

881217



Vincé In Bono Malum

UNIVERSIDAD ANAHUAC

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNAM

13
20j

SEGURIDAD INDUSTRIAL
Análisis, Prevención y Administración

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA INDUSTRIAL

PRESENTA EL ALUMNO:
EDMUNDO FRANCISCO VILLASANA MUNGUA

ASESOR: ING. RAUL MARQUEZ MORAN

MEXICO, D. F.

1994

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

Quiero agradecer de manera muy especial el
cariño, esfuerzo y apoyo de mis padres.

Para ellos toda mi gratitud y admiración por
el ejemplo que nos han dado.

Con un cariño muy especial para Patricia.

Para la pequeña.

Para Alberto, Javier, Jorge, Lucy y Don Miguel.

**Agradezco al Ing. Raúl Márquez M. por su
generosidad y valiosa ayuda para dirigir
la elaboración de este trabajo.**

SEGURIDAD INDUSTRIAL
ANALISIS, PREVENCIÓN Y ADMINISTRACIÓN

Cap. I. OBJETIVOS	.....	3
Cap. II. INTRODUCCION	.....	6
2.1 Breve Historia	.....	6
2.2 La Teoría del Fuego	.....	9
2.3 Principales Riesgos Industriales	.....	12
2.4 Estudio de las Consecuencias	.....	17
Cap. III. LOS OBJETIVOS DEL DISEÑO DE SEGURIDAD		
3.1 Seguridad de Vidas	.....	21
3.2 Protección de la Propiedad	.....	24
3.3 Las Consecuencias	.....	31
Cap. IV. LAS ESTRATEGIAS DE SEGURIDAD		
4.1 Prevención	.....	34
4.2 Layout y Construcción	.....	35
4.3 Los métodos HAZOP y STOP	.....	38
4.4 Diseño para reducir el temprano desarrollo	.....	46
4.5 Detección y Alarmas	.....	47
4.6 Supresión	.....	51
4.7 Confinación	.....	60
4.8 Evacuación de los Ocupantes	.....	65
4.9 Mantenimiento, Orden y Limpieza	.....	67
Cap. V. ANALISIS DE SISTEMAS		
5.1 ¿ Que es un Sistema ?	.....	72
5.2 Características de un Sistema	.....	75
5.3 Análisis de un Sistema	.....	76
5.4 Sistemas de Seguridad	.....	77
Cap. VI. EL PLAN DE EMERGENCIA		
6.1 Elementos necesarios	.....	80
6.1.1 La Industria	.....	80
6.1.2 Elementos Propios de Protección	.....	81
6.1.3 Factores Ambientales	.....	82
6.1.4 Conocimiento del Area	.....	83
6.1.5 Grupos de Ayuda Mutua	.....	83
6.1.6 Base de Datos	.....	84

6.2 Organización	.....	84
6.3 Acción	.....	86
6.4 Operación	.....	89
6.5 Requerimientos del personal de emergencia	.....	91
Cap. VII. EL RESPONSABLE DE LA SEGURIDAD	.....	95
7.1 Responsabilidades y Objetivos	.....	97
7.2 Perfil	.....	98
7.3 Nivel dentro de la organización	.....	102
7.4 Relación con otros departamentos	.....	105
7.5 Comités de Seguridad	.....	111
7.6 La Seguridad y la Ley	.....	112
Cap. VIII. CASO PRACTICO		
8.1 Introducción	.....	117
8.2 Construcción	.....	117
8.3 Unidades de Producción	.....	118
8.4 Unidades Auxiliares	.....	120
8.5 El Factor Humano	.....	122
8.5.1 Organización General	.....	122
8.5.2 Medidas Preventivas	.....	123
8.6 Protecciones Físicas Contra Incendio	.....	123
8.7 Otras Exposiciones	.....	124
Cap. IX. RECOMENDACIONES	.....	125
Cap. X. CONCLUSIONES	.....	129
Cap. XI. BIBLIOGRAFIA	.....	130

Capítulo I OBJETIVOS

México, como la gran mayoría de los países del mundo, se está preparando para entrar al siglo XXI.

Después de los años difíciles de la crisis de la deuda en 1982, cuando la mayoría de las responsabilidades y toma de decisiones giraban alrededor de enormes contradicciones burocráticas, el sexenio actual ha podido seguir una política económica y financiera coherente.

El seguimiento de estas reformas estructurales se efectúa en un contexto de una situación coyuntural muy difícil, transformando a nuestro país, de una manera progresiva en una economía de mercado y renunciando a los modelos arcaicos y obsoletos anteriores.

Uno de los factores particularmente importantes ha sido el de la privatización. En diez años (1982-1992) el número de entidades públicas se redujo de 1155 a 217.

Este desmantelamiento de empresas públicas cubre numerosos sectores económicos, tales como: Metalúrgica, Automóviles, Otras empresas industriales como Fertimex, el transporte aéreo, el teléfono, etc.

En lo que respecta al sector industrial, la situación se hace tanto más compleja ya que, junto con los cambios de administración que sufren aquellas empresas vendidas por el gobierno, la industria en general se enfrenta actualmente con tres factores de suma importancia:

- 1). La Revolución Industrial colocó a las máquinas y a los seres humanos que las atendían en un solo lugar llamado fábrica.

Hoy día nos encontramos con un nuevo cambio revolucionario donde cada vez más se reemplaza a este ser humano por equipos automáticos que disponen de menos personal. Esta Revolución tecnológica rompe con el proceso de traer al hombre a los centros de trabajo con el fin de ser más productivos; Entendiendo el concepto de productividad como la relación entre el producto obtenido y los recursos empleados para lograrlo.

- 2). Los empresarios están preocupados por sobrevivir al caos actual y, por otra parte, los trabajadores están preocupados por cubrir sus necesidades diarias.

Con todas estas transformaciones las organizaciones existentes se desintegran antes de la llegada de otras nuevas, se crean fricciones con el sindicato ya que las garantías del antiguo sistema, como salarios, concesiones, cargas de trabajo, etc. tendrán que desaparecer antes de la llegada de los beneficios materiales de la nueva administración, a saber el prometido incremento en los niveles de vida.

Por lo general la gente se hace temerosa entre el período de la desintegración de lo que le era familiar y la incertidumbre de lo que se espera.

Bajo estas circunstancias se dedicarán pocos esfuerzos para considerar los aspectos de seguridad y para ajustarse a los nuevos retos.

- 3). Sin embargo, la industria continua expandiéndose y cambiando; Nuevos procesos y productos traen consigo nuevos riesgos y consecuencias, razón por la cual la administración de riesgos se hace cada día más difícil y compleja.

Estas consecuencias pueden llegar a presentar una seria amenaza para las aspiraciones y metas de muchas industrias.

Entre las opciones disponibles para manejar los riesgos tenemos:

- Evitar el riesgo,
- Transferir el riesgo a la Compañía de seguros,
- Crear fondos propios,
- Reducir el riesgo con mejoras de control de perdidas, y

Como objetivo principal de esta tesis, el

- Proporcionar los elementos y criterios necesarios para desarrollar un programa útil, comprensivo, dinámico y adaptable de administración de riesgos que incluya una combinación de todos los puntos anteriores y que tenga como meta principal el alcanzar un nivel óptimo de seguridad.

Como primer paso describiremos las medidas preventivas que existen hoy día para evitar los riesgos industriales de incendio, explosión y fuga de materiales tóxicos, los cuales son considerados como los riesgos más representativos y de mayor consecuencia para la industria en general.

En segundo término describiremos las técnicas y procedimientos usados para analizar los riesgos en los procesos y todos aquellos puntos relevantes que sirven para mejorar la calidad de la seguridad.

En tercer lugar describiremos al jefe de seguridad como a la persona que debe identificar los riesgos y establecer, dar seguimiento y hacer cumplir los programas de seguridad y adaptarlos a las circunstancias que se presenten con el tiempo y que ameriten que tanto el programa de prevención como el plan de emergencia sean modificados estableciendo alternativas y recomendaciones adecuadas.

Para esto analizaremos cuales deben ser sus características, conocimientos, responsabilidades y obligaciones y el papel y lugar que debe tener dentro de la empresa para que haga valer sus recomendaciones.

El proceso de toma de decisiones para establecer niveles aceptables de riesgo debe basarse en las metas y objetivos de cada industria pero por lo general incluirá:

- Utilidades (posición en el mercado)
- Protección de los bienes de la compañía
- Continuidad de operaciones (interrupción de actividades)

- Expansión de la empresa
- Aspectos humanos
- Requerimientos legales
- Requerimientos de la Compañía de Seguros
- Medio Ambiente y Ecología.

Si el riesgo es aceptable, entonces no se necesitarán tomar acciones inmediatas, pero deberá monitorear de cerca cualquier cambio que pueda incrementar el riesgo. Pero, si el riesgo es inaceptable, entonces se deberán tomar decisiones inmediatas para controlar al mismo.

Para una mejor comprensión de lo aquí expuesto se desarrollara un caso práctico de una Industria Siderúrgica Mexicana la cual se visito del 16 al 19 de Abril de 1993 para evaluar la situación actual que guarda a nivel de seguridad industrial después de haber sido privatizada en 1991 y sufrido cambios importantes en su organización.

Cap II..... INTRODUCCION

No se sabe en que momento de la historia de la humanidad el hombre fue, el primero y único del reino animal, capaz de interrumpir sus estampidas en presencia del fuego para observarlo. ¿ Cuantos siglos hubieron de pasar para que se acercara al fuego, lo dominara, aprendiera a hacer uso de el en su beneficio ? Pero, sin duda alguna, en este lapso de tiempo y por este motivo comenzó el proceso de la civilización del hombre, que lo aparta de la irracionalidad superando a todas las especies del reino animal.

Podemos decir que cuando el hombre usa el fuego para cocer y suavizar sus alimentos atenúa su bestialidad para el comienzo de la conciencia el grupo; Desde entonces y hasta nuestros días, todos los seres humanos usamos en forma directa o indirecta el fuego en nuestro beneficio. Sin embargo, cuando el fuego se sale del control del hombre, aún del civilizado de hoy, este sufre una regresión a su atavismo bestial e irrumpe, como los primeros hombres, en una estampida producto del pánico.

La ignorancia produce más muertes, más accidentes y mayor destrucción que el fuego mismo.

Nuestra primera paso será entonces la de conocer en perspectiva el tamaño, tendencias y comportamientos del problema de incendio que enfrentamos actualmente para después presentar el éxito que se ha obtenido al reducirlo en las últimas décadas.

2.1 Breve Historia

La Industria de Seguros en México

Porcentaje de Siniestralidad de Retención en la Operación de Daños

AÑO	Prima neta retenida (1)	Siniestros Netos Retenidos (2)	% SINIESTRALIDAD (2 / 1)	% Incendio
1984	123,810	62,230	50.26	16.45
1985	206,022	112,553	54.63	17.47
1986	365,634	218,327	59.71	18.32
1987	844,351	576,813	68.31	18.67
1988	1'899,245	1'310,435	69.00	16.52
1989	2'728,587	1'499,563	54.96	13.53
1990	3'366,332	2'098,251	62.33	11.19
1991	9,339,229	5'988,820	64.12	10.18

(cifras en miles de pesos viejos).

fuelle: CNSF - AMIS

Prima neta retenida: Es la prima que conserva la compañía de seguros descontando las comisiones.

Siniestro neto retenido: Es la parte proporcional del siniestro que conserva la compañía de seguros.

Para el primer trimestre de 1993 tenemos: (miles de nuevos pesos)

Primas retenidas : 2'737,593
Siniestros retenidos : 1'289,158
Siniestralidad : 47.09%

Incendios Reportados en USA

Tomaremos como ejemplo la siguiente tabla que nos muestra el número de incendios reportados a los bomberos en USA para el período 1977-1988.

AÑO	Incendios	Civiles muertos	Civiles heridos	Daño a la Propiedad (millones USD)
1977	3'264,000	7,395	31,190	4,709
1978	2,817,500	7,710	29,825	4,498
1979	2,845,500	7,575	31,325	5,750
1980	2'988,000	6,505	30,200	6,254
1981	2'893,500	6,700	30,450	6,676
1982	2'538,000	6,020	30,525	6,432
1983	2'326,500	5,920	31,275	6,598
1984	2'343,000	5,240	28,125	6,707
1985	2'371,000	6,185	28,425	7,324
1986	2'271,500	5,850	26,825	6,709
1987	2'330,000	5,810	28,215	7,159
1988	2'436,500	6,215	30,800	8,352

De la tabla anterior podemos ver que desde 1982 se ha presentado un período de continua declinación; Las muertes por incendio se han reducido en un 50% en los 70 años posteriores a sus niveles máximos de alrededor de la Primera Guerra Mundial.

Desde 1955 hasta el día de hoy solamente ha habido un solo incidente con un costo en muertes de más de 100 personas, El Super Club Beverly Hills en 1977. En contraste, los 55 años previos, o sea de 1900 a 1954, hubo 44 incidentes que produjeron más de 100 muertos. Esto es, una declinación de casi un siniestro de esta severidad por año a menos de uno en cada tres décadas.

En los USA actualmente el daño causado por incendio en un año es más que el costo de construir 100 nuevas casas cada día por un año a un costo promedio de entre 100,000 usd y 120,000 usd.

Las Diez Perdidas mas grandes por Incendio en la Historia de USA

	perdida en millones USD de 1989
1. Terremoto e Incendio en San Francisco Abril 18, 1906 perdida en año de ocurrencia \$350 mio	4,814
2. Incendio en Chicago Octubre 8, 1971 Perdida en año de ocurrencia \$168 mio	1,733
3. Incendio en Boston Noviembre 9, 1872 Perdida en año de ocurrencia \$ 75 mio	774
4. Phillips Petroleum, fabrica y bodega de plásticos, Pasadena, Texas Octubre 23, 1989 Perdida en año de ocurrencia \$750 mio	750
5. Conflagración en Baltimore Febrero 7, 1904 Perdida en año de Ocurrencia \$ 50 mio	688
6. NORMANDIE Ocean Líner, New York, NY Febrero 9, 1942 Perdida en año de ocurrencia \$ 53 mio	403
7. Monsanto planta Química, Texas city, Texas Abril 16, 1987 Perdida en año de Ocurrencia \$ 67 mio	372
8. Refinería Shell Oil Company Mayo 5, 1988 Perdida en año de Ocurrencia \$ 330 mio	346
9. Gran Incendio de New York de 1835 Diciembre 16, 1835 Perdida en año de Ocurrencia \$ 26 mio	311
10. Incendios en los Bosques del Norte de Minesota Octubre 12, 1918 Perdidas en año de Ocurrencia \$ 288 mio	288

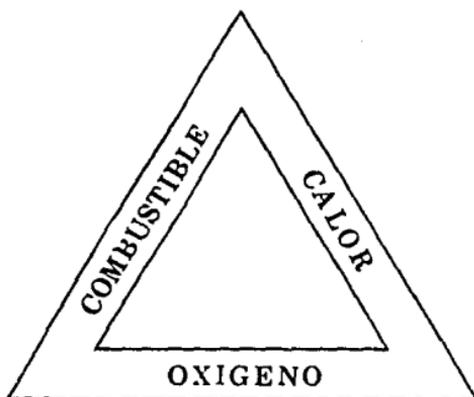
El Resto del Mundo

De los accidentes más conocidos, y que han dañado a personas ajenas a la compañía, tenemos los siguientes:

- BHOPAL	1984	mas de 3000 muertes y 10,000 lesionados debido a una fuga de gases venenosos de la planta de pesticidas de Union Carbide
- SAN JUANICO	1984	más de 350 muertes y usd 25 millones en pérdidas
- CUBATAO, BRASIL	1985	600 muertes, escape de oleoducto y afectación a una laguna
- CHERNOBYL	1986	Explosión nuclear y afectación a la comunidad mundial
- Phillips 66	1989	23 muertes y mil millones de usd
- Exxon Valdez	1990	Impacto Ecológico
- Tifon Mirreille	1991	Japón, daños por 6 billones USD

- | | | |
|------------------|------|---|
| - GUADALAJARA | 1992 | Destrucción de la comunidad vecina |
| - Huracán Andrew | 1992 | Vientos de 200 kms, 40 muertos y 16.5 billones de USD |

2.2 La Teoría del Fuego



Todo fuego hostil requiere de una fuente inicial de calor (un punto de ignición o chispa), de un combustible (algo que se quema) y de la presencia de oxígeno y de una cadena sostenida de reacciones químicas (combustión).

Estos tres elementos indispensables de calor, combustible y oxígeno son centrales a casi todos los fuegos y por lo general se representan como un triángulo llamado el triángulo del fuego. Por lo tanto los utilizaremos como eje principal cuando tratemos el tema de la prevención.

En algunas ocasiones interviene un componente humano, como norma general tendremos un acto inmediato u omisión que pone en contacto al calor y al combustible, o a veces debido a el efecto tardío de un error en el diseño ó en la instalación.

El fuego ocurre ó se presenta en situaciones donde el combustible y el oxidante no están mezclados originalmente; Su **Coefficiente de Combustión** (burning Rate en ingles) esta restringido primariamente al suministro de combustible y de oxidante (aire) a la flama y no tanto a las reacciones químicas que se generen.

Definiciones:

- Coeficiente de liberación de calor:
Es un fenómeno que ocurre en la fase gaseosa y que esta dado en función de la rapidez con que ocurra la reacción de oxidación, así como de la velocidad a la cuál el combustible vaporizado y el oxígeno sean llevados a la zona de combustión.
- Flash Point:
Es la mínima temperatura a la cuál un líquido libera una mezcla inflamable de vapor - aire.
- Calor de Combustión:
Calor producido al quemar un material
- Temperatura de encendido:
Temperatura mínima a la cual se debe calentar un cuerpo para encenderse.
- Combustión:
Es una reacción exotérmica, autosostenida que involucra a un combustible sólido, líquido o gaseoso.

Quando las llamas son pequeñas, como en fósforos y velas, se dice que las llamas tienen una "difusión laminar"; Si se permite que el fuego crezca, entonces las flamas se harán inestables y buscarán mas combustible y oxidantes. Eventualmente, y conforme crezca el fuego, su comportamiento se hará mas y mas aleatorio, en cuyo caso diremos que las llamas tendrán una "difusión turbulenta".

Por lo tanto, la teoría del fuego se basará en los siguientes principios:

- 1) Son esenciales para la combustión: un agente oxidante, un material combustible y una fuente de encendido (ignition).
- 2) El material combustible debe ser pre-calentado hasta una cierta temperatura antes de que pueda encender ó sostener una propagación de flama.
- 3) La subsecuente quema de combustible estará gobernada por la continua realimentación de calor por parte de las flamas debido a la descomposición química de la materia debido a la acción del calor, proceso conocido con el nombre de Pirolysis, o por la vaporización del combustible.
- 4) El fuego continuará hasta que:
 - a) El material combustible sea consumido; ó
 - b) La concentración del agente oxidante sea reducida hasta una concentración menor a la necesaria para soportar la combustión; ó
 - c) Que suficiente calor sea removido o prevenido de alcanzar el material combustible para prevenir que no haya más pirolisis; ó
 - d) Que las flamas sean inhibidas químicamente o enfriadas lo suficientemente para prevenir reacciones futuras.

El coeficiente de liberación de calor sera controlado por el radio inherente al cuál se combinen las sustancias; Dicho de otra manera, el coeficiente de liberación de calor sera controlado esencialmente por el radio al cual los dos componentes lleguen a la zona de combustión.

Esto por lo general es muy rápido; Por ejemplo, bajo condiciones preestablecidas las flamas se propagan varios metros/seg. Es por esta razón que es muy peligroso el contacto del aire con los vapores combustibles.

La combustibilidad será el principal factor que contribuya a la propagación del fuego a lo largo de las superficies; Una vez que ha comenzado el encendido, la flama calentará el material que la rodea provocando que se encienda y que se propague por todas las superficies. El proceso, una vez comenzado, es virtualmente imposible de interrumpir, *excepto* en espacios cerrados y diseñados específicamente para este propósito.

El inicio de una reacción de combustión requiere de un calor extra; Este calor debe ser suficiente para vaporizar suficiente combustible para iniciar la reacción y acelerar la reacción química de la combustión a un nivel donde pueda sostenerse por sí misma.

