido mineral, un agente oxidante y deshidratante que causa quemaduras graves de la boca, esófago y estómago. Inhalación de los vapores puede causar irritación respiratoria. La exposición prolongada de los vapores puede resultar un daño a los dientes.

Primeros Auxilios: En caso de contacto, lave inmediatamente los ojos y piel con grandes cantidades de agua por lo menos durante 15 minutos, mientras se quita la ropa y zapatos contaminados; llame a un médico. Lave la ropa antes de volver a usarla. Si es tragado, dé grandes cantidades de agua hasta llegar al médico, no induzca al vómito, puede dar leche de magnesio para neutralizar. Nunca dé nada por la boca a una persona inconsciente. Si es inhalado, sáquelo al aire fresco, acuéstelo y manténgalo quieto. Si no está respirando, dé la respiración artificial, de preferencia de boca a boca. Si la respiración es difícil, déle oxígeno. Llame a un médico.

INFORMACION DE PROTECCION

Ventilación: Guardar en lugar bien ventilado. Use únicamente con ventilación adecuada.

Equipo de protección personal: Goggles a prueba de salpicaduras químicas, guantes de hule o neopreno, calzado protector de hule; traje de PVC completo a prueba de químicos con capucha. En concentraciones arriba de 100 mg/m³ usar mascarilla con suministro de aire.

Otros: La protección respiratoria no es requerida para uso normal. Donde se maneje o almacene este material debe haber disponible regaderas y lavajos.

PROCEDIMIENTOS DE DISPOSICION DE DESECHOS

Toxicidad Humana: Inhalación (aerosol) TClO: 3 mg/m³, 24 semanas.

Derrame, Fuga o Escape: Si es posible, parar el flujo. Hacer dique para derrames grandes, neutralizar los derrames con cal o hidróxido de sodio y lavar al sistema de tratamiento de agua desechada. Póngase ropa protectora si es necesario para entrar al área del derrame.

Disposiciones de desechos:

Conformarse con las reglas Federales, Estatales y locales. Si es aprobado, neutralizar y desaguar el sistema de tratamiento de agua de desecho.

PRECAUCIONES DE EMBARQUE

Transportación: DOT nombre del embarque, Acido Sulfúrico. Clasificación DOT, material corrosivo, UN No. 1831. Letrero: corrosivo.

Contenedores de Embarque: Carros tanque de ferrocarril 103 AW/111 A 100 W2/111 A 100 W6, camiones MC310, 311, 317 acero al carbón o inoxidable, barriles de acero inoxidable de 55 gal.

Condiciones de Almacenamiento: Sepárelo de polvos metálicos, cromatos, cloratos, nitratos. Almacenar seco y arena cerca para emergencias. Guardar lejos del sol y calor. Mantenga el fuego, chispas y llamas lejos de la abertura. Mantenga el recipiente estrechamente cerrado para prevenir derrame; no usar presión para vaciar. No agregue agua al ácido concentrado.

REFERENCIAS E INFORMACION ADICIONAL

- 1.- Registry of Toxics effects of chemical substances (NOISH) 1984 Edition Vol. II P 1753-1754
- 2.- MSDS.- Genium Publishing Corporation No. 9
- 3.- TLY & EEI for 1988-1989 de ACGIH Pag. 34
- 4.- Comodity Distribution Data. Du Pont
- 5.- MSDS.- Du Pont de Nemours

PREFERRED NAME: Benzenesulfonic acid

Synonyms:
None

CAS Registry Number:

98-11-3

NIOSH Registry Number:

DB4200000

Formula: $C_6H_6O_3S$

Molecular Weight: 158.17

WLN: VSQR



Physical Description: Dull green solid

Melting Point: 50 - 51°C (anhydrous) **Boiling Point:** Not available

Density: Not available **Specific Gravity:** Not available

Flammability: Not available **Stability:** Stable under normal laboratory storage conditions.

Flash Point: Not available

Reactivity: Reacts with bases and many organic compounds.

Solubility In: **Water:** Very soluble **Acetone:** Not available

DMSO: Not available **Ether:** Insoluble

Ethanol: Very soluble **Benzene:** Slightly soluble

Other Physical Data: $K_a(25^\circ C) = 2 \times 10^{-1}$; soluble in acetic acid.

D.O.T. Shipping Name: ORM-A, N.D.S.

D.O.T. Identification Number: NA1693

D.O.T. Hazard Classification: ORM-A

Other Shipping Regulations: None; no limit with passenger or cargo aircraft.