El calor requerido para el encendido (ignition) dependerá en mucho del estado físico del material y de las propiedades de transferencia de calor del medio ambiente.

El encendido (ignition) es el comienzo de la combustión; Se origina con el calentamiento de un combustible por una fuente de calor. Cuando la temperatura del material calentado es elevada lo suficiente este comienza a pirrolisarse o descomponerse por el calor en sustancias más simples, principalmente gases combustibles y vapores (diferentes sustancias son producidas a diferentes radios y en diferentes grados de temperatura). Cuando una adecuada masa de combustible pirrolisado se mezcla con oxígeno ó aire y se expone a una fuente de energía de suficiente intensidad, entonces se dará el encendido. El proceso involucra variables físicas, químicas y ambientales en dimensiones de tiempo y espacio.

Cualquier forma de energía es una fuente potencial de encendido (ignition). Por lo general estas fuentes serán flamas abiertas, cables eléctricos y aparatos electrodomésticos. La soldadura también causa un número significativo de fuegos importantes.

La tendencia de un material a encenderse dependerá de su estado físico, químico, textura superficial, y contenido de humedad; El encendido es una función de tiempo y de temperatura. Veamos la tabla siguiente:

a) **FUENTES DE ENCENDIDO:**

- Flama abierta: Procesos de soldadura y corte con flama
cerillos y cigarrillos
Calentadores de gas
Hornos y equipos con procesos que requieren fuego
fuegos cercanos
- Chispas : Equipo eléctrico
descargas estáticas
Rayos ó relámpagos
Mecánicas (partículas sólidas calientes)
Químicas (partículas de carbón)
- Mezclas combustibles calentadas a temperatura de autoencendido:
Fuentes externas de calor:
Calentadores eléctricos
Equipo electrónico de alto wattage
Quenadores, radiadores, equipos y líneas de vapor
tubos de escape

fricción (mecánica, aerodinámica)
Disipación inadecuada del calor de la reacción química
(encendido espontáneo):

trapos con aceite
Aserrín
plásticos en polvo
Reacciones de materiales sensibles al agua
Radiación de detención nuclear

b) MATERIALES COMBUSTIBLES:

Combustibles: Propelentes: Líquidos, sólidos
Uso en motores: Diesel, gasolina
Arranque motores: óxido de Etileno
Calentadores: Metano, kerosene

Solventes y agentes limpiadores
Lubricantes
gases para soldar
Pinturas y barnices
Productos de madera
plásticos
Ropa
Otros materiales orgánicos, etc.

Toda la teoría presentada en esta tesis esta apoyada en estos principios.

2.3 Principales Riesgos Industriales

Los principales riesgos industriales suelen estar relacionados con la posibilidad de incendio, explosión o dispersión de sustancias químicas tóxicas, y por lo general entrañan el escape de material de un recipiente, seguido, en el caso de sustancias volátiles, de su evaporación y dispersión. Entre los accidentes relacionados con estos riesgos cabe mencionar:

- escape de material inflamable, mezcla de material con el aire, formación de una nube de vapor inflamable y arrastre de la nube hasta una fuente de ignición, lo que provocará un incendio o una explosión que afectará al lugar y posiblemente a zonas pobladas;
- escape de material tóxico, formación de una nube de vapor tóxica y arrastre de la nube, lo que afectará directamente al lugar y posiblemente a zonas pobladas.

En el caso de fuga de materiales inflamables, el mayor peligro proviene del repentino escape masivo de líquidos volátiles, o gases, que producen una gran nube de vapor inflamable y posiblemente explosivo. Si la nube se llega a inflamar, los efectos de la combustión dependerán de múltiples factores, entre ellos la velocidad del viento y la medida en que la nube estaba diluida con el aire.

La fuga repentina de grandes cantidades de materiales tóxicos puede causar muertes y lesiones graves a una distancia mucho mayor. En teoría,

esa fuga podría, en ciertas circunstancias climáticas, producir concentraciones letales a varios kilómetros del punto de fuga, pero el número efectivo de víctimas dependerá de la densidad demográfica en el camino que sigue la nube y de la eficacia de las medidas de emergencia que se tomen, que podrían incluir la evacuación.

Algunas instalaciones o grupos de instalaciones plantean ambos tipos de amenaza. Además, las ondas de expansión y los proyectiles de una explosión pueden afectar a la integridad de otras plantas que contengan materiales inflamables y tóxicos, causando de ese modo una intensificación del desastre, que a veces se designa con la expresión de efecto dominó. Esta situación puede existir cuando se produce una agrupación de establecimientos industriales debido a la atracción de la energía, el agua o un conjunto de trabajadores adecuados. Esa agrupación puede facilitar la transferencia de suministros y productos de un lugar a otro.

Explosiones

Las explosiones se caracterizan por una onda de choque que puede producir un estallido y causar daños a los edificios, romper ventanas y arrojar materiales a varios cientos de metros de distancia. Las lesiones y los daños son ocasionados primeramente por la onda de choque de explosión. Aunque los efectos de la presión excesiva pueden provocar directamente la muerte, es probable que esto sólo se produzca con las personas que trabajan muy cerca del lugar de la explosión. La historia de las explosiones industriales muestra que los efectos indirectos de los edificios que se derrumban y los cristales y escombros que vuelan por el aire causan muchas más pérdidas de vidas humanas y heridas graves.

Los efectos de la onda de choque varían según las características del material, su cantidad y el grado de restricción de la nube de vapor. Por consiguiente, las presiones máximas en una explosión varían de una ligera sobrepresión a unos cuantos cientos de kilopascales (KPA). Las lesiones directas se producen a presiones de 5 a 10 kpa (una sobrepresión mayor origina por lo general la pérdida de la vida), mientras que los edificios se derrumban y las puertas y las ventanas se rompen a presiones tan bajas como de 3 a 10 kpa. La presión de la onda de choque disminuye rápidamente con el aumento de la distancia desde la fuente de la explosión. A título de ejemplo, la explosión de un tanque que contuviera 50 toneladas de propano produciría una presión de 14 kpa a 50 metros y una presión de 5 kpa a 500 metros a partir del tanque.

Deflagración y detonación

Las explosiones pueden producirse en forma de una deflagración o de una detonación, en función de la velocidad de combustión durante la explosión. Se produce una deflagración cuando la velocidad de combustión o la velocidad de la llama es relativamente lenta, del orden de 1 m/seg. En una detonación, en cambio, la velocidad de la llama es extremadamente elevada. El frente de la llama se desplaza como una onda de choque, con una velocidad normal de 2,000 a 3,000 m/seg. Una detonación genera mayores presiones y es mucho más destructiva que una deflagración. La

presión máxima causada por una deflagración en un recipiente atmosférico cerrado gira en torno de los 70-80 kpa, mientras que una detonación puede alcanzar fácilmente una presión de 200 kpa. El hecho de que se produzca una deflagración o una detonación dependerá del material de que se trate, así como de las condiciones en que ocurre la explosión. Por lo común, se acepta que una explosión en fase de vapor requiere cierto grado de limitación para que se produzca una detonación.

Explosiones de gases y de polvos

Es posible hacer una distinción entre las explosiones de gases y las de polvo tomando como base el material de que se trate. Se producen explosiones de gases, que en general son catastróficas, cuando se liberan y dispersan con el aire considerables cantidades de materiales inflamables para formar una nube de vapor explosivo antes de que tenga lugar la ignición. Las explosiones de polvo se producen cuando materiales sólidos inflamables se mezclan intensamente con el aire. El material sólido dispersado adopta la forma de material pulverizado con partículas de dimensiones muy pequeñas. La explosión resulta de un hecho inicial, como un incendio o pequeña explosión, que motiva que el polvo depositado sobre las superficies pase a ser transmitido por el aire. Al mezclarse con el aire se produce una explosión secundaria que a su vez puede originar una explosión terciaria, y así sucesivamente. En el pasado, esta serie sucesivas de explosiones han provocado catástrofes y la destrucción de fábricas enteras. Puesto que los cereales, la leche en polvo y la harina son inflamables, las explosiones de polvo han sido más comunes en la industria agrícola.

Explosiones de nubes de vapor confinado o no confinado

Las explosiones en locales cerrados son las que se producen dentro de algún tipo de contenedor, como un recipiente o una tubería. Las explosiones dentro de los edificios también corresponden a esta categoría. Las explosiones que se producen al aire libre se designan como no limitadas y originan presiones máximas de sólo unos pocos kpa. Las presiones máximas de las explosiones en lugares cerrados o limitadas suelen ser superiores y pueden llegar a cientos de kpa. En el cuadro siguiente figura una lista de algunas explosiones industriales.

Sustancias químicas concernidas	Consecuencias		Lugar y fecha
	muerres	lesiones	
Eterdimetilico	245	3,800	Ludwigshafen, RFA 1948
Queroseno	32	16	Bitburg, RFA, 1954
Isobutano	7	13	Lake Charles, USA, 1967
Residuos de Petróleo	2	85	Pernis, Holanda, 1968
Propileno	-	230	Illinois, USA, 1972
Propano	7	152	Decatur, USA, 1974
Ciclohexano	28	89	Flixborough, UK, 1974
Propileno	14	107	Beek, Holanda, 1975

Incendios

Los efectos de los incendios sobre las personas son quemaduras de piel por exposición a las radiaciones térmicas. La gravedad de las quemaduras depende de la intensidad del calor y del tiempo de exposición. La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde la fuente. En general, la piel resiste una energía térmica de 10 kw/m² durante aproximadamente 5 segundos y de 30 kw/m² durante solo 0,4 segundos antes de que sienta calor.

Los incendios se producen en la industria con más frecuencia que las explosiones y las emanaciones de sustancias tóxicas, aunque las consecuencias medidas en pérdida de vida suelen ser menos graves. Por consiguiente, podría considerarse que los incendios constituyen un menor peligro potencial que las explosiones y los escapes de sustancias tóxicas. No obstante, si se retrasa la ignición de un material inflamable que se escapa, puede constituirse una nube de vapor de material inflamable no encerrada.

Explosión de un Líquido en ebullición con desprendimiento de vapores en expansión

Designada algunas veces como una bola de fuego, una explosión de este tipo es una combinación de incendio y explosión con una emisión de calor radiante intenso en un intervalo relativamente breve de tiempo. Como indica la expresión, el fenómeno puede producirse dentro de un recipiente o depósito en el que se mantenga un gas licuado por encima de su punto de ebullición atmosférico. Si un recipiente a presión se rompe como resultado de un debilitamiento de su estructura, el contenido se escapa al instante como una mezcla turbulenta de líquido y gas que se expande rápidamente y se dispersa por el aire como una nube. Cuando esta nube se inflama, se produce una bola de fuego, que origina una radiación térmica de enorme intensidad en pocos segundos. Esta intensidad calorífica basta para causar muertes y graves quemaduras en la piel a varios cientos de metros del recipiente, según la cantidad del gas de que se trate. Este tipo de explosión puede ser causado por un impacto físico sobre un recipiente o depósito que ya está averiado o sometido a una presión excesiva. Una explosión provocada por la ebullición de un líquido que expande vapor de un sistema de 50 toneladas de propano puede ocasionar quemaduras de tercer grado a distancias de aproximadamente 200 metros y ampollas a distancias de unos 400 metros.

A veces resulta difícil hacer una distinción entre un incendio y una explosión. Muy a menudo una explosión va seguida de un incendio. En el cuadro siguiente figura una lista de algunos de los principales incendios.

Sustancias químicas concernidas	consecuencias		Lugar y Fecha
	muertes	lesiones	
Metano	136	77	Cleveland, USA, 1944
GLP(1), ELEVE(2)	18	90	Feyzin, Francia, 1966
Metano	52	-	Sta Cruz, México, 1978
GLP(1), ELEVE(2)	650	2500	DF, México, 1985

- (1) GLP = gas licuado
- (2) ELEVE = Explosión de líquido en ebullición con desprendimiento de vapores en expansión
- (3) GNL = gas natural licuado.

Escape de gases tóxicos

La toxicidad de las sustancias químicas se suele determinar mediante el empleo de cuatro métodos principales que son los siguientes: el estudio de los incidentes, los estudios epidemiológicos, los experimentos sobre los animales y los ensayos con microorganismos.

En la toxicidad de las sustancias químicas influyen asimismo otros factores, como la edad, el sexo, los antecedentes genéticos, el grupo étnico al que se pertenece, la nutrición, la fatiga, las enfermedades, la exposición a otras sustancias con efectos sinérgicos, y la hora y modalidades del trabajo.

Por ejemplo, el cloro resulta peligroso para la salud humana en concentraciones de 10 a 20 partes por millón (ppm) con una exposición de 30 minutos. Ese gas resulta letal en concentraciones de 100 a 150 ppm con exposiciones de 5 a 10 minutos de duración. La exposición al cloro por períodos más cortos puede ser letal en concentraciones de 1,000 ppm. En lo que se refiere a las consecuencias de un escape de cloro, se sabe que una fuga instantánea de 10 toneladas de esta sustancia química puede producir una concentración máxima de 140 ppm a una distancia de 2 kms a favor del viento a partir de la fuente y de 15 ppm a una distancia de 5 kms en condiciones climáticas normales de no inversión.

En el cuadro siguiente se muestran algunos accidentes industriales importantes causados por escapes tóxicos de diferentes sustancias químicas. El cloro y el amoníaco figuran entre las sustancias químicas tóxicas más comúnmente utilizadas en grandes cantidades y que entrañan riesgos, y ambos tienen un historial de accidentes graves.

Sustancias químicas concernidas	Consecuencias muertes lesiones		Lugar y fecha
Fosgeno	10	-	Poza rica, México, 1950
Cloro	7	-	Wilsun, RFA, 1952
Dioxina	-	-	Seveso, Italia, 1976
Amoníaco	30	25	Cartagena, Colombia, 1977
Dióxido de Azufre	-	100	Baltimore, USA, 1978
Acido sulfhídrico	8	29	Chicago, USA, 1978
Isocianato de metilo	2000	200000	Bhopal, India, 1984

2.4 Estudio de las Consecuencias

Los nuevos productos y los nuevos procesos traen consigo nuevos riesgos con sus respectivas consecuencias.

Las pérdidas por lo general involucran daños a la propiedad, interrupción de actividades, seguridad de vidas, problemas de contaminación al medio ambiente, imagen de la empresa, utilidades futuras, etc. y pueden llegar a representar una importante amenaza para las metas y sobrevivencia de la empresa.

Podríamos dividir el proceso de estudio del riesgo en tres áreas principales:

- 1) Identificación del Riesgo
- 2) Evaluación del riesgo
- 3) Toma de Decisiones

1. Identificación del riesgo:

El riesgo industrial puede ser definido como aquella serie de características que representen un potencial para un evento no planeado y que puede llegar a ocasionar pérdidas indeseables.

Entonces la identificación del riesgo será el proceso de reconocer todos aquellos peligros asociados con el centro de proceso y que pueden significar pérdidas indeseables, como ejemplo enlistaremos una serie de circunstancias que se ha sabido han llegado a producir peligros de incendio:

- Fallas de Diseño y/o Construcción
- Errores de Operación
- Falla de Equipo
- Deficiencias de Procedimientos (soldaduras)
- Falta de Mantenimiento
- Supervisión insuficiente
- Fenómenos naturales
- Condiciones del Medio Ambiente

Por lo tanto, esta identificación debe ser una actividad permanente y continua para poder evaluar nuevos riesgos debido a nuevos materiales, anexos de plantas, modificaciones de producción, recortes de personal, etc.

2. Evaluación del riesgo:

Es necesario establecer un orden de importancia a los peligros encontrados. Este orden será determinado estableciendo normas para la combinación de dos criterios: Probabilidad y Consecuencia. La probabilidad es la posibilidad de ocurrencia por unidad de tiempo, espacio, etc. La Consecuencia es una función de la severidad del incendio y de lo expuesto a los efectos del fuego.

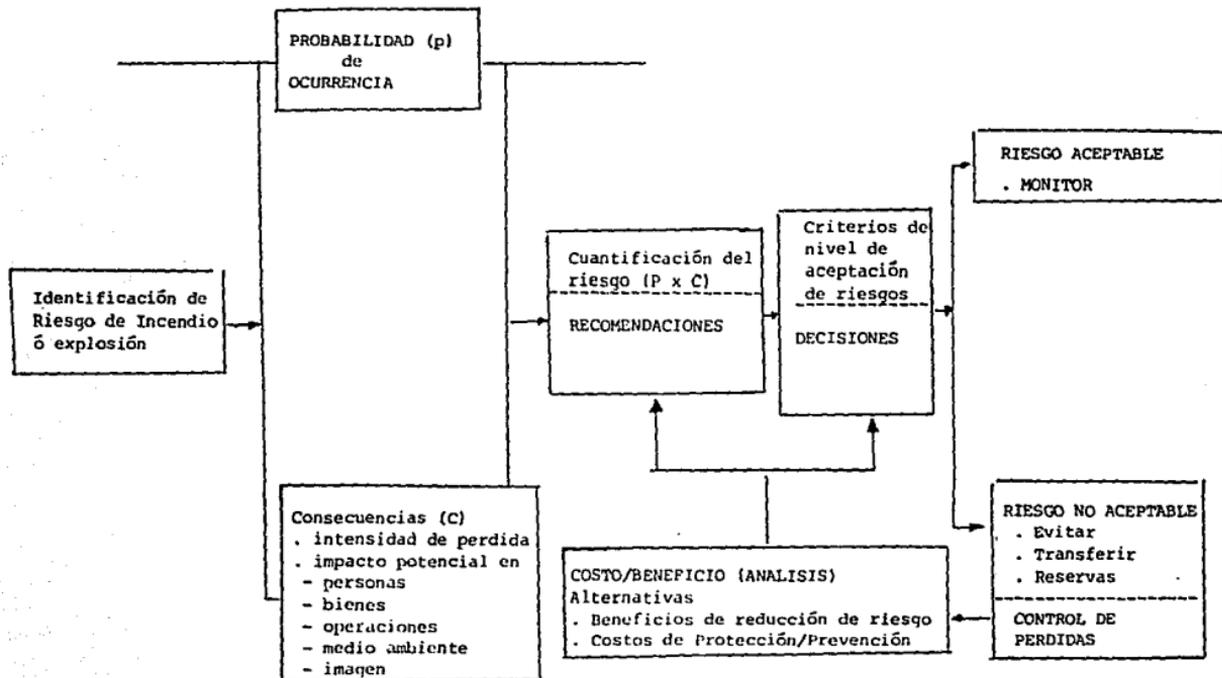
Los primeros pasos para cuantificar el riesgo son:

- a) Identificar las consecuencias del evento dominante que pudiera representar pérdidas significantes. (Pérdida Máxima Posible)

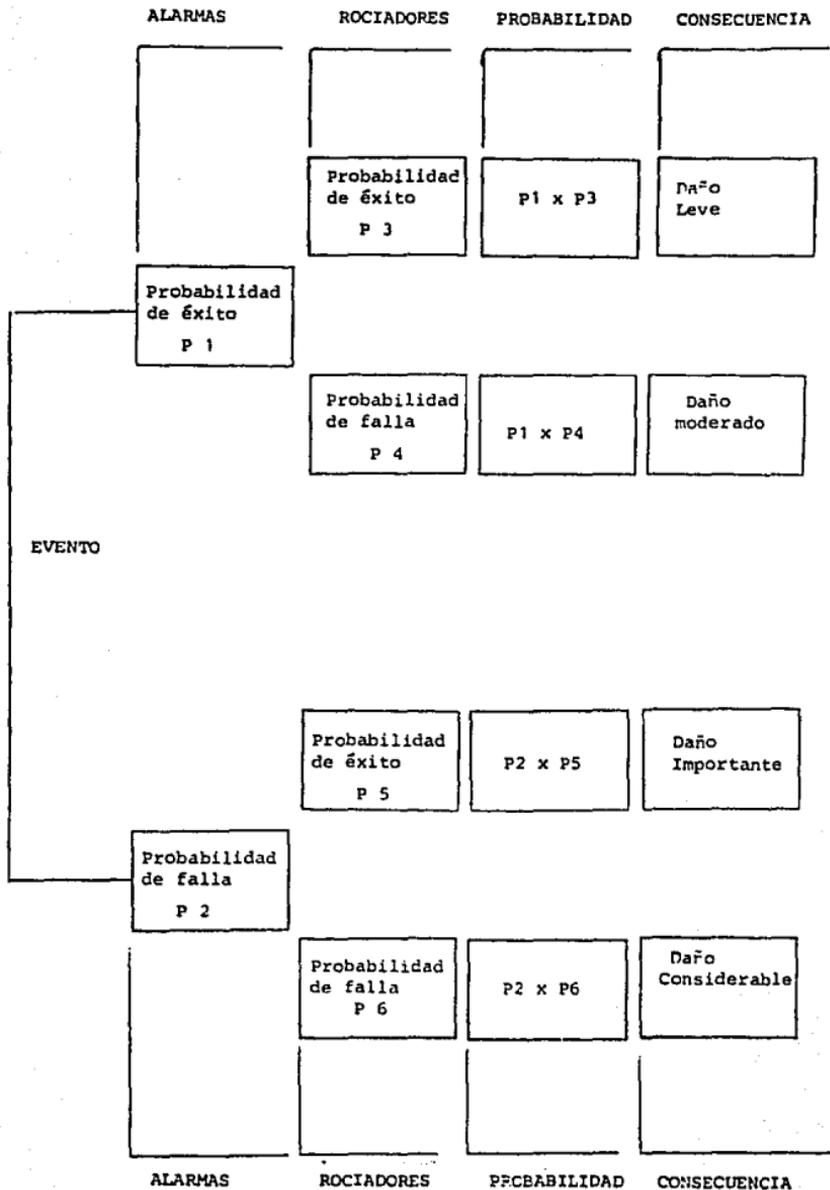
IDENTIFICACION
DEL RIESGO

EVALUACION DEL RIESGO

ADMINISTRACION DEL RIESGO



PROCESO DE ADMINISTRACION DE RIESGOS



ARBOL DE EVENTOS

- b) Cuantificar el riesgo de incendio (ej probabilidad de ocurrencia y sus consecuencias debido a dichas pérdidas)
- c) Desarrollar y evaluar alternativas de prevención y/o estrategias de protección (recomendaciones) para así reducir el riesgo de incendio.
- d) Medir o analizar los cambios del riesgo (ej diferencia en probabilidad y/o consecuencias) asociados con las diferentes alternativas.

El riesgo de un evento es el producto de la probabilidad de ocurrencia multiplicado por las pérdidas consecuenciales provocadas por el mismo.

Los métodos para evaluar la probabilidad de que ocurra un evento incluyen:

1. Estimación Objetiva:

Si existen datos de pérdidas y de frecuencias, entonces se podrán establecer probabilidades de estas fuentes.

2. Estimación Subjetiva:

Si no existen datos históricos entonces las probabilidades se podrán evaluar utilizando por inferencia juicios basados en información de pérdidas disponibles, tal como falla de equipos, errores humanos, fuente de encendido, elementos de control de pérdidas, y factores de daños.

La probabilidad debe ser cualitativa con diferentes categorías, como:

- 0 IMPOSIBLE: imposible que ocurra físicamente ($P=0$)
- 1 EXTREMAMENTE IMPROBABLE: la probabilidad de ocurrencia esta muy cerca del 0
- 2 REMOTA: es tan improbable que podemos asumir que no ocurrirá $P < 10^{-6}$
- 3 OCASIONAL: Poco probable que ocurra en un sistema determinado, $P > 10^{-6}$
- 4 PROBABILIDAD RAZONABLE: Ocurrirá varias veces durante la vida del sistema $P > 0.001$
- 5 FRECUENTE: ocurrirá continuamente, $P > 0.1$

P = probabilidad.

Una vez que se han cuantificado la intensidad y la duración del fuego, entonces se podrán medir las pérdidas tanto directas como indirectas.

Las pérdidas directas incluyen los daños a los edificios, equipo, contenidos, inventarios, etc. y los indirectos incluyen interrupción de actividades, responsabilidad civil (daños a terceros), contaminación ambiental, daño a la imagen de la compañía.

Las consecuencias a la peligrosidad de incendio están en función de la severidad y de la susceptibilidad de exposición de artículos críticos.

Las categorías de las consecuencias deberán hacerse de tal manera que puedan hacer una medición cualitativa de las peores consecuencias posibles. La siguiente tabla es un ejemplo de clasificación de categorías de consecuencias:

Categorías de Consecuencias

0 SEGURA: No hay consecuencias

1 INSIGNIFICANTE: el impacto de perdida sera tan pequeño que no tendrá efecto en las operaciones

2 MINIMO: La perdida no causará un corte en las operaciones y no implicara un desembolso monetario para restaurar las operaciones y tampoco causara heridas al trabajador

3 MARGINAL: la perdida tendrá un impacto visible, tendrá que suspender actividades por poco tiempo, Ocasionara gastos monetarios y pequeñas heridas

4 CRITICA: Causara heridas graves y provocara daño materiales importantes. La perdida no será desastrosa, pero la fabrica tendrá que suspender por lo menos parte de sus operaciones inmediata y temporalmente. El reinicio de operaciones requerirá de fuertes inversiones

5 CATASTROFICA: Producirá la muerte o muertes, el impacto en las operaciones sera desastroso, resultando en un cierre a largo tiempo o cierre definitivo. todo el centro suspenderá sus actividades después del evento.

Por lo tanto, la magnitud de un riesgo esta dada en función de:

- 1) Probabilidad de ocurrencia, y
- 2) Consecuencia de la exposición de vidas y daños materiales

El diagrama de evaluación de Peligros: (ver gráfica)

Los peligros de alta prioridad requieren de acciones correctivas inmediatas y profundas y se encuentran en la parte de arriba a la derecha del diagrama. Los de baja prioridad, que no requieren de mayor atención, se encuentran en la parte de abajo a la izquierda. Los peligros con prioridad intermedia se encuentran en la banda media del diagrama y requerirán de un mayor análisis para determinar cuál es su tendencia.

3. La Toma de Decisiones:

Comprende el establecimiento de niveles aceptables de riesgo y métodos para controlar los riesgos identificados. El proceso de toma de decisión para un riesgo aceptable estará basado en metas específicas de la organización, que por lo general incluyen (en cualquier orden):

* Ganancias (posición en el mercado)

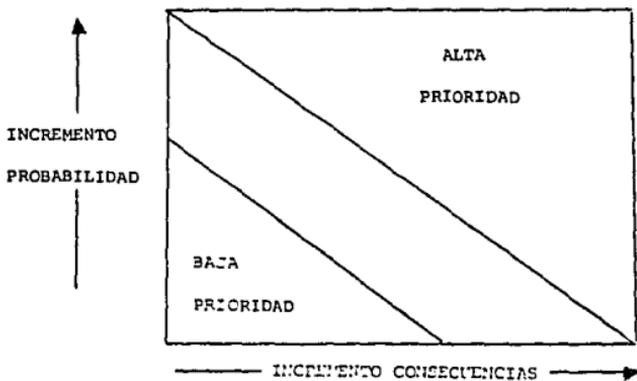


DIAGRAMA DE EVALUACION DE RIESGOS

- * Protección de los activos de la Compañía
- * Continuidad de Operaciones
- * Conceptos humanos (seguridad del empleado)
- * Bienestar de la comunidad
- * Requerimientos legales (responsabilidad, normas del gobierno)
- * Requerimientos de las compañías de Seguros
- * Contaminación del medio ambiente.

Si el riesgo resulta aceptable, entonces no se requerirá de una acción inmediata, pero se deberá monitorear cualquier cambio que pudiera incrementar el riesgo.

Si el riesgo es inaceptable, entonces se tendrán que tomar decisiones para encontrar la manera de controlar dicho riesgo.

Algunas de estas opciones incluyen:

1. Evitar el riesgo suspendiendo las operaciones
2. Transferir el riesgo comprando un seguro
3. Financiar o hacer sus propias reservas
4. Reducir el riesgo mejorando las medidas de control
5. Desarrollar un programa de administración de riesgo que incluye una combinación de todos los puntos anteriores.

Posteriormente tendrá que hacerse un análisis de costo/beneficio de las diferentes alternativas de prevención y de protección, los cuales deberán de incluir diseño, instalación, mantenimiento del sistema, costos de entrenamiento, etc.

Cap III LOS OBJETIVOS DEL DISEÑO DE SEGURIDAD

3.1 Seguridad de Vidas.

El Comportamiento y la forma de como reaccione una persona ante una amenaza dependerá del papel que asuma, de su experiencia previa, de su educación, de su personalidad, de su percepción de la amenaza, de las características físicas y de los medios de egreso disponibles dentro de la industria. Por último, su reacción también dependerá de la acción de los demás trabajadores que comparten la misma experiencia.

Investigaciones recientes han encontrado que el comportamiento de un individuo durante un incendio es afectado por las variables del lugar donde ocurre el fuego y por la apariencia del mismo en el momento de ser detectado. Por ejemplo, la respuesta de los ocupantes variará si huelen humo ó si ven flamas.

Pero las decisiones individuales de comportamiento individual más importantes ocurrirán antes de que llegue alguna ayuda externa, ej. el departamento de bomberos.

El período entre la detección del fuego y la llegada del departamento de incendio es el período más crítico. El comportamiento de los individuos involucrados directamente con el inicio del fuego es crítico no solo para ellos, sino también para todos los demás trabajadores y empleados.

Conciencia del fuego:

Obviamente, el modo de como un individuo sea alertado sobre la presencia de un fuego determinara el grado de percepción de dicha amenaza. Por otra parte, el individuo también estará influenciado por la reacción de los demás. Si estos permanecen pasivos y parecen interpretar la situación como algo normal y no como una emergencia, entonces el individuo tendra a modificar su interpretación de acuerdo a esta influencia social.

Todo parece indicar que los procesos de inhibición social y difusión de responsabilidades son los primeros responsables del comportamiento de asistencia en caso de emergencias.

Proceso de Decisión del Individuo:

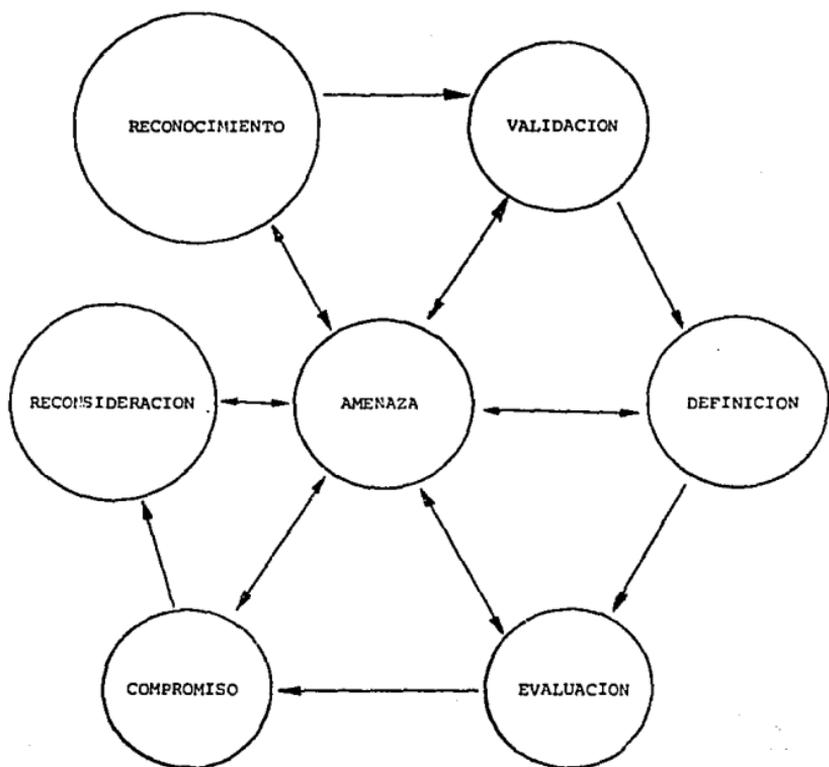
Se han identificado seis procesos que usará un individuo al tratar de estructurar y evaluar las distintas indicaciones de amenaza: (ver gráfica)

1) Reconocimiento:

Este proceso ocurre cuando el individuo percibe indicaciones de amenaza de fuego. Estas indicaciones son continuas, con una intensidad creciente debido a la dinámica de la flama, al calor y a la producción de humo. La acción de adaptación en el momento de escuchar la alarma, la evacuación de los ocupantes y la supresión del fuego puede ser retardada o postpuesta si los individuos no perciben estas indicaciones como indicativos del fuego.

La naturaleza ambigua de las indicaciones de amenaza nos muestra que los individuos que no tienen una educación de prevención o una experiencia y en protección del fuego solo reconocen como amenaza a las grandes cantidades de humo o a las grandes flamas.

2) Validación:



PROCESO DE DECISION DEL INDIVIDUO.

El proceso de validación consiste en los intentos que hace un individuo para determinar la seriedad de los indicios de amenaza. En otras palabras, la persona esta consciente de que algo ocurre pero no sabe exactamente lo que es. Este proceso de validación esta relacionado con preguntas a los demás individuos cercanos. La presencia de otras personas durante los procesos de reconocimiento y validación de la amenaza tendrán una influencia en el comportamiento de la respuesta del individuo.

3) Definición:

El proceso de definición consiste esencialmente en un intento del individuo en relacionar la información de la amenaza con alguna de las variables, tal como la naturaleza cualitativa de la amenaza, la magnitud de la privación de la amenaza, y el contexto del tiempo. Los aspectos físicos más importantes en la fase de definición son la generación, intensidad, y propagación del humo y de las llamas.

4) Evaluación:

El proceso de Evaluación puede ser descrito como las actividades cognitivas y psicológicas que requiere el individuo para responder a la amenaza. La habilidad del individuo para reducir sus niveles de ansiedad y tensión se convierten en el factor psicológico esencial. En la situación de amenaza creada por el fuego, la evaluación sera el proceso relacionado con la decisión de reaccionar de dos maneras: COMBATIR O HUIR; Este proceso se llevara a cabo en cuestión de segundos. Determinantes adicionales son la localización del individuo en relación a las salidas de egreso, otra gente, los efectos del fuego, y el comportamiento de otros individuos. Durante el proceso de evaluación, un individuo puede decidir entre salir del edificio ó usar un extinguidor portátil. Se cree que un individuo que ya este familiarizado se encontrará en mejores condiciones y experimentara menor ansiedad y responderá mejor adaptado que aquellos individuos que no estén familiarizados con este tipo de amenaza.

5) Compromiso:

Consiste en los mecanismos que usa el individuo para iniciar la actividad requerida para cumplir los planes de defensa conceptualizado en el proceso de evaluación. Esta respuesta a la amenaza de fuego resultará en éxito o fracaso. Si la acción falla, el individuo inmediatamente se involucra en el siguiente proceso de reconsideración y compromiso. Si la acción resulta positiva, la ansiedad y tensión debido a la situación se reducen.

6) Reconsideración:

El proceso de reconsideración es el mas tenso de todos los procesos del individuo ya que todos los intentos previos para ajustarse a la amenaza han fallado. Entonces, habrá esfuerzos más intensos y el individuo tenderá a ser menos selectivo en el tipo de respuesta. Conforme se continúan las derrotas, el individuo se encontrará mas frustrado, y por otro lado las posibilidades de daños y los peligros se incrementan con mayor nivel de actividad y a la vez habrá una menor probabilidad de éxito.

Al analizar el comportamiento del individuo involucrado en los procesos de reconocimiento, validación, definición, evaluación, compromiso y reconsideración, debemos recordar que todos estos procesos son dinámicos y están siendo constantemente modificados en relación con su magnitud, velocidad e intensidad.

Durante el proceso de reconsideración el nivel de actividad del individuo puede asumir tanto el modo de franca hiperactividad o expresarse en el estado catastrófico de completa inmovilidad física y con una pérdida de habilidad para comunicarse coherentemente; la tensión puede ser tan grave que se rindan por completo.

No podemos esperar que el personal actué siempre lógicamente bajo la tensión que se produce debido a un incidente. El pánico es contagioso, y este peligro será mayor en cuanto haya más gente.

El miedo, y no tanto el peligro en sí que representa el incendio, es el factor principal del pánico.

Mientras los empleados se mantengan en movimiento hacia un lugar identificado como seguro habrá poco peligro de pánico; Pero, por otro lado, cualquier bloqueo del movimiento será conducente al pánico; Una vez que comienza el pánico, las salidas de emergencia serán bloqueadas rápidamente.

Debido al tamaño y a la complejidad de la mayoría de las industrias es necesario contar con un sistema de alarmas para asegurar una acción rápida y efectiva. Esta alarma también debe alertar a los responsables para que inicien los pasos encaminados a atacar el fuego, evacuación de empleados, paro de procesos peligrosos, y otras acciones necesarias para limitar el fuego y que las medidas de seguridad de vida sean tomadas a tiempo.

Por esto el control del personal será un factor muy importante para muchas industrias, sobre todo en aquellas donde los riesgos de incendio y explosión sean relevantes (ej. Pinturas y Petroquímica).

Se ha demostrado que la evacuación es ordenada, rápida y efectiva cuando el personal ha sido previamente expuesto a entrenamientos y controles disciplinarios; Esto reduce la posibilidad de pánico, y la gente bien entrenada esta mejor preparada para manejar lo inesperado.

La mayor parte del personal que trabaja en la industria es de una edad y agilidad dada que les permite ser capaces tanto de responder rápidamente como de evacuar rápida y correctamente una vez que sean alertados.

Un buen plan de emergencia deberá contar con:

- Salidas de emergencia bien señaladas e identificadas
- Dispositivos especiales para ayudar a minusválidos
- Establecer áreas seguras para agrupar al personal fuera de la fábrica
- Procedimientos para determinar si todos los empleados han sido evacuados y se encuentran seguros.

Simulacros de Evacuación:

En toda planta industrial habrá dos problemas con los que se enfrentará durante una emergencia:

- a) La necesidad de disponer y mover personal esencial a los sitios donde sean requeridos, tal como los responsables de los equipos de emergencia, y
- b) La necesidad de evacuar al resto del personal rápida y eficientemente.

los medios de evacuación no son, per se, suficientes para dar seguridad al personal; los simulacros de evacuación en caso de emergencia son esenciales para lograr un uso efectivo de salidas en caso de emergencia. Los simulacros se deben llevar a cabo sobre todo en aquellas industrias donde los riesgos sean altos. Estos simulacros deberán contar entre otros con: Verificación de salidas, selección de rutas de evacuación, control de tráfico, control del ingreso del personal una vez que se vuelva a la normalidad.

Una decisión muy importante es la de determinar cuando será necesario evacuar.

Pero, en caso de duda, siempre se deberá de evacuar la fábrica.

Todo el personal debe saber y conocer las señales de evacuación y las salidas de emergencia que deben seguir. Deben ser instruidos para parar el equipo inmediatamente al oír la señal y reportarse en un lugar predeterminado. En industrias más grandes deben existir rutas primarias y rutas alternas. Una vez reunido el personal en el lugar seguro, estos deben ser controlados por sus supervisores; En caso de no estar todos se deberá reportar al responsable de la seguridad para que este organice el rescate. Después de cada simulacro se deben juntar los responsables para evaluar el resultado del simulacro y corregir aquellos errores que se hayan detectado. La frecuencia del simulacro depende del grado de riesgos involucrados en la operación y de la complejidad del paro de actividades y procedimientos de evacuación.

3.2 Protección de la Propiedad:

De la misma manera que se entrena y educa al personal para realizar simulacros de evacuación y demás programas para que sepa que medidas tomar para salvar sus vidas en caso de ocurrencia de siniestros, también es necesario educarlos y entrenarlos para que reconozcan aquellos riesgos relacionados con los procesos de la industria en la que trabajan.

No esta dentro de los objetivos de esta tesis, debido a la amplitud del tema y al tiempo tan limitado, el presentar cada uno de los riesgos que presentan cada uno de los procesos industriales que existen en la actualidad, pero si describiremos 5 que consideramos son compartidos por la mayoría de las industrias y que son de vital importancia para la seguridad de las empresas.