Exceptions: 173.505. Specific Requirements, 173.510 in Hazardous Materials Regulations of the Department of Transportation (1981).

PREFERRED NAME: Benzenesulfonic acid

Acute Hazards: Irritates eyes, nose and mucous membranes.
Corrosive - will burn the skin.

Symptoms: Coughing, burning of eyes and nose, red sores.

Exposure Limits: Not regulated

Skin Contact: Flood all areas of body that have contacted the substance with water. Don't wait to remove contaminated clothing; do it under the water stream. Use soap to help assure removal. Isolate contaminated clothing when removed to prevent contact by others.

Eye Contact: Remove any contact lenses at once. Flush eyes well with copious quantities of water or normal saline for at least 20-30 minutes. Seek medical attention.

Inhalation: Leave contaminated area immediately; breathe fresh air. Proper respiratory protection must be supplied to any rescuers. If coughing, difficult breathing or any other symptoms develop, seek medical attention at once, even if symptoms develop many hours after exposure.

Ingestion: If convulsions are not present, give a glass or two of water or milk to dilute the substance. Assure that the person's airway is unobstructed and contact a hospital or poison center immediately for advice on whether or not to induce vomiting.

Storage Precautions: Keep tightly closed in a cool dry place or in a refrigerator.

Spills and Leakage: Dampen spilled material with water to avoid dust, then transfer material to a suitable container. Use absorbent paper dampened with water to pick up remaining material. Wash surfaces well with soap and water. Seal all wastes in vapor-tight plastic bags for eventual disposal.

Suggested Gloves: Not available

Uses: Manufacture of phenol, organic synthesis.

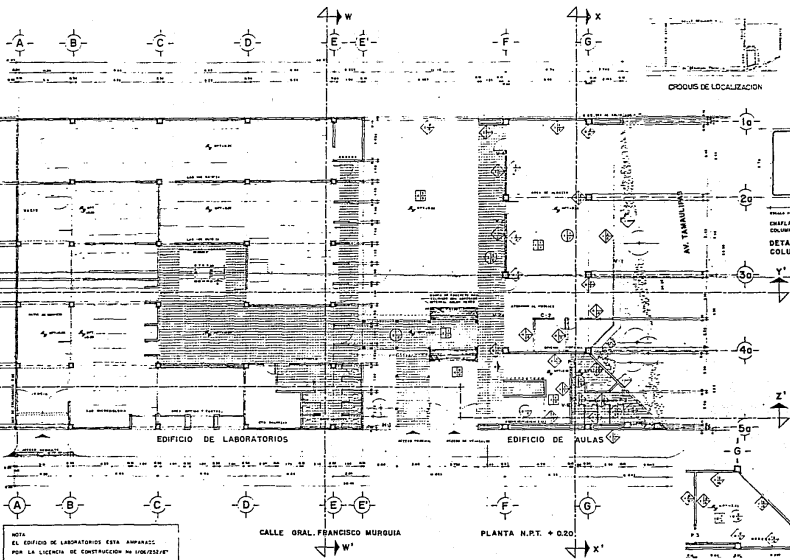
Additional Reference Sources:

Merck Index, M. Windholz et al, 9th Ed., p. 1079 (1976), Merck
Dangerous Properties of Industrial Materials, N. I. Sax, 5th Ed., p. 405
(1979), Van Nostrand Reinhold
Handbook of Lab. Safety, N. V. Steere, 2nd Ed., p. 728 (1971), CRC Press

HEALTH HAZARDS

PHYSICAL HAZARDS

ADDITIONAL INFORMATION



NOTA
 EL EDIFICIO DE LABORATORIOS ESTA AMPARADO
 POR LA LICENCIA DE CONSTRUCCION N° 1/06/252/68'

CALLE ORAL FRANCISCO MURGUIA

PLANTA N.P.T. + 0.20

PROYECTO DE LOCALIZACION

Detalle de
 COLUMNAS
 EN
 3/4" = 1'

ACABADOS	
UNIVERSIDAD LA SALLE	EDIFICIO DE CIENCIAS QUIMICAS
CALLE FRANCISCO MURGUIA	PLANTA BAJAS
PROYECTO N° 1/06/252/68'	FECHA: 1968
AUTOR: ARQUITECTO	PROYECTISTA: ARQUITECTO
DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS	N° 11
REPUBLICA ARGENTINA	
BUENOS AIRES	