1) Soldar y cortar:

El soldar no es solamente un asunto de adicionar suficiente calor a un metal para fundirse y después dejarlo solidificar. La fuerza e integridad de una soldadura depende de las propiedades físicas y químicas del material que se esta soldando y de muchos otros factores entre los que se puede incluir la forma de soldar, la temperatura de la fuente de calor, la cantidad de calor producida por la fuente, etc.

Debido a las altas temperaturas que se necesitan para soldar, el material puede reaccionar con casi todo lo que haga contacto. El material reaccionara con aire, humedad, suciedad y otros materiales que toque cuando este caliente. El soldar requiere fuentes de energía de

muy alta intensidad (usualmente electricidad ó el calor de la combustión de un gas combustible).

Los riesgos potenciales de incendio estan presentes en los alrededores de donde se efectúan las operaciones de soldar. Por esto, y para reducir de una manera significativa el potencial de incendio se deberán tener en mente 4 cosas importantes:

1. Dos lados del triángulo de incendio siempre estarán presentes:
Por un lado la fuente de encendido (calor) y el aire (oxígeno) para soportar la combustión.
2. El lugar donde se lleve a cabo el trabajo de soldar o cortar será un factor muy importante. Los incendios se pueden encontrar tanto en los sitios donde las operaciones de soldar forman una parte regular de la producción, ya que el área estará generalmente diseñada y bien protegida de acuerdo a los riesgos específicos del proceso. Pero también se realizará esta operación para dar mantenimiento, reparación, construcción, etc.
3. El equipo y tipo de proceso de soldar usado afecta el potencial de riesgo directamente.
4. El Jefe de Seguridad, el supervisor del área y el soldador son factores críticos ya que comparten la responsabilidad en tres sentidos diferentes para prevenir accidentes e incendios.
¿ Conoce el soldador los peligros ?
¿ Se han tomado las medidas propias para reducir el riesgo al mínimo ?

Basándonos en el fundamento de que los soldadores, sus supervisores y el Jefe de Seguridad comparten la responsabilidades de seguridad, entonces se deberá seguir el siguiente procedimiento cada vez que se realice una operación de soldar y/o cortar:

a) El Jefe de Seguridad debe establecer áreas específicas y autorizadas para cortar y soldar y designar a una persona capaz para que autorice este tipo de trabajo en otras áreas. También debe contar con personas que observen el trabajo a una distancia no mayor de 10.7 mts.

b) El supervisor del soldado y cortado debe tener las siguientes obligaciones cuando se hagan trabajos en otras áreas que no sean las adecuadas:

- Determinar si hay materiales combustibles presentes.
- Si necesario, mover el trabajo, mover el combustible, o cubrir el combustible
- Contar con un permiso escrito del Jefe de Seguridad.
- Verificar que el soldador conozca la autorización y las condiciones de trabajo
- Verificar que haya suficientes observadores.

c) El soldador debe tener la autorización del Jefe de Seguridad y del supervisor del área antes de empezar a trabajar

d) Las siguientes precauciones se deben observar durante los trabajos:

- no se debe permitir soldar en atmósferas explosivas
- los pisos deben estar libres de combustibles
- si hay combustibles cerca de los procesos de soldar y cortar y el trabajo no se puede mover a mas de 10.7 mts, estos deberán ser protegidos adecuadamente.
- Debe haber suficientes extinguidores durante los trabajos.

Las principales precauciones y prácticas de Seguridad a tener siempre en cuenta son:

1) Leer las etiquetas del fabricante:

Una etiqueta con instrucciones y recomendaciones se podrá encontrar en el equipo de soldar suministrado así como en el manual correspondiente.

2) Humos y gases:

Las flamas producen humos y gases; la mayoría de los humos provienen de los productos de la combustión, de quemar gases combustibles y del metal calentado. Estos vapores del metal reaccionan con el oxígeno del aire para producir los óxidos que hacen parte de los humos del soldar. las flamas también producen gases invisibles, como dióxido de carbono el cual se forma cuando se quema la flama.

La cantidad y tipo de humos y gases que son liberados dependerá del material usado. también dependerán de la temperatura en la zona de soldar. la mejor manera de proceder sera considerar que todos los humos y gases son dañinos y peligrosos para la salud, por lo tanto no se deben inhalar, para esto habrá que trabajar donde existan corrientes de aire que vengán de un lado, apartando así los humos del soldador.

Quando el trabajo se haga cerca de una ventana abierta entonces se deberá ver la dirección del viento y el soldador deberá:

- buscar la posición de tal manera que los humos se aparten de su cuerpo
- no permitir que la brisa le regrese el humo.

3) Radiación:

La alta temperatura de las flamas produce radiaciones infrarrojas; los arcos producen radiación ultravioleta aparte de una luz muy brillante; la radiación infrarroja proviene tanto del metal caliente como de las flamas y arcos.

La cantidad y tipos de exposición dependen de la temperatura de los materiales y del proceso involucrados. Quando la radiación ultravioleta interacciona con el oxígeno del aire, este forma ozono, un gas que puede ser peligroso para la salud. lo mejor sera considerar que todos los tipos de radiación son peligrosos.

La mejor manera para evitar las radiaciones infrarrojas y ultravioletas es usar ropa adecuada y lentes de seguridad. la ropa debe de ser de un espesor mínimo para evitar la radiación ultravioleta (se recomienda el uso de fibras naturales)

4) Ruido:

Las flamas y los arcos producen ruidos, la cantidad de ruido depende de la energía liberada por las flamas y los arcos, así como de su forma y tamaño. Una sobrexposición a altos sonidos puede producir daños permanentes al oído.

El ruido es un sonido indeseable, la continua exposición al alto ruido puede dañar permanentemente al oído por lo que se recomienda siempre usar protecciones adecuadas.

5) Descarga eléctrica:

Todos los procesos de soldadura necesitan de una fuente de poder, así como de otros equipos eléctricos y de control; Una gran descarga puede llegar a ocasionar la muerte al provocar que el corazón se detenga de palpar adecuadamente, pero una descarga pequeña también puede presentar serios peligros ya que produce reflejos en los músculos, los cuales pueden ocasionar que el empleado tire o empuje otros obstáculos.

Como la humedad conduce electricidad, nunca habrá que soldar en la lluvia, o en lugares húmedos.

Por lo tanto, las descargas eléctricas deben considerarse como mortales.

6) Chispas:

Todos los procesos de soldar y cortar producen chispas, su cantidad dependerá del proceso específico; las chispas pueden encender materiales combustibles por lo que deben considerarse como peligros capaces de iniciar incendios y causar quemaduras.

Las chispas peligrosas son producidas tanto al soldar como al cortar; las chispas de cortar son más peligrosas que las de soldar ya que son más numerosas y viajan mayores distancias. Por lo tanto, el aspecto clave del medio físico para la prevención será el aislamiento ó protección de los combustibles, como ejemplo daremos algunos controles esenciales:

- a) Mover los combustibles a una distancia mínima horizontal de 10.7 mts y estar seguros que no hay aberturas en muros
- b) Mover el trabajo a un área más segura
- c) Si no se puede nada de lo anterior, habrá que proteger el combustible y tener un equipo de extinción listo para operar.

2. Acabados de pintura:

La aplicación de pinturas es un proceso inherente en un alto porcentaje de productos fabricados, independientemente del propósito para el cuál se aplica - protección, decoración, lubricación, adhesivos, o combinación de estos factores.

Los materiales y productos usados en los procesos de acabado son usualmente inflamables y combustibles, a veces tóxicos, y en algunos casos, altamente reactivos. Por estas razones, las operaciones de pintura son consideradas peligrosas por lo que se deben de tomar precauciones para minimizar los riesgos.

Los vapores y partículas generadas en el proceso de rociado que se encuentran suspendidos en el aire deben ser controlados para prevenir la su distribución en áreas donde su presencia puede constituir un riesgo.

Para esto se deben construir cuartos específicos para realizar estas operaciones de acabados y limitar el escape del rociado, vapores y residuos para conducirlos y eliminarlos seguramente a través de un sistema de ventilación.

Precauciones y prácticas:

- 1) Prevención: Incluye la identificación de los riesgos, el almacén y manejo de líquidos inflamables, control de vapores, control de fuentes de encendido, orden, limpieza y entrenamiento de personal.
- 2) Identificación de los riesgos: las características peligrosas de los materiales deben de ser identificadas y marcadas en los contenedores tan pronto como lleguen a la planta.
- 3) Almacén y manejo: los suministros se deben almacenar en el exterior, lejos de los edificios. Según las necesidades se deben de traer al interior de la planta. El cuarto de mezclas debe estar aislado del resto del edificio por medio de construcciones que resistan al fuego. El cuarto debe contar con una ventilación suficiente y continua para prevenir el desarrollo de concentración de vapores. Las cantidades se deben limitar a 1 día de trabajo.
- 4) Control de vapores: La limitación de vapores se logra con la combinación de cerrar el centro de proceso y los sistemas de ventilación. Un control efectivo impide el traslado de vapores peligrosos a áreas donde no se pueda controlar.

5) Control de fuentes de encendido: Es altamente recomendable la aplicación estricta de la prohibición de fumar y el establecimiento de permisos para soldar y cortar.

La fuente más común de encendido de vapores inflamables es la electricidad estática. Electrodo energizados de equipo electrostático envían grandes cantidades de carga eléctrica al aire. La acumulación de esta carga puede provocar un alto voltaje en algunas superficies, la electricidad estática también es generada por muchos fluidos cuando circulan por tuberías y cuando son cambiados de un contenedor a otro. Cuando el voltaje de un objeto ha desarrollado suficientemente para romper el medio aislante entre este y tierra, esto hará un arco a la tierra. Si la energía del arco es lo suficiente alta y existen vapores inflamables, entonces ocurrirá el encendido.

3. Manejo de materiales:

El personal también debe tener un conocimiento del material con el que está trabajando para así manejarlo adecuadamente. Casi todo lo que es producido tiene que ser movido de un lugar a otro dentro de la planta conforme el material progresa de materia prima hasta ser almacenado como producto terminado. Por lo tanto es muy importante contar con un buen equipo para el manejo eficiente de materiales.

Una gran parte de este equipo puede llegar a representar un riesgo de incendio si no se lleva a cabo una selección, instalación, protección, operación y mantenimiento. Veamos algunos de estos equipos:

Vehículos para uso industrial:

Son diseñados dependiendo del tipo de carga a transportar; Estos pueden ser movidos por electricidad, gasolina, Diesel o gas LP. Por lo tanto el uso de estos vehículos representa peligros de incendio, explosión, daños mecánicos, etc. Podríamos resumirlos de la siguiente manera:

a) Vehículos de energía eléctrica: Existen cuatro tipos:

Tipo E: para usarse en áreas de riesgo ordinario.

Tipo ES: Tienen protecciones para prevenir la emisión de chispas del sistema eléctrico y limitar las temperaturas en su superficie. Se recomiendan para áreas donde se almacenan fibras que puedan encender fácilmente.

TIPO EE: Tienen el motor eléctrico y todo su equipo eléctrico completamente sellado y se recomiendan para usarse en lugares con peligros distintos a los del tipo EX

TIPO EX: Son de tipo a prueba de explosión y se recomiendan para áreas donde es posible que haya mezclas explosivas de vapores inflamables o polvos combustibles durante operaciones normales.

b) Vehículos de gasolina: Existen dos tipos:

Tipo G: Cuentan con las mínimas protecciones de seguridad y se recomiendan para trabajos en áreas de bajo riesgo.

Tipo GS: Cuentan con protecciones adicionales en los sistemas eléctricos, de combustible y escapes. Se recomiendan para áreas donde hay materiales de fácil combustión.

c) Vehículos Diesel: hay tres tipos:

Tipo D: Comparable con el tipo G de gasolina

Tipo DS: Comparable con el tipo GS de gasolina

Tipo DY: tienen más protecciones adicionales lo que los hace menos peligrosos que el tipo DS.

d) Vehículos por gas LP: tienen las mismas características que los vehículos de gasolina mas los peligros asociados con el gas combustible almacenado a alta presión. Hay dos tipos:

Tipo LP : Comparable al tipo G de gasolina

Tipo LPS: Comparable al tipo GS de gasolina

Operación de los Vehículos:

Para un uso mas seguro de estos vehículos de transporte industrial sera necesario el usarlos solamente en aquellos lugares para los cuales han sido aprobados.

Por lo tanto, se tendrá que desarrollar un sistema para marcar e identificar los diferentes tipos de camiones y las áreas donde se pueden usar. La marca se debe fijar en ambos lados del vehículo para ser identificados fácilmente. Las marcas correspondientes a los vehículos deben aparecer a la entrada de las zonas peligrosas; Entonces, cuando un camión se acerque a una área peligrosa, el operador más cercano podrá hacer una verificación rápida para asegurarse que las marcas del camión y las de la entrada son compatibles entre si y los deje entrar.

El uso de los vehículos debe ser restringido a personal entrenado y competente. Una operación descuidada puede provocar severos daños en muchas formas, tales como incendios, explosión, rotura de la tubería de los rociadores automáticos, daños al inmueble, etc.

El mayor potencial de incendio para todos estos tipos de vehículos es la fuga o derrame de combustibles y el que sean calentados por el calor del motor. Por esto, tanto el llenado de tanque como la recarga de las baterías debe hacerse en áreas específicas y bien ventiladas, de preferencia al intemperie, y lejos de áreas de proceso y bodegas de materias primas y productos terminados.

El mantenimiento también es muy importante y se deben establecer sistemas para un mantenimiento preventivo regular el cual debe incluir: líneas de gasolina, carburador, tanques de combustible, equipo eléctrico, llantas y dispositivos de seguridad.

Bandas transportadoras: Resultan muy eficientes como medio de transporte pero también son muy vulnerables al fuego ya que presentan dos riesgos principales:

- El material que transportan
- y la banda misma ya que puede llegar a transmitir el fuego de una área a otra.

De especial interés entonces será el controlar las temperaturas, control de polvos, protecciones en las áreas abiertas y la eliminación de fricción y sobrecalentamiento.

Almacén de productos químicos:

a) Segregación: es el primer principio para una buena practica para el almacén de productos químicos incluyendo su separación de otros materiales almacenados de los procesos de operaciones y de materiales incompatibles.

la segregación puede ser el aislamiento en una estructura separada, o aislamiento dentro del mismo edificio (muros vs incendio). La segregación también se puede conseguir al separar químicos dentro de un edificio poniendo áreas vacías entre ellos o poniendo en medio materiales inertes o no peligrosos. la segregación depende de la cantidad de

material a almacenar, el estado físico de los químicos su grado de incompatibilidad.

b) Protecciones contra daños físicos:

Los contenedores para productos químicos son diseñados para ser compatibles con los materiales que contienen, pero si estos son sometidos a abusos estos podrán derramar los líquidos incrementando los riesgos de incendio y explosión de una manera importante. Por esta razón es muy importante que los contenedores se protejan durante el transporte y almacén.

La selección de los agentes extintores esta determinado por la reactividad del químico, su estado químico, su toxicidad y los productos esperados de la combustión.

4. Orden y limpieza:

Son un elemento clave en materia de seguridad por lo que debe ser una preocupación constante en toda industria. Un buen programa estará estrechamente relacionado con los hábitos del personal, tales como fumar, los cuales, sin un control razonable, pueden llevar a condiciones peligrosas. Este programa también requiere de un buen mantenimiento preventivo para limitar o eliminar fuentes potenciales de encendido. Una mala limpieza, el desorden y un mantenimiento deficiente contribuyen a incrementar el potencial de perdidas de riesgos de incendio y explosión en varias formas:

- Facilita que haya mas lugares donde se inicie un incendio
- Crea una gran continuidad de combustibles que hace que el fuego se extienda por toda la planta
- Provoca una carga mayor de combustibles para el inicio del fuego
- Incrementan el potencial de explosiones cuando se acumulan la basura y polvos
- Facilita el derrame de líquidos combustibles e inflamables
- Debido a un deficiente mantenimiento, las conexiones eléctricas pueden convertirse en una fuente de incendio.
- Una deficiente regulación de fumar también es una fuente de encendido
- Incrementara el potencial de combustión espontánea

Los tres requerimientos básicos para un buen mantenimiento son:

- layout adecuado
- equipo adecuado y eficiente manejo de materiales
- Orden y limpieza

la disposición y segregación de la basura son una parte integral de este proceso.

Los alrededores de la planta también son importantes para la seguridad de las industrias. El no cumplir o fallar con buenas prácticas de mantenimiento pueden amenazar la seguridad de los activos y bienes almacenados en el exterior. la acumulación de basura y el crecimiento de hierbas y maleza adyacentes al edificio son los peligros mas comunes.

En resumen, un buen programa de mantenimiento tendrá los siguientes beneficios:

- = reduce costos de operación

- = incrementa la producción
- = mejora el control de producción
- = conservación de materiales
- = reducción del tiempo de producción
- = mejor uso del espacio
- = mejora el flujo del tráfico
- = reduce accidentes
- = reduce los riesgos de incendio

Un buen orden y limpieza no solo no evitarán fuegos sino que también mejorarán la moral de los empleados

5. Control del hábito de fumar:

Es un problema difícil de manejar debido a factores de índole personal. Es un hábito que no se rompe fácilmente, aun a pesar de que al fumador se le ponga en conflicto directo con las normas de seguridad y de producción en determinadas áreas.

Algunas personas piensan que el reducir la libertad de fumar ocasiona que los empleados fumen a escondidas y en lugares inseguros, donde se almacenan productos combustibles, o que los camioneros de fuera no puedan ser obligados a no fumar cuando entran en las bodegas.

Cuando se esta en áreas que contienen líquidos inflamables habrá un control estricto que sera mas fácil de implantar relativamente, pero también se deberán regular en otros lugares no tan obvios, como en áreas de recepción y embarque.

Se requiere de un gran esfuerzo para promover áreas permisibles y no permisibles de fumar. Ambas deberán estar muy bien señaladas para dejar bien claro donde se puede y donde no se puede fumar.

3.3 Las consecuencias

Las consecuencias para el ser humano son las heridas, gastos de hospitalización, incapacidades y en caso extremos la pérdida de la vida.

La vida humana siempre tendrá prioridad sobre la protección de la propiedad.

Para el caso de una industria, sus activos (edificios, contenidos e inventarios) forman solamente una parte de su valor; Este también incluye a los empleados que lo componen y su facultad propia de crear riqueza.

En el caso de ocurrir un siniestro la actividad se reduce, so pena de una pérdida de clientela definitiva o no recuperable durante un período razonable, o en caso extremo se vuelve nula; La duración de reconstrucción, reinstalación de máquinas, reaprovisionamiento de productos y el volver a la actividad normal que se tenía antes del siniestro puede tomar meses y a veces años. Este período también provoca que haya una baja o desaparición de las utilidades. Por lo tanto, a la compañía le resultará imposible enfrentar los compromisos que continuaran

presentándose, los gastos fijos (como los salarios) continuarán y que le son indispensables para su sobrevivencia y a fortiori para conservar sus resultados.

Por esto no nos debe sorprender que cada día haya una desaparición más o menos rápida de muchas industrias que han sido golpeadas por siniestros importantes.

La primera decisión será la de continuar entregando los productos almacenados hasta el día que se agoten, Durante este período las utilidades serán teóricamente las normales.

El paro de actividades forzara inmediata y necesariamente la reducción o supresión de ciertos gastos ligados a la fabricación o venta, como:

- compra de materias primas
- compra de ensambles fabricados en el exterior
- consumo de energía
- gastos de transporte de productos comprados o a vender
- impuestos directos ligados a productos no fabricados

Estos gastos, en gran parte relacionados con el nivel de actividad, son los gastos variables.

Al mismo tiempo se debe escoger cuales son los gastos que se pueden abandonar definitivamente sin mucho prejuicio para el futuro de la empresa, los gastos que se pueden diferir, o sea sobre los ejercicios siguientes para lo cual se tendrán que hacer esfuerzos extras (como aumento de la producción / o de la productividad) y finalmente buscar los medios de financiarse exteriormente para cubrir los gastos imposibles de suprimir o diferir. (salarios, impuestos no ligados a las ventas, los intereses de prestamos ,etc)

Los prestamos bancarios tendrán fianzas múltiples e intereses importantes.

Como consecuencia importantes mencionaremos las siguientes:

- Baja en producción y en productividad
- Situación comercial, imagen, aspectos legales, investigaciones, peritaje, etc.
- Penalidades por la tardanza en entregar materiales o productos.
- los contratos de compra de productos, como en el caso de industrias alimentarias, ya que por lo general se compra con anterioridad la producción de granos o frutas necesarias. Aunque estos productos no resultan afectados por el siniestro directamente, pero por tratarse de productos perecederos se hecharán a perder y por lo tanto habrá una pérdida de utilidades.
- Pérdida de deudas en suspenso ya que al perder los documentos donde están registradas las deudas de terceros por transacciones ocurridas antes del siniestro, la recuperación sera difícil o imposible debido a la destrucción de estos documentos contables.
- La utilidad también dependerá de los grados diversos de disponibilidad de proveedores. En un mundo industrial cada vez más integrado, toda empresa corre el riesgo de tener dificultades para encontrar, en el caso de desaparición de un proveedor habitual, materias primas y proveedores de la misma calidad y al mismo precio.
- Imposibilidad o prohibición de acceso en una calle, un centro comercial o en una zona industrial y que puede tener dos tipos de repercusiones para las empresas vecinas mismo si estas no sufrieran un daño material.
- imposibilidad física de acceso, debido a los trabajos de escombros y

reparación (para el caso de los comercio, esto espanta a la clientela)

- Prohibición de las autoridades locales, en virtud del peligro potencial que exista (explosión, tóxicos, etc).
- Depreciación de los stocks para las empresas que trabajan por temporadas, ya que por el siniestro no se podrán transformar o vender en el momento oportuno y se tendrán que perder o venderlos a un precio inferior del precio normal (alimentos y vestidos de moda).
- Contaminación del medio ambiente

Una vez que se hayan hecho las reparaciones se tendrán que hacer gastos nuevos como la compra de materia prima, gastos excepcionales para la pruebas del material nuevo y el arranque de la planta.

El tiempo de reconstrucción es importante, ya que hay que considerar los diseños, arquitectos, formalidades administrativas de permiso de construir, investigaciones legales, etc.

Para muchas empresas que hoy se encuentran encerradas en las ciudades debido al crecimiento urbano, se les ha rechazado los permisos para reconstruir en el mismo sitio después de un siniestro. Pero este rechazo oficial no representa una agravación, sino todo lo contrario, ya que la reimplantación en una zona industrial periférica se traduce prácticamente en una empresa industrial con menos gastos de reconstrucción y de administración.

4.1 La Prevención

No puede existir un daño de incendio si primero no se produce un incendio. La prevención tiene el potencial de eliminar la necesidad de tomar otras medidas de seguridad.

Sin embargo, no es prudente depender solamente de una estrategia ya que ninguna de ellas es totalmente efectiva.

Las consideraciones de prevención se relacionan con las fuentes de calor (energía), combustibles, y los mecanismos por medio de los cuales estos entran en contacto.

La evaluación de la probabilidad de ocurrencia involucra un análisis de potenciales de encendido, especialmente en relación con procesos de producción y las actividades de los empleados en la industria y de otros factores que disminuirán la probabilidad de encendido.

Por lo general la prevención es el medio menos caro y más efectivo para tratar los riesgos en general. Su implementación será llevada a cabo con educación, ingeniería y ejecución. Todos los empleados deben ser conscientes de los riesgos y ser entrenados para identificarlos y reportarlos a tiempo; Para esto es necesario implementar procedimientos de control.

La primera preocupación se encuentra en la ingeniería, en la etapa de diseño (layout) y estabilidad estructural (Construcción) utilizando materiales resistentes al fuego. Teniendo en cuenta estas consideraciones se reducirán costos futuros. Los principios de ingeniería incluyen:

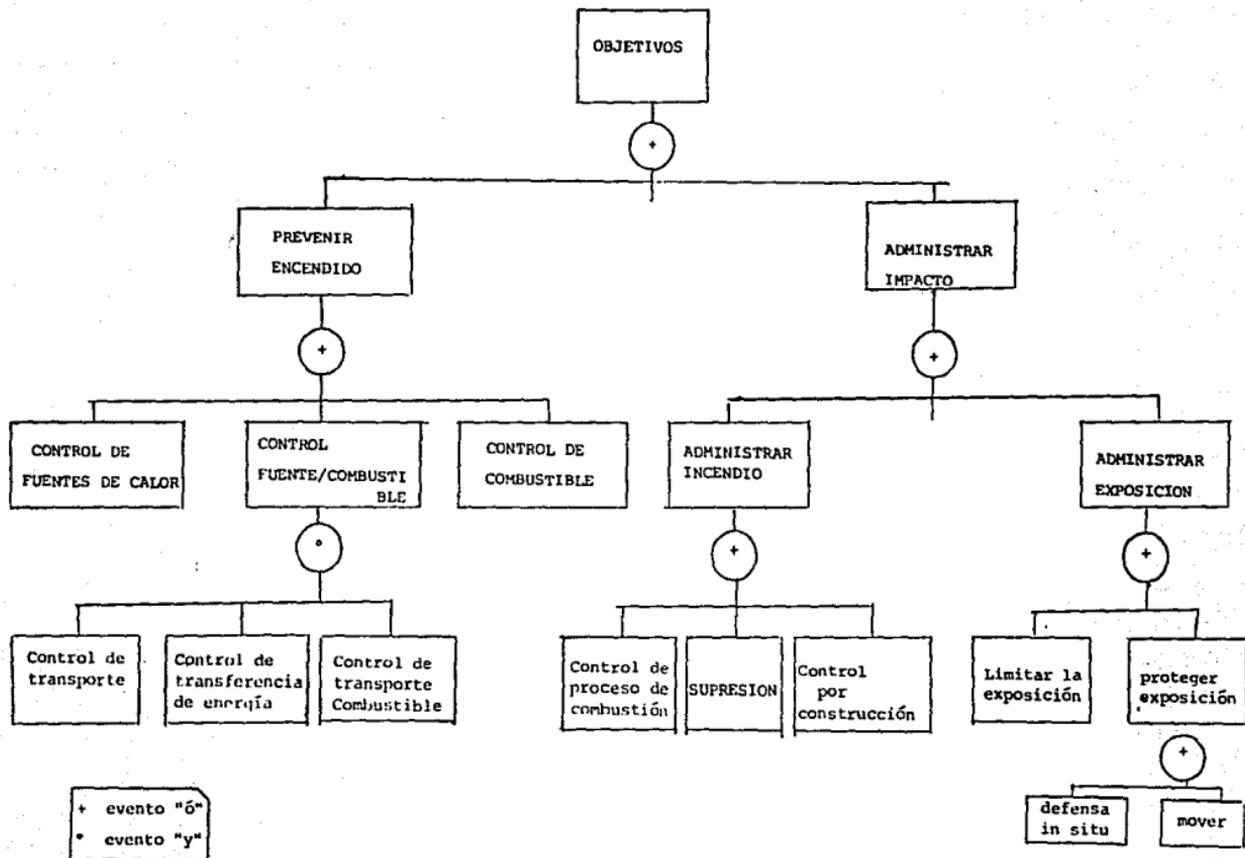
1. Eliminación: Los riesgos se pueden eliminar al sustituir materiales peligrosos por materiales no peligrosos.
2. Usando materiales menos peligrosos o limitando al máximo su cantidad en un lugar determinado
3. Aislando, por separación de áreas (confinamiento), construcción de muros corta fuego ó contenedores especiales; Como los contenedores de líquidos inflamables que son diseñados para minimizar la presencia de vapores combustibles.

El control del fuego pueda ser de dos tipos: protección activa y protección pasiva. Las técnicas más comunes de protección activa son: a) detección y alarma y b) supresión automática; Ambos son sistemas y equipos de protección instalados para detectar, controlar y suprimir incendios rápidamente.

Como protección pasiva tenemos la administración estructural del fuego. La evacuación de los ocupantes incluye rutas, simulacros y equipos para asistir al personal; En caso de que la evacuación resulte impracticable se deberán diseñar refugios para proteger al personal.

ES NECESARIO QUE EXISTA UN PLAN DE EMERGENCIA

La ejecución es una responsabilidad que se encuentra dentro de las políticas y directivas de la empresa. Se debe otorgar autoridad y designar a personal calificado para interrumpir operaciones que representen un riesgo significativo. La cooperación con el cuerpo de bomberos es importante.



ARBOL DE CONCEPTOS DE PROTECCION

4.2 Layout y Construcción

Los objetivos del layout pueden ser variados:

- Minimizar la inversión en equipo
- Minimizar el tiempo de producción
- Utilizar de la manera mas eficiente el espacio disponible
- Buscar flexibilidad en las operaciones
- Minimizar el costo de manejo de materiales
- Facilitar los procesos de manufactura
- Seguridad Industrial

Para nuestro caso, el Layout será utilizado como nuestra primera estrategia de seguridad industrial y tenemos que recordar que este layout puede modificarse con el tiempo debido a cambios graduales los cuales se manifestarán posteriormente como cuellos de botellas en la producción, crecimiento o decrecimiento del número de empleados, mal mantenimiento, falta de espacio para almacenar, y obstáculo en el flujo de materiales, entre otros.

Estas estrategias deben controlar o reducir los riesgos que hayan sido previamente identificados y cumplir con los objetivos de la organización en cuestiones de protección. Lo mejor es la combinación de una serie de estrategias destinadas a un problema específico.

Por lo general, el escoger una o varias opciones será basándose en una evaluación costo/ beneficio para cada alternativa.

Antes de comenzar la construcción de una planta tendremos que tomar en cuenta todos aquellas fuerzas de la naturaleza que puedan representar un peligro y que tengan una influencia directa en la zona donde queremos instalar nuestra industria. Entre estos fenómenos podemos citar a los más representativos:

- Sismos:

Considerado como la más destructiva de las fuerzas naturales; Tendremos que analizar si la región donde se piensa instalar el proyecto esta dentro de una zona sísmica de gran actividad.

- Olas Sísmicas:

Conocidas también con el nombre Japonés de TSUNAMIS; Se producen a raíz de potentes maremotos o enormes hundimientos de bloques en el fondo del mar, frecuentemente desencadenados por terremotos o erupciones volcánicas. Las olas pueden recorrer más de 10,000 kms sin aflojar sensiblemente su empuje, frecuentemente se ven azotadas zonas que no sintieron directamente los efectos de un sismo (ej Japón a raíz del terremoto de 1960 en Chile)

- Erupción Volcánica:

Se deberán detectar volcanes próximos con riesgos elevados y que pueden manifestarse en sus diferentes formas:

- Precipitación de cenizas
 - aguaje
 - corrientes de lava
 - nubarrones ardientes
 - sismos volcánicos
- vientos huracanados tales como:

- a) ciclones tropicales: con velocidades de 200 - 300 km/hr a los que se les conoce como huracanes y se presentan por lo general en litorales
- b) ciclones extra tropicales: de 200 a 250 km/hr, son los temporales de invierno y los monzones
- c) Tomados: se presentan en áreas geográficas pequeñas pero con mucha potencia y cambios bruscos de baja presión, alcanzan velocidades de 400 km/hr
- d) Tormentas: con elevados índices de precipitaciones pluviales que llegan a 300 mm/min provocando inundaciones.

También, y por diversas maneras, las condiciones ambientales tales como temperatura, humedad, viento, etc. afectan el comportamiento del fuego y por lo tanto las operaciones necesarias para controlarlo:

- Altas temperaturas y baja humedad afectan a casi todos los materiales combustibles al removerles la humedad y bajándoles la temperatura a la cual se encienden.
- Una baja humedad puede incrementar más rápidamente la intensidad y propagación del fuego.
- Alta humedad e inversión de temperatura afectan el comportamiento del humo; Bajo estas condiciones el humo queda al nivel del suelo, lo cual dificulta la visibilidad y hace muy difícil ventilar una planta.
- Vientos: Ningún otro factor tiene un efecto tan profundo en el comportamiento del fuego como el viento. Como regla general, a mayor velocidad del viento más problemas se tendrán para combatir un incendio. Los vientos fuertes pueden incrementar la exposición en plantas adyacentes, también puede afectar el flujo de las mangueras contra incendio al dispersar el caudal o desviándolo de su objetivo.
La ventilación depende de la dirección del viento dominante por lo que se debe conocer cual es la dirección más importante del viento.

Otros factores importantes que se tendrán que tomar en cuenta durante la fase inicial son:

- Los alrededores: así se podrá establecer las relaciones que puede tener la planta con otras propiedades adyacentes y detectar los riesgos agravantes
- Las vías de acceso: familiaridad con las calles, caminos y rutas alternas para llegar al sitio en caso de que las rutas normales estén bloqueadas o congestionadas, debido a obstrucciones temporales como cruce de tren, puentes, etc.

También hay que tener en mente la topografía, mecánica de suelos, salinidad, granizos, incendios forestales, etc.

Un buen diseño de planta industrial debe dar como resultado una estructura que sirva de la mejor manera a sus propósitos; Antes de empezar el diseño se debe determinar el tipo de actividad(es) que se llevarán a cabo dentro de la estructura. El edificio debe proporcionar la mas eficiente utilización del espacio disponible para el tipo de proceso específico o de producción involucrado. También debe ser un medio que resulte eficiente para los empleados que lo ocuparán. Una falta de área suficiente de trabajo y capacidad de almacén puede ocasionar operaciones

ineficientes, una imposibilidad de que exista orden y a una frustración del trabajador.

Por esto, las ocupaciones y procesos deberán clasificarse según el grado relativo de riesgo que representen en industrias de riesgo alto, medio y bajo. Entre las industrias de alto riesgo están las de fabricación de pinturas, químicos, fabricación de explosivos, operaciones de granos (combustión espontánea), polvos combustibles de materiales inflamables.

Teniendo como prioridad a la seguridad humana tomaremos como criterio de diseño el de la distancia recorrida (distancia más corta para que un empleado pueda alcanzar la salida cuando este expuesto al fuego en un proceso que utiliza materiales peligrosos):

- Para una industria de bajo riesgo y si se trata de un edificio de una sola planta con rociadores automáticos y control de humos para limitar su propagación, la distancia es de 122 mts. en caso contrario baja a 91.4 mts.
- La distancia recorrida para salir en una industria de riesgo mediano es de 71 mts, si tiene rociadores automáticos aumenta a 76.2 mts
- Para una industria de alto riesgo la distancia máxima es de 22.8 mts y deberán tener por lo menos dos rutas de escape.

Debido al tamaño y complejidad de la mayoría de las industrias, deben existir alarmas suficientes para asegurar una acción rápida y eficiente.

El diseño de las vías de egreso esta básicamente en función de las características humanas de los ocupantes, tales como:

- Características psicológicas y fisiológicas
- Edad
- Agilidad
- Capacidad de Decisión
- Conciencia
- Entrenamiento y capacitación
- Educación y conocimientos particulares.

En esta fase también se estudiarán los diferentes materiales de construcción ya que juega un papel muy importante en la protección al dar una máxima resistencia contra el fuego y permiten un radio mínimo de dispersión de llamas y humos.

Los materiales de construcción se pueden dividir en tres categorías:

- a) Combustibles
- b) Combustibilidad limitada
- c) No Combustibles

Los materiales definidos como no combustibles deben usarse en todos los edificios ó unidades de proceso que se consideren claves ó críticos. los materiales combustibles o de combustión limitada se usaran en áreas consideradas como menos importantes.

Los elementos estructurales de un edificio se dividen en dos:

- a) Elementos que soportan a la estructura, son el esqueleto y sostienen al contenido, o sea los ocupantes. La falla de una columna es crítica ya que puede provocar un colapso, y
- b) Los que encierran las áreas, como techos, muros, pisos.

Hay cinco tipos fundamentales de construcción:

Tipo I: Resistentes al fuego:

Es el tipo preferido por tener miembros estructurales no combustibles y una resistencia al fuego de 2 a 4 horas, encontramos al concreto monolítico reforzado, concreto de hormigón y construcciones con estructuras de acero protegidas. Solo materiales no combustibles son permitidos para la construcción de los elementos estructurales.

Tipo II: Construcción no combustible:

Materiales que no contribuyen al desarrollo ó dispersión del fuego, Tal como estructuras de metal. Una gran desventaja es la inhabilidad de soportar temperaturas de fuego en pequeños periodos de tiempo sin dañar a la estructura. Por eso se recomienda esta construcción para cuando la exposición es baja o cuando los agentes de supresión son suficientes.

Tipo III: Es la construcción ordinaria:

Ladrillo, concreto, concreto reforzado

Tipo IV: Construcción con vigas de madera:

Con resistencia de 2 horas, las columnas deben tener dimensiones mínimas específicas

Tipo V: Construcciones de madera:

Construcciones con paredes exteriores de madera o otros materiales combustibles.

4.3 Los Métodos HAZOP y STOP.

Son dos métodos de evaluación de riesgos.

HAZOP, del ingles Hazard and Operability, es un método de evaluación de riesgos el cual identifica los riesgos asociados con la operación del sistema, investigando las desviaciones posibles de la planta de la operación normal.

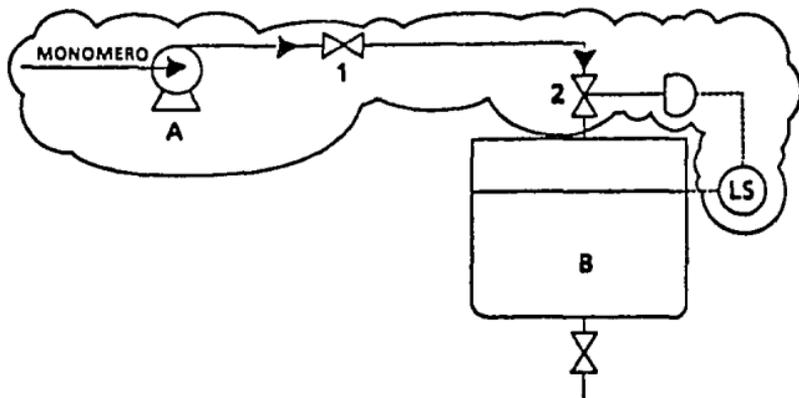
Es muy importante aclarar que un estudio HAZOP no tiene como objetivo encontrar soluciones a los problemas encontrados, el principal objetivo de un HAZOP es la identificación.

Un HAZOP consiste en revisar la planta en una serie de reuniones durante las cuales un equipo multidisciplinar realiza un "brainstorming" bajo un método, sobre el diseño de la planta.

Se comienza con la identificación de nodos; De cada uno de estos nodos se estudian las desviaciones en los parámetros de proceso utilizando las palabras - guías. Con esto se asegura que el diseño se explora en todos las vías concebibles.

Sobre cada desviación que se estudia se identificarán sus causas, sus consecuencias y las acciones a tomar. El momento idóneo para realizar un estudio HAZOP es cuando el diseño es definitivo.

5 DÉVIACION DE PARAMETRO "NO-FLUJO PROCEDENTE DE A HACIA B"



POSIBLE CAUSAS

1. MAL FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA
2. BOMBA QUE NO OPERA BIEN
3. VALVULA NO. 1 CERRADA
4. MAL FUNCIONAMIENTO DE LA VALVULA NO. 2 -- SE MANTIENE CERRADA
5. ALTO NIVEL EN TANQUE B
6. ALTA PRESION EN EL TANQUE B
7. LINEA OBSTRUIDA
8. FALLO EN LA LINEA
9. FALTA DE MONOMERO

- a) Definición de parámetro del nodo, Intención.
Se definirá como se espera que opere en ausencia de desviaciones.
- b) Desviaciones:
Se aplicará sistemáticamente las palabras guías factibles.
- c) Causas:
Se definirán las causas generadoras de la desviación.
- d) Consecuencias:
Posibles consecuencias como resultado de la desviación en estudio.
- e) Palabras - guías:
Las palabras guías más usadas son las que aparecen en la siguiente tabla; Si bien pudieran existir algunas otras para operaciones específicas.

Una composición típica de un equipo completo de HAZOP es el siguiente:

- Ingeniero de Diseño
- Ingeniero de Proceso
- Jefe de planta
- Ingeniero de instrumentación
- Jefe de Mantenimiento
- Jefe de Seguridad

LA información necesaria consiste típicamente en planos de diagrama de flujo, isométricos y planos de implantación, adicionalmente se usan manuales de operación, diagramas lógicos de control, etc.