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- BLAKE Foland P. Industrial Safety. 3ra ed; USA: Prentice-Hall Inc. 1963.
- 2.- BOYHIN R. F. Apply risk analysis to identify and quantify plant hazards. USA: INTECH. 1986.
- 3.- CASTRO F. Y. Técnica básica de la seguridad e higiene en el trabajo. 1er ed; ESPAÑA: Labor. 1976.
- 4.- CELANESE CORPORATION. Manual de análisis de seguridad en procesos. 2da ed; MEXICO: Celanese Mexicana S. A. 1982.
- 5.- CHEMICAL BOND APPROACH. Investigación de sistemas Químicos. Guía de laboratorio. MEXICO: Reverté S. A.
- 6.- CENTRO REGIONAL DE AYUDA. Seguridad Industrial. Manual de adiestramiento. 1ra ed; ARGENTINA: Herrero Hermanos. 1961
- 7.- CIS. Manual para controlar accidentes ocupacionales. 2da ed; VENEZUELA: Consejo Interamericano de Seguridad. 1981.
- 8.- CHEMICAL ENG. Revista. Varios.
- 9.- CIS NOTICIAS DE SEGURIDAD. Revista. Varios.
- 10.- PNUMA INDUSTRIA Y MEDIO AMBIENTE. Publicación periodica. 1983.
- 11.- SALAZAR Efraín. Apuntes de Seguridad Industrial. 1989.
- 12.- HACKETT W. J. Manual técnico de seguridad. 1ra ed; MEXICO: Representaciones y servicios de Ingeniería. 1983.
- 13.- HANDLEY W. Manual de Seguridad Industrial. 2da ed; COLOMBIA: Mc Graw Hill Lat. 1981.
- 14.- COULSON Chemical Engineer. 2da ed; REINO UNIDO. 1986.
- 15.- KLIP Eliminación de Peligros Potenciales en Procesos Químicos. Series técnicas. MEXICO: IMIQ. 1987.
- 16.- DAVIS J. E. Manual de Laboratorio para química. Experimentos y teoría. MEXICO: Reverté S. A.
- 17.- DOYLE M. P. Experimental Organic Chemistry. USA: John Wiley & Sons.
- 18.- EARNES G. Tratamiento de aguas Negras y desechos industriales. 1ra ed; MEXICO: Agencia para el desarrollo Interno. 1967.

- 19.- GRIMALDI J. V. La seguridad Industrial. Su administración. 1ra ed; MEXICO: Representaciones y servicios de Ingeniería. 1978.
- 20.- HYDROCARBON PROCESSING. Revista. Varios.
- 21.- KAZARIANS M. Assessing Risk in the cpi plant. USA: Chemical Processing. 1986.
- 22.- NATIONAL RESPONSE TEAM. Hazardous Matirials Emergency. Planning Guide. NTR-1 USA: National oil and hazardous substance Contiq. plan.
- 23.- MALM Ll. E. Química una ciencia experimental. MEXICO: Reverte S. A.
- 24.- MINISTERIO DEL TRABAJO. Mantenimiento preventivo. Sistema modular de enseñanza. 1ra ed; ESPAÑA: Dirección general de Seguridad. 1974.
- 25.- ALDRICH CHEMICAL CO. Catálogo. 1989.
- 26.- NSC. Manual de prevención de Accidentes para operaciones industriales. 1ra ed; ESPAÑA: Mapre. 1977.
- 27.- NATIONAL SAFETY COUNCIL. Supervisors Safety Manual. 1ra ed; USA: NSC.
- 28.- OIT Enciclopedia de Medicina, Higiene y Seguridad en el Trabajo. 1ra ed; SUIZA: OIT. 1974.
- 29.- PATTY F. A. Industrial Hygiene and Toxicology. 1ra ed; USA: Interscience Publ. Inc. 1979.
- 30.- FERROW CH. Normal Accidents. Living with high risk Tec. 1ra ed; USA: Basic Books Inc. 1984.
- 31.- PNUMA. Manejo de residuos industriales peligrosos. SUIZA: Industria y medio Ambiente. 1983.
- 32.- RAMIREZ R. M. Seguridad Industrial. 1ra ed; MEXICO: Limusa. 1989.
- 33.- SCURAM W. Laboratorios Químicos y biológicos. Proyecto, Construcción. Inst. 1ra ed; ESPAÑA: Blume. 1973.
- 34.- STPS Hombre y trabajo. Revista. Varios.
- 35.- STPS Condiciones de trabajo. Revista. Varios.
- 36.- VALIENTE A. B. El Ingeniero Químico. Que Hace? 1ra ed; MEXICO: Alhambra Mexicana S. A. 1985.