Respecto a la secuencia del estudio lo mejor es simplemente seguir el proceso desde su inicio.

Ejemplos de palabras guías:

- * Menos viscosidad:
Especificación incorrecta del material, temperatura incorrecta.
- * Contaminación:
Fuga válvulas o en tubos de intercambio. Sistemas interconectados, efectos de corrosión, aditivos erróneos, entrada de aire, agua, etc.
- * Corrosión/erosión:
Disposición de protección catódica, especificaciones de materiales/productos; Velocidades de fluidos, zonas de rociado, cavitaciones en bombas, etc.
- * Más presión:
Problemas de agitación, fuga sistema alta presión, ventilación inadecuada, válvulas de seguridad mal calibradas, sobrepresión térmica, bombas de desplazamiento positivo, golpes de ariete, etc.
- * Más temperatura:
Condiciones ambientales, fallo o suciedad tubos cambiadores de calor, fuego, fallo sistemas de refrigeración, reacción exotérmica, etc.
- * Menos temperatura:
Condiciones ambientales, presión reducida, suciedad/fallo en tubos

cambiadores, pérdida de calor, etc.

* Mas viscosidad:

Especificación incorrecta del material, temperatura incorrecta.

Tipos de alteraciones/causas:

* No flujo:

bloqueo, tubería quemada, fuga importante, fallo del equipo (válvula de control, bomba, reactor, etc.) presión diferencial incorrecta, aislamiento erróneo.

* Flujo inverso:

efecto sifón, presión diferencial incorrecta, etc.

* Mas flujo:

Aumento capacidad de bombeo, presión de aspiración aumentada, orificio suprimido, rotura, controlador saturado, válvula atascada abierta, lectura de instrumentación incorrecta, etc.

* Menos flujo: Restricción de la línea, bombas defectuosas, atascos en líneas, válvulas, orificios, etc; densidad o problemas de viscosidad, especificación incorrecta del fluido del proceso, etc.

La Técnica STOP:

STOP: Seguridad Trabajando, Observando y Pensando.

El objetivo es eliminar lesiones por lo que se da la misma importancia que a la calidad, los costos, la moral, la producción, etc.

Este sistema entrena al personal para observar, corregir, prevenir y reportar sistemáticamente los actos, prácticas y condiciones inseguras.

Esto se logra mediante recorridos periódicos y observaciones diarias para desarrollar el hábito de observar con habilidad.

Como nos muestra la siguiente tabla casi todas las lesiones son causadas por actos inseguros (96%):

Causas de las lesiones incapacitantes con días de Trabajo perdidos y con trabajo restringido *	
Actos inseguros asociados con	% de lesiones
- Equipo de Protección de Personal	12
- Posiciones de la Gente	30
- Reacciones de la Gente	14
- Herramienta y Equipo	28
- Procedimientos, Orden y Limpieza	12
Total de lesiones por actos inseguros	96
Total de lesiones por otras causas	4
	100 %

* trabajo restringido es cuando se trabaja con algún tipo de impedimento físico.



LISTA DE OBSERVACION

— REACCIONES DE LA GENTE

- Ajustando el Equipo de Protección Personal
- Cambiando de Posición
- Rescomodando el Trabajo
- Parando el Trabajo
- Colocando Tierras Bloqueos

— EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

- Cabeza
- Ojos y Cara
- Oídos
- Sistema Respiratorio
- Manos y Brazos
- Tronco
- Pes y Piernas

— POSICIONES DE LA GENTE (Causas de Lesiones)

- Golpeado Contra Golpeado Por Objetos
- Atrapado En, Dentro De, o Entre Objetos
- Caída
- Contacto con Temperaturas Extremas
- Contacto con Corriente Eléctrica
- Inhalación Absorción Ingestión de Una Sustancia Peligrosa
- Sobre-esfuerzo

— HERRAMIENTAS Y EQUIPO

- Equivocados Para el Trabajo
- Usados Incorrectamente
- En Condición Insegura

— PROCEDIMIENTOS, ORDEN Y LIMPIEZA

- Inadecuados
- No Conocidos/Entendidos
- No Seguros



REPORTE DE OBSERVACION

Firma del Observador

Fecha

Acción Insegura Observada

1. Acción Correctiva Inmediata
2. Acción para Evitar Repetición.

La acción insegura resulta cuando una persona hace algo que puede causar un accidente ó lesión. Siempre será cometido por una persona por lo que STOP se enfoca en la gente y en sus acciones.

El ciclo de observación consta de 5 pasos:

- Decidir hacer una observación de seguridad
- Detenerse cerca de la gente para ver claramente lo que están haciendo
- Observar en forma sistemática todo lo que estan haciendo los empleados y enfocándose en descubrir algo inseguro.
- Actuar si se descubre algún acto inseguro para corregir la situación y prevenir su repetición. Esto incluye el hablar con la persona involucrada hasta que entienda porque sus actos inseguros son peligrosos.
- Reportar las observaciones y sus acciones.

Para ayudarnos a esta tarea usaremos una tarjeta de observación de seguridad la cual siempre deberá incluir:

- el acto inseguro que se observo
- la acción correctiva inmediata
- El nombre de la persona que cometi6 el acto inseguro
- la acción para prevenir la repetición
- la firma
- la fecha.

Equipo de Protección Personal:

Existen dos principios básicos cuando hablamos con la gente acerca de sus prácticas de trabajo:

- 1) La gente siempre actúa en la forma en que para ellos tiene sentido
 - 2) Dados los hechos, las personas lógicas tomaran decisiones lógicas.
- Por lo tanto hay que darles todos los conocimientos que necesiten para tomar una decisión lógica acerca de la práctica del trabajo en cuestión. La acción para prevenir la repetición debe ajustarse tanto a la situación como a las políticas de la organización.

El no usar equipo de protección personal causa aproximadamente 12% de todas las lesiones con días de trabajo perdidos; El equipo funciona como una barrera entre la persona y el riesgo.

Se ha encontrado que una persona que no utiliza equipo de protección personal adecuada también ignora otras prácticas de seguridad.

El equipo de protección incluye:

- Cabeza: Casco, capucha contra ácidos, red para el cabello
- Ojos y cara: Anteojos de seguridad, careta, goggles, careta de soldar
- Oídos: Tapones y orejeras
- Manos y brazos: guantes de cuero, resistentes al calor, resistencia química, mangas, manoplas
- Tronco: Delantal, cinto de seguridad, ropa contra fuego
- Pies y piernas: Zapatos de seguridad, botas de caucho.

Posiciones de la Gente:

Cuando el empleado trabaja este levanta, empuja, jala, sube escaleras, maneja substancias peligrosas, camina de un lugar a otro. etc.

En cada una de estas actividades existe un potencial de lesión; Entonces hay que reconocerlo y entrenar al empleado par que también este lo reconozca y evite.

Reacciones de la Gente:

La gente que entiende y acepta la importancia de las prácticas de seguridad está más motivada para trabajar con seguridad. Existen tres pensamientos que se necesitan demostrar a través de sus acciones:

- **Compromiso:**

Hay que mostrar que uno esta preocupado por su seguridad

- **Consistencia:**

Cada vez que usted observa un acto inseguro, debe corregirlo y actuar para prevenir su repetición

- **Perseverancia:**

Es importante perseverar y continuar usando las técnicas STOP y hablando con la gente, asegurándose de que entienden y aceptan las prácticas de seguridad necesarias para su trabajo.

LA PRACTICA HACE AL MAESTRO

La reacción de la gente es muy importante ya que son pistas que nos indican que se pudo haber cometido un acto inseguro, hay que investigar y tomar acción para evitar la repetición; Es probable qu la persona que lo cometió vuelva a cometer ese mismo acto inseguro y resulte lesionado.

Mucha gente comete actos inseguros porque no entiende porque sus actos son peligrosos, por esto hay que corregir las causas fundamentales, tales como:

- Falta de conocimiento ó entrenamiento
- Creencia de que "a mí no me puede pasar" o "no pasará esta vez"
- Habito ó familiarización
- Falta de disponibilidad del equipo de protección personal correcto
- Creencia de que la práctica insegura es una norma aceptable ya que nadie la había corregido en el pasado
- Tratar de llamar la atención o ser parte del grupo
- Demostración de independencia
- Sentido de prioridades que ponen a la comodidad, producción o calidad por encima de la seguridad
- Problema moral, que refleja condiciones dentro o fuera del trabajo

La forma más efectiva de prevenir la repetición es corregir las causas fundamentales de los actos inseguros que uno observa.

Herramientas y Equipo:

Hay que observar a la gente que esta trabajando y concentrarse en las herramientas y equipo que esta utilizando. La mayoría de los trabajos involucran el uso de herramientas y equipo, ya sea computadoras, tractores, desarmadores, etc.

- Hay que detectar si el equipo utilizado es inadecuado para el trabajo en cuestión
- Uso incorrecto de herramientas
- Uso de herramientas o equipo en condiciones inseguras

Para lograrlo hay que continuar incrementando la conciencia de seguridad y las habilidades de observación hasta llegar a una observación total.

Para ser un observador experto hay que poner atención a todo lo que nos rodea:

- Observar: arriba, abajo, detrás, dentro
- Escuchar las vibraciones y ruidos extraños
- Oler los olores extraños
- Sentir temperaturas no usuales y las vibraciones.

Observaciones:

- 1) Usando herramientas y equipo que es equivocado para el trabajo
- 2) Usando herramientas y equipo incorrectamente
- 3) Usando herramientas y equipo que este en condiciones inseguras.

Procedimiento, Orden y Limpieza:

Hay procedimientos que son de rutina y otros que no lo son. Desde el punto de vista de seguridad hay que ver:

- 1) Si son inadecuados para el trabajo
- 2) No se conocen y no se entienden por todos los involucrados
- 3) Se conocen y se entienden, pero no son seguidos

Por lo tanto hay que asegurarse que los procedimientos sean seguros, adecuados, conocidos y entendidos por todo el personal.

Los problemas de orden y limpieza son los mismos que para los procedimientos.

La técnica ASP:

Los riesgos del proceso son identificados, entendidos y controlados para que se eliminen los peligros y las lesiones relacionadas con el proceso.

Como principios fundamentales de ASP tenemos los siguientes:

- todas las lesiones pueden prevenirse
- la gerencia es responsable
- todos los riesgos de operación pueden ser controlados
- la seguridad es una responsabilidad individual y es una condición de empleo
- Es necesario entrenar a todos los empleados para que trabajen con seguridad
- deben realizarse auditorías
- todas las deficiencias deben corregirse en el programa de seguridad y salud ocupacional
- la seguridad fuera del trabajo es una parte importante del esfuerzo de seguridad.

Elementos claves de la ASP:

A) TECNOLOGIA

1) Tecnología del proceso:

Proporciona una descripción de la operación o los procesos. Proporciona la base para obtener una "identificación" y "entendimiento" de los riesgos involucrados

- El primer paso en el esfuerzo para administrar la seguridad de los procesos consiste de tres partes:

- * Riesgos de los materiales
- * Bases del diseño del proceso
- * Bases para el diseño del equipo

2) Análisis de Riesgos de cada Proceso:

Los análisis son usados para identificar, evaluar y controlar los riesgos asociados con los procesos de manera que se utilice un enfoque ordenado, organizado y metódico. Un análisis debe consistir de dos partes: 1) Análisis de las consecuencias y 2) revisión de riesgos de cada proceso.

3) Procedimientos de Operación y Practicas seguras:

Los Procedimientos de operación consisten en:

- * Escritos claros, sencillos y siempre actualizados para cada proceso
- * Instrucciones detalladas para una operación segura de cada proceso con sus límites, consecuencias y corrección de desviaciones.
- * Incluyen toda la información de seguridad, salud y control ambiental de los riesgos involucrados.

Las Prácticas seguras consisten en:

- * procedimientos y permisos por escrito
- * proporcionar verificaciones antes de hacer un trabajo no rutinario en las áreas de proceso.
- * Recomendaciones de incidentes, normas y regulaciones de la industria y del gobierno

4) Administración de Cambios:

Los cambios en la tecnología de proceso invalidan potencialmente las valoraciones de riesgos anteriores. Consecuentemente todos los cambios a la tecnología deben ser sujetos a la misma rigurosa revisión que se aplica para un nuevo proceso y requieren a su vez una documentación clara del cambio propuesto:

- Propósito de cambio
- Bases técnicas y consideraciones de seguridad, salud y control ambiental.

5) Actualizar:

El paquete de tecnología de proceso, los procedimientos de operación, los requisitos de entrenamiento, programas de inspección y prueba, aseguramiento de la calidad, plan de control y respuesta a emergencias, requisitos de autorización y prueba, etc.

B) PERSONAL

1) Desempeño y Entrenamiento:

No es solo un requisito clave que la gente se desempeñe correctamente sino que es una necesidad absoluta para garantizar el manejo seguro de materiales peligrosos. Sin personal dedicado que siga consistentemente las políticas y procedimientos establecidos, los riesgos de una operación insegura serán muy altos.

No basta solo con tener empleados bien entrenados y con experiencia para lograr una operación segura y libre de errores humanos. Los empleados también deben ser competentes físicamente, alerta mentalmente y capaces de usar un buen juicio para seguir adecuadamente las prácticas establecidas. Un buen programa de entrenamiento requiere:

- * Recursos apropiados, instructores calificados, tiempo adecuado.
- * Experiencia teórica y práctica

- * Entrenamiento en control y respuesta a emergencias
- * Pruebas de conocimiento
- * Entrenamiento continuo

2) Contratistas:

incluye:

- * plan de emergencia
- * riesgos de los procesos
- * reglas y procedimientos de seguridad en la planta
- * Prácticas de trabajo necesarias para realizar tareas específicas.
- * Auditorías para verificar el cumplimiento de las normas establecidas.

3) Investigación de incidentes y reportes:

Los incidentes se repetirán a menos que las causas sean identificadas y corregidas, por esto hay que investigarlos inmediatamente, incluir personal multidisciplinario, investigar lo ocurrido, reportar conclusiones y factores contribuyentes, identificar elementos de la ASP que fallaron, recomendar medidas para prevenir la repetición, hacer seguimiento y darle difusión al reporte entre personal apropiado.

4) Administración de cambios:

Reconocer que la gente es el ingrediente esencial que se entrelaza entre todos los elementos de la ASP para mantener un mínimo de :

- * Experiencia específica y directa del proceso
- * Conocimientos y habilidades para administrar la seguridad del proceso ya que el movimiento de personal/cambios en la organización significa pérdida de experiencia/conocimiento.

Consecuentemente los cambios de personal a todos los niveles deben satisfacer un criterio pre-establecido para asegurar que se mantienen niveles mínimos de experiencia y conocimiento.

5) Plan de Emergencia:

Su importancia reside en el hecho de que:

- * mitiga el impacto en el personal, medio ambiente e instalaciones
- * controla rápidamente una situación de emergencia

Para esto se deben llevar a cabo: simulacros de emergencia periódicos y simulacros con organizaciones de emergencia locales.

6) Auditorías:

Las auditorías incluyen una retroalimentación positiva de los puntos significantes así como de una retroalimentación correctiva en las áreas que necesitan mejorarse.

C) INSTALACIONES:

1) Aseguramiento de la Calidad:

El enfoque del aseguramiento de la calidad consiste en verificar que los equipos de proceso sean fabricados con las especificaciones de diseño, entregados en el área correcta y ensamblados e instalados en forma correcta.

2) Revisiones de Seguridad en pre - arranques:

Es un punto de verificación final para los equipos nuevos o modificados para comprobar que todos los elementos de seguridad han sido cumplidos satisfactoriamente.

Las revisiones tienen cuatro objetivos básicos:

- * Verificar que las instalaciones reúnan físicamente las especificaciones de diseño y las recomendaciones de instalación del fabricante.
- * Se cumplan los requisitos ASP y se cuenta con procedimientos de

- seguridad, operación, mantenimiento y emergencia
- * Se cumplen todas las recomendaciones del análisis de riesgos
- * En una lista apropiada se verifican todos los puntos de seguridad.
- * Las valoraciones y conclusiones determinan un arranque seguro

3) Integridad Mecánica:

Cubre las instalaciones desde su instalación a través de todo el tiempo de vida, se enfoca en:

- * Procedimientos de mantenimiento
 - * Entrenamiento y desempeño del personal de mantenimiento
 - * Procedimientos de control de calidad
 - * Inspecciones y pruebas a los equipos, incluyendo mantenimiento predictivo y preventivo
 - * ingeniería confiable: los programas ayudan a prevenir fallas prematuras y a asegurar la operatividad de los sistemas requeridos para el control de emergencias.
- 4) Administración de los cambios menores:

LOS CAMBIOS MENORES HAN PROVOCADO EVENTOS CATASTRÓFICOS.

Todos los cambios que no son en sí un reemplazo deben tener una autorización y una revisión apropiada. Los requisitos de ASP deben seguirse completamente antes de implementar cualquier modificación. Primero deberá definirse que es un cambio menor y ser controlados y autorizados vía un sistema de aprobación por la gerencia y cumplir los requisitos ASP antes de efectuar cualquier modificación.

4.4 Diseños para reducir el temprano desarrollo.

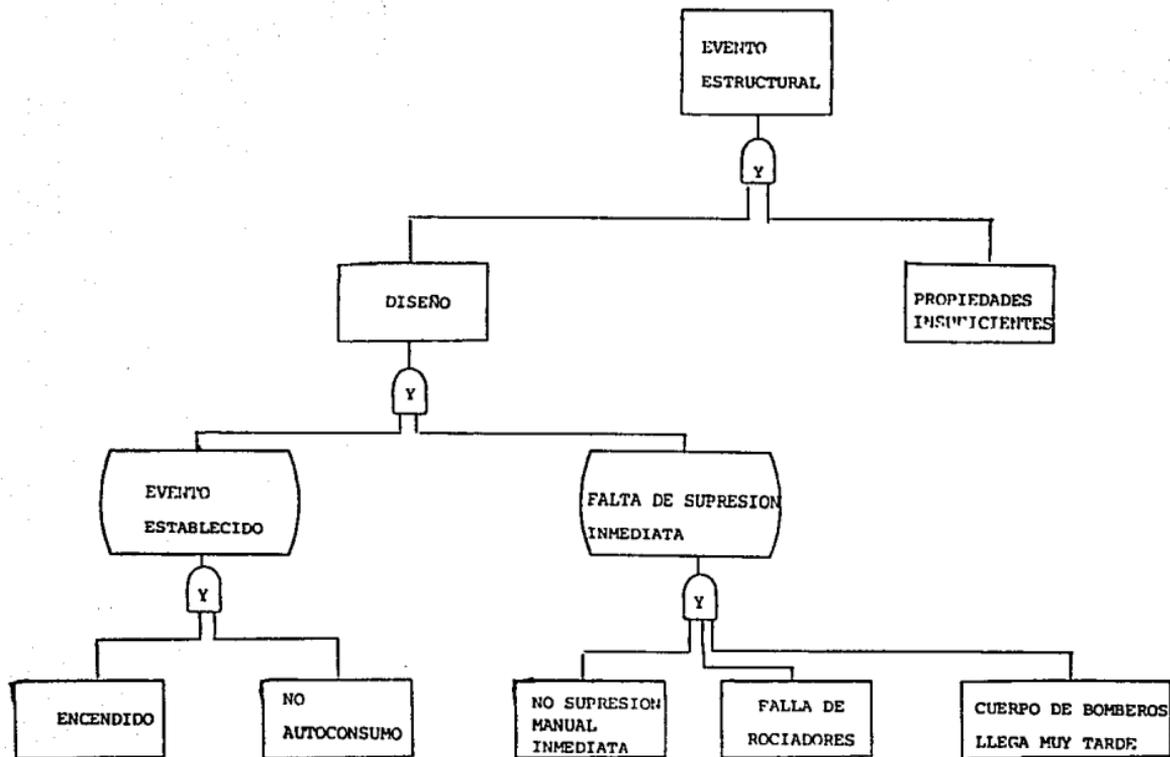
La preocupación primordial será la de reducir el temprano desarrollo para así poder tomar otras medidas de seguridad con el tiempo suficiente. Un diseño sistemático debe tener en cuenta todas las formas de como un riesgo puede crecer rápidamente, como la propagación de la flama, el radio de crecimiento en relación a la liberación de calor, la cantidad de combustible disponible para alimentar el fuego, etc.

La experiencia ha demostrado que los riesgos más comunes a los seres humanos provienen del humo de los gases tóxicos, por lo general la muerte resulta debido a la ausencia de oxígeno en el torrente sanguíneo, lo cual es causado por el reemplazo en la hemoglobina de oxígeno por monóxido de carbono.

Aparte de estos peligros, muchos otros gases tóxicos que se presentan durante un incendio provocando una serie de síntomas como dolores de cabeza, náuseas, fatiga, dificultad para respirar, confusión, etc.

Indirectamente el humo contribuye también a muchos muertos; humos densos oscurecen la visibilidad, irritan a los ojos, causan temor y shock emocional a los afectados dificultándoles el encontrar las salidas de emergencia.

Aunque las heridas por quemaduras no se comparan en cantidad a aquellas causadas por la inhalación de humo y gases tóxicos, estas son dolorosas,



ARROL DE EVENTOS QUE LLEVA A UN FUEGO ESTRUCTURAL

serias, y causan shock a las víctimas. Aparte de las muerte, el dolor y desfiguramiento causado por quemaduras no fatales puede resultar en complicaciones serias a largo plazo. El humo también daña a propiedades localizadas lejos de las fuentes de calor y flamas. Los incendios que por lo general no se extinguen rápidamente resultan en daños considerables sobre los contenidos y la estructura debido al agua que se utiliza para combatirlos. Sin embargo, es muy raro que el daño causado por el agua al extinguir un fuego exceda al daño que resulta de un incendio no suprimido.

La construcción del sistema de seguridad puede ser organizada alrededor del crecimiento del fuego y los productos resultantes de la combustión, ej. flama / calor y humo / gas.

La facilidad de generación y movimiento de estos productos estará influenciada por las protecciones propias de la industria. La efectividad de los sistemas de construcción de seguridad determinarán la velocidad, cantidad y trayectoria de movimiento de los productos de la combustión.

El riesgo de crecimiento de incendio, que se identifica con la velocidad y relativa probabilidad de que un fuego llegue a ser total, sera una base útil para diseñar sistemas de supresión y evaluar la seguridad humana. Se debe contar con un sistema de rociadores automáticos para aquellos casos donde se pueda presentar un fuego rápido y grave.

Las bases para un análisis de desarrollo de incendio son las características de combustión en un lugar determinado. Los factores principales que influyen en la probabilidad, velocidad y desarrollo de un fuego son:

- Carga de combustible, ej. tipo de materiales y su distribución
- Acabados
- Suministro de aire
- Tamaño, forma y material de construcción del local.

4.5 Detección y Alarmas

Quando un fuego ocurre, todas las acciones y subsecuentes reacciones encaminadas a mitigar dicho fuego necesitan de una transmisión de comunicación al personal adecuado para que este responda de manera adecuada. Los sistemas de detección y alarma incluyen también a los sistemas de comunicación ya que estos son los medios que se utilizan para transferir esta información. La detección es necesaria para hacer funcionar los sistemas manuales y automáticos de supresión, confinamiento y evacuación.

La comunicación exitosa se basa en 4 elementos:

- a) Inteligencia
- b) Personal
- c) Suministros
- d) Buena comunicación

De nada sirve un personal inteligente y bien entrenado si no cuenta con los medios para dirigirlos al lugar y tiempo correctos. Por lo tanto es recomendable establecer un centro de comunicación adonde sean dirigidos todos los procesos y funciones de control y donde sean recibidas todas las solicitudes de emergencia para ser traducidas en una respuesta apropiada.

Para una correcta selección de lugar y configuración de este centro de comunicaciones se deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Lugar
- Estabilidad Sísmica
- Seguridad
- Suministro de energía eléctrica
- cableado
- iluminación
- aire acondicionado
- consola
- acústica
- baños
- cocina
- áreas de descanso
- dormitorios
- raciones de emergencia

Debe ser diseñado y construido de tal manera que la probabilidad de interrupción de operaciones sea mínima. Solo se permitirá la entrada a personal autorizado, deberá contar con detección automática, extinguidores y toda la información deberá estar muy bien protegida y respaldada.

El personal debe ser saludable, de temperamento adecuado, que mantenga calma, y que pueda tomar acciones decisivas durante una emergencia, y que estén alertas durante períodos de inactividad; Todos los procedimientos deben estar escritos.

Tan pronto como se inicia un fuego se producen una variedad de cambios ambientales que ayudan a detectar su presencia. Los seres humanos son excelentes detectores de fuego ya que poseen los sentidos de oler, ver, escuchar, probar y tocar. Sin embargo, los sentidos humanos no son muy confiables. Desde mediados del siglo XVIII se han desarrollado, y tomando como referencia a los sentidos humanos, una serie de dispositivos mecánicos, eléctricos, y electrónicos para detectar los cambios ambientales creados por el fuego.

Los elementos más comunes que se pueden detectar de un fuego son: calor, humo y radiación de luz. Para complicar el estudio tenemos que tener en mente dos factores: 1) No todos los fuegos producen todos los elementos. 2) Similares condiciones ambientales se pueden producir aunque no haya fuego. También será muy útil el determinar cuales elementos aparecerán primero, esto sobre todo cuando la vida humana esta de por medio.

La función fundamental de un sistema automático de detección es el de alertar a los ocupantes de la industria de la presencia de un fuego. Esto es esencialmente importante bajo las siguientes condiciones:

- En una gran industria donde los empleados que están en una parte no se darán cuenta del fuego que ocurre en otra parte.
- Donde el fuego empieza en un área desocupada
- Donde hay mucha gente por lo que se requiere de bastante tiempo para evacuar la planta
- Cuando hay que viajar distancias relativamente grandes para alcanzar las salidas.
- En sitios donde la naturaleza y almacén de combustibles hacen que sea posible un rápido desarrollo del fuego.
- En industrias que no tengan suficientes barreras para limitar la propagación de incendio y humos.

Por ultimo tienen la función de indicar la necesidad de una supresión. Antes de cualquier supresión, se debe detectar el fuego para transmitir la alarma.

Detectores de Calor:

Son los más viejos de los detectores automáticos, pero también son los mas lentos en detectar un fuego. Un detector de calor sirve mejor en pequeñas áreas confinadas y donde se espera que haya un rápido incremento de calor, en áreas donde las condiciones ambientales no permiten el uso de otros dispositivos de detección, o donde la velocidad de detección no es una consideración primaria.

Por lo general los detectores de calor se colocan en los techos y responden a la energía térmica de un fuego. Responden ya sea cuando el elemento llega a una temperatura predeterminada o a un determinado cambio en el incremento de temperatura. Están diseñados para operar donde el calor produce un cambio en las propiedades físicas o eléctricas de un material o un gas.

Detectores de humo:

Detectan más rápidamente que un detector de calor. Operan en base a dos principios:

1) Ionización:

De respuesta mas rápida a fuegos de alta energía, como flama abierta, ya que estos fuegos producen un gran número de pequeñas partículas de humo. Cuentan con una pequeña cantidad de material radiactivo que ioniza el aire en una cámara sensorial. Cuando las partículas de humo entran en el área ionizada, decrecen la conductividad del aire al pegarse a los iones, produciendo una reducción en la movilidad de los iones. El detector responde cuando la conductividad es menor a un nivel predeterminado.

2) Fotoeléctrico:

Responden a baja energía, arden sin producir llama, ya que estos producen por lo general grandes partículas de humo. La presencia de partículas suspendidas de humo generadas durante el proceso de combustión afecta a la propagación de un haz de luz que pasa a través del aire. El efecto nos puede servir para detectar la presencia de un fuego en dos maneras: 1) Oscurecimiento de la intensidad de luz sobre la trayectoria del haz de luz, y 2) Dispersión del haz de luz.

Detectores de Gas:

Muchos cambios ocurren en el contenido de gas del medio ambiente durante un incendio. En pruebas de incendio a gran escala se ha observado que niveles detectables de gas han sido alcanzado después de niveles detectables de humo y antes de niveles detectables de calor. Tiene dos principios de operación:

1) **Semiconductor:**

Responden a la oxidación o reducción de gases al crear cambios eléctricos en el semiconductor. El subsecuente cambio de conductividad provoca que actúe el detector.

2) **Elemento catalítico:**

Contienen un material el cuál permanece sin cambios, pero acelera la oxidación de los gases combustibles. El incremento final de temperatura en el elemento provoca que actúe el detector.

Detectores de Flama:

Un detector de flama responde ya sea a la energía radiante visible al ojo humano (de 4000 a 7700 angstroms) o fuera del rango de visión humana. Un detector de este tipo es sensible a flamas que radian energía de suficiente intensidad y calidad espectral para actuar la alarma.

Debido a su capacidad de rápida detección, los detectores de flama son usados en áreas de alto riesgo, tales como plataformas de carga y descarga de combustibles, áreas de procesos industriales y atmósferas en donde pueden ocurrir explosiones o fuegos muy rápidos. Ya que este tipo de detectores necesitan "ver" el fuego entonces no deberán ser bloqueadas por objetos que se coloquen delante de ellos. El detector de flama infrarrojo tiene alguna capacidad de detectar la radiación que se refleja en las paredes. Existen dos tipos:

1) **Detectores Infrarrojos:**

Básicamente se componen de un sistema de filtros y lentes usados para vigilar ondas no deseables y dirigir la energía en una célula fotovaltica o fotoresistiva y que sea sensible a la energía infrarroja. Un gran problema en el uso de este tipo de detectores es la interferencia de radiación solar en la región infrarroja.

2) **Detectores ultravioletas:**

Son insensibles tanto a la luz solar como a la luz artificial.

En el momento de selección, colocación y capacidad de respuesta de un determinado detector es muy importante tener en cuenta el medio ambiente. La impropia selección de detector o la mala colocación del mismo puede ocasionar problemas que van desde que no suene la alarma hasta que haya un número excesivo de falsas alarmas.

No se deberán instalar detectores de humo en lugares donde la ventilación es necesaria ya que el aire diluirá el humo antes de que llegue al detector.

Cuando se planea un determinado sistema de detección, la selección deberá basarse en el tipo de fuegos potenciales que se esperan, el tipo y cantidad de combustible, fuentes posibles de encendido, tipo de condiciones ambientales, y el valor de la propiedad protegida.

Por lo general los detectores de calor tienen el menor tiempo de respuesta, pero son mejores para proteger lugares confinados o colocados directamente sobre los riesgos donde se puede crear un fuego.

Los detectores de humo tienen un tiempo de respuesta mayor, son mejores que los detectores de calor para proteger grandes espacios abiertos ya que el humo no se disipa tan rápidamente como el calor.

Los detectores de flama tienen una respuesta muy rápida, pero informarán de cualquier fuente de radiación que caiga dentro de su rango de sensibilidad. Muchas falsas alarmas se pueden dar si este detector no es bien instalado. Sirven para proteger áreas donde estén presentes vapores explosivos o combustibles.

El próximo paso después de la selección del tipo de detector más apropiado es el determinar en donde colocarlo dentro del espacio a ser protegido.

4.6 Supresión

Básicamente existen cuatro formas para extinguir un fuego:

- Separando físicamente a la sustancia combustible de la flama
- Removiendo o diluyendo el suministro de oxígeno
- Reduciendo la temperatura del combustible o de la flama
- Introduciendo productos químicos que modifiquen la química de la combustión

Por lo general cualquier técnica utilizara simultáneamente alguna de estas formas. Por ejemplo, cuando el agua se aplica al fuego de un combustible sólido que se quema en el aire, se emplearán diversos mecanismos de supresión; El sólido es enfriado al hacer contacto con el agua, provocando que su radio de pirólisis o gasificación decrezca. La flama es enfriada, provocando una reducción en el calor retroalimentado al sólido combustible, lo que lleva a una reducción en el radio endotérmico de pirólisis. Bajo condiciones de confinamiento el vapor generado puede prevenir que el oxígeno haga contacto con el aire. El agua en forma de neblina puede bloquear la transferencia de calor radiactivo.

Como otro ejemplo tomaremos la aplicación de una carpeta de espuma acuosa en un recipiente de líquido inflamable. Varios mecanismos entran en operación; La espuma previene que el calor radiante alcance la superficie suministrando el calor necesario de vaporización. Si el punto de encendido del líquido inflamable es superior al de la espuma, entonces el líquido es enfriado y se reduce la presión del vapor. Si el líquido inflamable es soluble en agua, entonces la presión del vapor será reducida.

Cuando utilizamos un polvo químico ocurren los siguientes mecanismos:

- Interacción química con la flama
- Enfriamiento de la flama
- Cobertura de la superficie combustible
- Bloqueo de transferencia de energía radiactiva.

La importancia relativa del uso de agua, espumas, polvos químicos y la combinación de varios de estos mecanismos variara según las circunstancias.

Podemos describir a la combustión como una reacción química exotérmica o productora de calor entre una sustancia y el oxígeno.

Una reacción lenta es aquella entre alguna sustancia y el oxígeno y que requiere de semanas o a veces de meses para completarse. Esta reacción, que no es propiamente una combustión, libera calor tan lentamente que la temperatura nunca se eleva más de un grado de la temperatura del medio ambiente.

La diferencia entre una reacción de oxidación lenta y una reacción de combustión es que esta última ocurre tan rápido que el calor se genera más rápido que lo que se disipa, ocasionando un incremento sustancial de la temperatura de cientos y miles de grados. Muchas veces la temperatura es tan alta que se llega a emitir una luz visible en la zona de reacción de la combustión.

La flama es una reacción de oxidación gaseosa, que ocurre en un espacio más caliente que los alrededores y por lo general emite una luz, como la flama amarilla de una vela o la flama azul de un quemador de gas. Cuando un sólido se enciende, tal como un fósforo, una porción del calor de la flama gaseosa se transfiere al sólido, provocando que este se vaporice. Esta vaporización puede ocurrir con o sin una descomposición química de las moléculas. Se llamara *pyrolysis* cuando ocurre una descomposición química.

Existe otro tipo de combustión que no involucra a ninguna flama, de esta manera se queman los cigarrillos.

La combustión requiere de una alta temperatura, y la reacción debe responder rápidamente a esta alta temperatura para generar calor tan rápido como se disipa, de tal manera que la zona de reacción no se enfríe. Si hacemos cualquier cosa para modificar este balance de calor, tal como introducir un elemento enfriador, entonces sera posible suprimir la combustión. No es necesario que el enfriador reduzca el calor tan rápido como es generado ya que la zona de combustión estará perdiendo algún calor debido a los alrededores enfriados.

La extinción puede darse al enfriar ya sea la zona de combustión o enfriando el líquido o sólido combustible. En este el último caso se previene la creación de vapores combustibles.

Como alternativa de remover el calor de la zona de combustión para reducir las reacciones se puede reducir la temperatura de la flama al modificar el suministro de oxígeno del aire. El aire contiene en volumen 21% de oxígeno, el resto es casi nitrógeno, que es un gas inerte. El nitrógeno que es arrastrado junto con el oxígeno a la flama absorbe calor, con el resultado que la temperatura de la flama es mas baja que, por ejemplo, si solo tuviéramos oxígeno puro. Si introducimos al aire que entra en la flama nitrógeno adicional, o cualquier tipo de gas no reactivo, como el vapor, o dióxido de carbono, entonces el calor

absorbido por estas moléculas inertes provocará que se reduzca aun más la temperatura de la flama.

La temperatura de la flama es muy importante, cualquier pequeña disminución provoca un descenso desproporcionadamente grande en la velocidad de reacción.

Existen dos formas fundamentales para reducir la intensidad de combustión en una flama hasta llegar a su extinción: Reducir la temperatura de la flama o agregar un inhibidor químico que interfiera con la cadena de reacción.

Supresión con agua:

Es el agente extintor mas usado debido a su disponibilidad y relativo bajo costo, pero aparte de esto el agua es el mejor de todos los líquidos conocidos para luchar contra el fuego.

El agua no es tóxica, se puede almacenar a presiones atmosféricas y temperaturas normales. Su punto de ebullición de 100 C esta muy por abajo de los 250 a 450 C de las temperaturas de pyrolysis de la mayoría de los sólidos combustibles. Ningún otro líquido puede igualar estas condiciones.

Sin embargo, el agua no es un agente absolutamente perfecto, se congela a 0 C, es conductor de electricidad, puede provocar daños irreversibles a la propiedad, no es efectiva para utilizarse en líquidos inflamables tal como los hidrocarburos ya que estos son insolubles con el agua. El agua no es compatible con una gama de metales calientes y productos químicos.

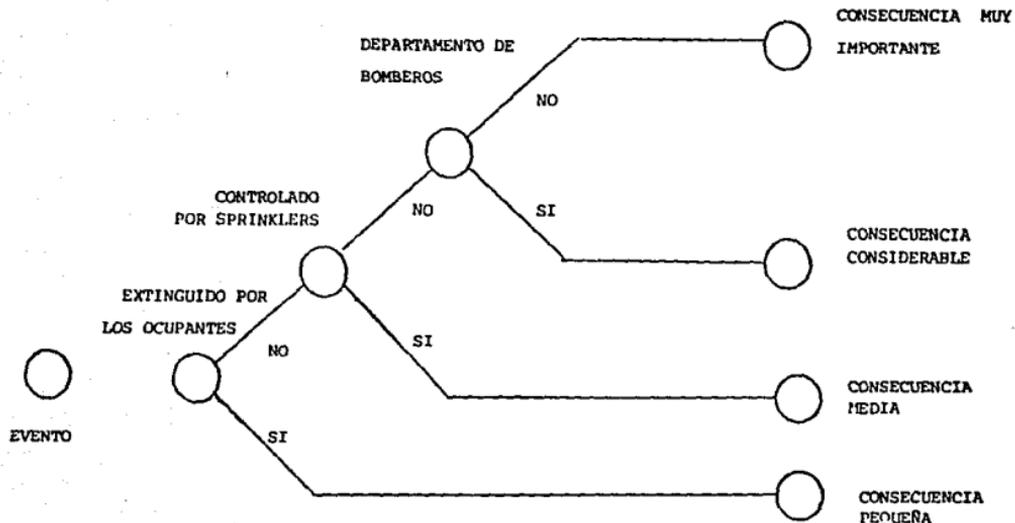
El agua suprime un fuego por medio de una combinación de mecanismos: enfría el combustible solido o líquido, enfría a la misma flama y genera vapor el cual previene el acceso de oxígeno, y, como niebla, bloquea la transferencia radiactiva. De todos estos mecanismos el mas importante sera el enfriar un combustible gasificante.

Para que un solido se quema una porción de este debe estar a una temperatura muy alta para que ocurra la pyrolysis a un radio suficiente para mantener la flama. Para la mayoría de los sólidos, esta temperatura sera de entre 300 C y 400 C, y el nivel de pyrolysis es de varios gramos por metro cuadrado por segundo.

Los Rociadores Automáticos

Son uno de los métodos más seguros para controlar incendios, son dispositivos diseñados para distribuir agua automáticamente en cantidad suficiente para controlar un fuego. Aunque los rociadores actuales no están diseñados para suprimir un fuego, muchos de estos han llegado a extinguir fuegos completamente.

El agua es suministrada a través de un sistema de tubería, por lo general suspendida del techo, con los rociadores localizados a intervalos determinados de esta tubería. El orificio del rociador esta



ARBOL DE EVENTOS

normalmente cerrado por un disco o capucha que es mantenido en su lugar por medio de un elemento sensible a la temperatura.

Los rociadores son particularmente eficientes para la protección de vidas ya que alertan sobre la existencia de un fuego, y al mismo tiempo, aplican agua en la zona que se esta quemando. Los sistemas de rociadores normales tienen dispositivos que hacen funcionar automáticamente la alarma. Con los rociadores tendremos el problema que a veces es difícil llegar al centro del fuego o habrá interferencia en la visibilidad debido al humo. Mientras que la fuerza de caída del agua disminuirá la altura del nivel del humo, el rociador también servirá para enfriar el humo y hacer posible que la gente pueda permanecer más tiempo.

Un argumento para la instalación de este tipo de sistemas es el temor a los daños que puede ocasionar el agua.

Los fundamentos de los rociadores automáticos se basan en 4 principios:

1) El sistema propiamente dicho:

Todos los tipos de sistemas han sido diseñados para controlar prácticamente cualquier tipo de incendio conocido de cualquier material que se use en la actualidad.

2) Construcción de la planta:

Hay que evaluar la construcción, máxime si es vieja, el diseño y ciertas características para asegurarnos de una operación efectiva del sistema. Su acción se puede retardar debido a una distancia excesiva entre los rociadores en el techo y los materiales combustibles en el piso. Cuando los productos calientes de la combustión provenientes de la flama suben, al aire de los alrededores se mezcla con los gases por lo que la temperatura de la mezcla desciende.

3) Los riesgos de los procesos involucrados:

Según el riesgo de cada proceso los podemos dividir en seis. Para cada una de estas clases habrá que diseñar un espacio, densidad de descarga, y suministro de agua específica para suministrar la protección adecuada. Las tres clasificaciones generales son: Riesgo bajo, riesgo común y riesgo alto.

a) Riesgo Bajo:

Incluye riesgos donde la cantidad o la combustibilidad son bajas, y donde la posibilidad de fuegos con relativa baja liberación de calor es conocida, como iglesias, hoteles, escuelas.

b) Riesgo Común:

Se subdivide en tres grupos, ya que cada uno requiere de un diferente suministro de agua para los rociadores. Por lo general, esta clase incluye los riesgos industriales, centros comerciales. El primer grupo incluye propiedades con combustibilidad baja, moderada cantidad de combustible, y el almacén de los combustibles no sera mayor a 2.4 mts. y se espera una baja liberación de calor. El segundo grupo incluye propiedades donde la cantidad y la combustibilidad es moderada, y el almacén no sera mayor a 3.6 mts, por ejemplo las textiles, impresión, fabricación de zapatos. El tercer grupo incluye un pequeño grupo de propiedades donde la cantidad/combustibilidad es alta y podemos esperar una gran liberación de calor. por ejemplo silos, manufactura de papel, fabricación de llantas, maderas, pinturas.

c) Riesgos Altos:

Lo podemos dividir en dos subgrupos, el primero es aquel con pequeñas cantidades de líquidos inflamables, con extracción de metales, plásticos. en el segundo grupo tenemos industrias con cantidades sustanciales de líquidos inflamables, como es el caso de los solventes.

La idea fundamental al colocar un rociador es la de asegurarnos de que ninguna área quede desprotegida. En donde quiera que ocurra un fuego ahí deberá de haber la protección de un rociador.

4) Requerimientos y Sistemas de Distribución de Agua:

Al momento de diseñar los sistemas de suministro de agua para la supresión de incendios nos haremos la siguiente pregunta: ¿ Que tanta cantidad de agua es la que se necesita ?

Los requerimientos de agua para combatir un incendio incluyen el flujo, la presión residual de dicho flujo, y la cantidad total requerida.

para calcular el radio de flujo utilizaremos el método ISO (Insurance Services Office) ya que es uno de los métodos mas comprensivos y ampliamente recomendados para estimar los requerimientos de flujo. Los flujos determinados por este método son considerado por lo general como una buena estimación; El método ISO contempla la construcción de la planta, la ocupación, la exposición a riesgos adyacentes y las vías de comunicación entre las plantas.

La formula básica es la siguiente:

$$FNI = (Ci)(Oi)(X + P)i$$

donde: FNI es el flujo necesario en L/min
Ci es un factor de Construcción que depende de la construcción de la estructura bajo consideración
Oi factor de ocupación que depende de la combustibilidad de la ocupación
(X + P)i es un factor de exposición que depende de la exposición a otras estructuras adyacentes

Los subscritos i en la formula indican que, para cuando cada parte de la planta tenga diferentes características, se deberá de calcular un factor para cada sección y ser multiplicado por el porcentaje que representa del área total para así obtener un factor de peso. El factor de peso Ci no deberá ser menor que el factor individual requerido para cualquier sección individual.

El factor de Construcción Ci:

se calcula usando la siguiente fórmula: $Ci = 18F Ai$

donde F = coeficiente relacionado con la clase de construcción

F = 1.5 para construcción clase 1 (Estructura)

F = 1.0 para construcción clase 2 (Mampostería)

- F = 0.8 para construcción clase 3 (no combustible) o construcción clase 4 (Mampostería no combustible)
- F = 0.6 Para construcción clase 5 (resistencia modificada) o construcción clase 6 (resistente al fuego)
- Ai = Area efectiva de la planta

El área efectiva es el total de metros cuadrados del piso mas grande mas:

- * para construcciones clase 1 a 4, 50% de todos los demás pisos
- * para construcciones clase 5 y 6, 50% de todos los demás pisos que no pasen del octavo piso

El valor de Ci no deberá ser menor a 1890 lts/min ni mayor a 30283 Lts/min para construcciones clase 1 y 2, 22712 lts/min para construcciones clase 3,4,5 y 6 para construcciones de 1 piso, independientemente de la construcción.

EL factor de Ocupación Oi:

refleja la combustibilidad de la ocupación y es determinado según la clase de combustibilidad (ver tabla)

Factores de Ocupación	
Clase	Factor Oi
C - 1 (No combustible)	0.75
C - 2 (Combustible limitado)	0.85
C - 3 (Combustible)	1.00
C - 4 (Incendio lento)	1.15
C - 5 (Incendio rápido)	1.25

El Factor Adyacente y comunicación (X + P)i:

Los factores se determinan de la siguiente manera:

$$X_i = 1 + \sum_{i=1}^n X_i + P_i$$

El factor de exposición Xi refleja la necesidad de agua adicional para reducir la exposición de riesgos adyacentes. Depende de la distancia de separación, la construcción del muro que los separe, y el área del muro expuesto.

El factor de comunicación Pi refleja el potencial de dispersión a través de espacios abiertos o pasillos comunicantes cuando haya varias conexiones, solo se tomara la mayor.

Así obtendremos nuestro flujo necesario y tomando en cuenta los siguientes ajustes:

- * Para techos de madera, sumar 1890 Lts/min

* En la práctica el flujo necesario nunca tendrá que ser superior a 45,425 lts/min ni ser menor a 1893 lts/min

La Duración del Agua:

El número de horas durante las cuales deberá estar disponible el flujo varía entre 2 y 10 horas, como se indica en la siguiente tabla:

Ltrs/min	Duración del flujo necesario	
	Millones de litros por día	Duración horas
3785	5.45	2
4732	6.81	2
5678	8.18	2
6624	9.54	2
7571	10.90	2
8517	12.26	2
9463	13.63	2
11356	16.35	3
13249	19.08	3
15142	21.80	4
17034	24.53	4
18927	27.25	5
20820	29.99	5
22712	32.71	6
26498	38.16	7
30283	43.61	8
34069	49.06	9
37854	54.51	10
41639	59.96	10
45425	65.41	10

Para prevenir que ocurra una presión negativa la mínima presión residual debe de ser de 20 psi (1.4 kgs/Cm²).

Los sistemas de bombeo deben instalarse de tal manera que un par de bombas hagan succión de los pozos o ríos, lagos, etc. Si no se necesita tratar el agua, entonces las bombas descargarán directamente el agua en el sistema de distribución. Si se necesita filtrar el agua entonces estas bombas enviarán primero el agua a otro recipiente para ser filtradas y posteriormente otras bombas la llevarán a los sistemas de distribución.

Los Sistemas de Suministro y Distribución

El suministro se refiere a aquella porción del sistema que se encarga de descubrir la fuente, incluye el almacenamiento y transmisión a través de conductos y acueductos. Las fuentes de suministro pueden ser:

- bajo tierra: como los pozos

- superficie: Ríos, lagos, etc.

La Distribución es la porción del sistema dentro de la planta.

El sistema de distribución puede ser de dos tipos:

- Por gravedad:

Suministra el agua directamente de la fuente sin necesidad de bombeo, es el mejor ya que no depende para su funcionamiento de ninguna operación mecánica.

- Por Bombeo:

Cuando el agua no se puede obtener de una elevación suficiente que pueda proveer de presión de trabajo, sera necesario establecer un sistema de bombeo.

En otras ocasiones se podrá hacer una combinación de estos dos sistemas, por ejemplo bombear agua del origen a un tanque elevado y después el agua sera distribuida por gravedad, y así aunque ocurra algo a las bombas, se tendrá agua disponible.

Extinción con Espumas acuosas

Su principal aplicación es el combatir fuegos de líquidos inflamables. Si el líquido inflamable es más ligero que el agua y no es soluble en ella, la aplicación del agua resultara en que el líquido flotara y continuara quemándose. si el liquido inflamable es un aceite (su temperatura esta por arriba del la de ebullición del agua) entonces el agua penetrara en el aceite caliente convirtiéndose en vapor y acelerara y facilitara la propagación del fuego.

Las espumas se usan para combatir cantidades importantes de productos derivados de petróleo, como los que se encuentran en las refineries, áreas de tanques, etc.

Si el líquido inflamable es soluble en agua, como los alcoholes, entonces la adición del agua diluirá el liquido al punto que no sera inflamable. El tiempo requerido para llegar a tal dilución puede ser considerable por lo que sera mejor utilizar las espumas como agente.

Si se desconoce la naturaleza del líquido se debe aplicar espuma y no agua.

Otra importante aplicación es para líquidos o sólidos que se están quemado en áreas de difícil acceso, tal como en sótanos, la espuma se utiliza para inundar el área completamente.

Como la espuma es mucho más ligera que cualquier líquido inflamable, este flota sobre el líquido, produciendo una exclusión de aire para así prevenir la combustión. Se debe tener en consideración que la espuma pierde su agua por lo que tiene que haber la suficiente cantidad para compensar esta perdida.

Antes de empezar a combatir un fuego tenemos que asegurarnos de contar con cantidades suficientes de agua para aplicar en todas las áreas, ya

que una supresión parcial puede provocar que el fuego regrese a su intensidad original.

Supresión con gases inertes

El agua por lo general suprime un fuego por enfriamiento, aunque también la formación de vapor ayuda a diluir la concentración de oxígeno. El dióxido de carbón es el gas inerte más común, aunque el nitrógeno y el vapor también pueden ser usados. El dióxido de carbón mezclado con aire puede crear una atmósfera en la cual no se quemaran varios vapores.

Supresión con Agentes Halógenos:

Los halógenos son derivados químicos del metano o etano, en el cual algunos o todos los átomos de hidrógeno han sido reemplazados por fluorine, clorine o átomos de bromino, o por una combinación de estos elementos. Estos agentes son líquidos cuando están almacenados bajo presión a temperaturas normales, pero la mayoría se convierten en gases a presiones atmosféricas y temperaturas normales.

Se pueden utilizar en fuegos eléctricos, en casos donde el agua o polvos químicos puedan provocar daños. Los halógenos tienen dos ventajas sobre el dióxido de carbono:

- 1) algunos halógenos son muy efectivos en bajas concentraciones volumétricas por lo cual queda suficiente oxígeno para poder respirar sin ninguna dificultad.
- 2) Algunos halógenos sufren de una vaporización parcial, por lo que la parte líquida se puede proyectar a distancias mayores que el dióxido de carbón.

Las desventajas de usar halógenos tienen que ver con su toxicidad y la corrosividad debido a la descomposición de sus productos. Últimamente se ha encontrado que también afectan la capa de ozono de la tierra, ya que actúan como catalizadores para conversión de ozono O_3 , en oxígeno normal O_2 . El ozono en la atmósfera tiene un papel importante al filtrar las radiaciones ultravioletas del sol, que de otra manera dañaría la flora y fauna del planeta, la destrucción del ozono también puede afectar la temperatura mundial.

Por lo anterior podemos decir que el futuro de los halógenos es incierto.

Supresión con Polvos Químicos:

Son una alternativa al dióxido de carbón y de los halógenos para extinguir un fuego sin la necesidad de agua. Estos polvos, que miden de 10 a 75 micrometros, son proyectados por un gas inerte. Todos los polvos son utilizados para suprimir la flama del fuego. Estos agentes son poco populares debido a que provocan un cierto grado de corrosión. Por lo anterior su utilización es reservada para fuegos de cantidades relativamente pequeñas de líquidos inflamables.

El agua es un mal agente para combatir fuegos donde estén involucrados metales, ya que algunos de ellos reaccionan exotermicamente con el agua produciendo hidrógeno, el cual se quema rápidamente. También pueden ocurrir explosiones violentas de vapor si el agua hace contacto con el metal fundido. Por lo general los metales son difíciles de extinguir debido a sus altas temperaturas y el tiempo necesario para que se enfríen. Tampoco se debe usar halón con metales.

Un problema al aplicar agua donde hay involucrados químicos tóxicos, tales como pesticidas, será el de la contaminación del agua. Si no hay otro agente que no sea agua se deberá utilizar la mínima cantidad posible.

4.7 Confinación:

Un efectivo diseño de seguridad empieza con un análisis consciente y una toma de decisiones adecuadas en las primeras etapas del diseño.

El diseño arquitectónico tiene una influencia importante en las capacidades de seguridad. El layout interior, vías de circulación, material de los interiores y los servicios son factores importantes de la seguridad. La localización de la planta y las rutas de acceso influyen de una manera importante en la eficiencia de las operaciones contra incendio.

Desde el principio del proyecto de construcción se debe consultar con especialistas en seguridad para que el diseñador pueda incorporar elementos que ayudaran, en lugar de dificultar, las operaciones de supresión.

En resumen, las operaciones se pueden agrupar en:

- Rescate: siempre será la primera prioridad
- Control del fuego
- Conservación de la propiedad.

El diseño también debe tener en cuenta las formas de llegar al fuego, por lo que se tienen que analizar los factores de propagación del fuego y la forma de supresión.

El diseñador tendrá una influencia importante al incorporar planes adecuados para la detección automática y las capacidades de supresión.

El tiempo es el factor más importante relacionado con el control de un fuego.

Este tiempo incluye varios segmentos distintos: detección, notificación a los ocupantes, notificación y respuesta de ayuda externa, evaluación, actividades de supresión y finalmente las operaciones de combate.

El acceso es ideal cuando se puede llegar a un sitio desde varios puntos. Esto por lo general no es posible. En áreas congestionadas, solamente los lados de la industria que dan a la calle serán accesibles.

En otras áreas, la topografía u otros obstáculos naturales podrán obstaculizar las operaciones de supresión.

Al analizar las diferentes exposiciones tendremos que considerar dos condiciones:

- La exposición a radiación horizontal
- Exposición de flamas de techos más altos si las plantas anexas son más altas y que pueden pasar de un local a otro.

Además de la temperatura y el tiempo de exposición, hay otras variables que influirán en la severidad; Algunas de estas variables incluyen:

1. Exposición debido al fuego
 - Tipo de construcción de muros exteriores
 - Ancho de la exposición
 - Altura de la exposición
 - Porcentaje de aberturas en los muros expuestos. Los muros externos combustibles o que no sean resistentes deberán de considerarse como 100% con aberturas
 - Características de ventilación
 - dispersión del combustible
 - tamaño y geometría del sitio donde se origine el fuego
 - Propiedades térmicas, conductividad, calor específico y densidad de los materiales de los interiores.
 - Si la industria cuenta o no con rociadores automáticos.
2. Industria expuesta:
 - tipo de construcción de muros externos y techos
 - Porcentaje y orientación de áreas abiertas en muros externos
 - Protección de estas áreas abiertas
 - Exposición de interiores a la radiación y convección del fuego
 - Propiedades térmicas, conductividad, calor específico, densidad, y dispersión de combustibles de los materiales y de los contenidos
 - Si hay o no rociadores automáticos
3. Aspectos de protección de las áreas:
 - Distancias de separación
 - Dirección y velocidad de los vientos dominantes
 - Temperatura ambiental y humedad
 - Facilidad de acceso al fuego
 - Características de la brigada contra incendio
 - Protecciones fijas.

Guías para el Diseño, Exposición y Protección:

- Ancho de la exposición:
Distancia del muro expuesto entre las separaciones interiores o muros externos donde no existen separaciones.
- Altura de la exposición:
Para edificios considerar el número de pisos.
- Porcentaje de áreas abiertas:
consiste en las puertas, ventanas u otras aberturas.

Algunas veces no se podrá contar con las distancias ideales debido a las condiciones del sitio o límites económicos por lo que en estos casos la separación debe reducirse protegiendo las estructuras. Algunos medios para proteger la exposición y así reducir la distancia deseable son:

- Protección completa con rociadores automáticos
- Muros de material no combustible
- Spray o cortinas de agua para muros combustibles
- Eliminación de aberturas
- Puertas contra incendio automáticas

El control del crecimiento del fuego y el movimiento de productos combustibles se logra a través del confinamiento y ventilación.

En una construcción existen dos tipos de características estructurales que pueden constituir un riesgo:

1. Condiciones estructurales que promueven la propagación del fuego; Muchas plantas constituyen una unión de una serie de compartimentos. De esta manera, inherentemente se puede limitar la pérdida si el fuego se llega a contener en su origen.

Sin embargo, y por cuestiones de diseño, uso y construcción se crean muchas avenidas que facilitan la propagación del fuego; Los trayectos de propagación pueden ser:

- Horizontales:

Como puertas y aberturas superiores, inferiores o a través de los muros utilizados para los procesos y que provocan una distorsión en la estructura.

- Verticales:

Escaleras, penetración de pisos, espacios para elevadores y dispositivos para eliminación de basura, conductos de ventilación.

2. Condiciones que conducen a un fallo en la estructura. Es la habilidad de las estructuras para resistir a los graves efectos del fuego y que dependerá, para conservar su integridad, del material de construcción y de sus dimensiones. La efectividad de la estabilidad estructural durante y después de un fuego dependerá de su resistencia al mismo.

El confinamiento incluye barreras de fuego y humo, muros y puertas corta fuego que subdividen a la planta en varias secciones, separándola en áreas de fuego que segregan los riesgos especiales, como cuartos de pinturas. Las barreras también sirven para resistir la propagación del humo.

Ventilación:

La falta de ventilación natural, tal como ventanas, contribuyen a la formación de densas nubes de humo y a intensificar el calor.

El ventilar el calor y el humo de un fuego por medio de aberturas en los techos puede ayudar a controlar la propagación y permite que las brigadas contra incendio tengan un mejor acceso al fuego.

Durante un fuego los empleados estarán expuestos a dos tipos de peligros:

- Exposición a las flamas y productos de la combustión, peligro que disminuye mientras mayor sea la distancia del fuego
- Humos y gases tóxicos que presentan un tipo diferente de riesgo. La mayoría de las muertes provienen de estos últimos productos de la combustión, y el peligro estará presente aun a distancias considerables del fuego.

La mayoría de los fuegos, aun los pequeños, producen grandes cantidades de humos y gases. Estos productos pueden oscurecer la visión e irritar los ojos de tal manera que la visión puede ser casi nula. Aun los ocupantes que tienen una familiaridad con sus alrededores se enfrentaran también con la dificultad de encontrar las salidas. Por esto el layout de las vías internas de circulación es un elemento muy importante para las evacuaciones, aparte de que se deberán marcar muy bien las rutas de salida.

Por esto la ventilación es una operación importante para combatir el fuego. Involucra la remoción de humos, gases, y calor de la industria. La ventilación juega las siguientes funciones importantes:

- Protección de la vida al remover gases tóxicos y humos de lugares donde los empleados buscaran un refugio temporal
- Mejoramiento del medio ambiente en los alrededores al remover humos y calor. Esto facilitara el combate ya que se podrá llegar mas cerca al origen del fuego y suprimirlo con el mínimo tiempo, de agua y de daños.
- Control de la propagación o dirección del fuego al establecer corrientes de aire que provocan que el fuego se desplace en la dirección deseada.
- Control de gases combustibles liberados antes de que lleguen a formar una mezcla inflamable, evitando así una explosión.

La Integridad Estructural a Temperaturas Elevadas:

Todos los materiales usados en la construcción resultan adversamente afectados al someterse a altas temperaturas. El grado e importancia de este comportamiento depende primariamente de la función de los elementos y de su grado de Protección.

Las propiedades mecánicas de resistencia disminuyen cuando se incrementa la temperatura.

Acero Estructural:

Es el principal componente en los diseños modernos. Tanto cuando forma un refuerzo de concreto como cuando es el esqueleto de la estructura, el acero lleva la mayor carga de material en las construcciones modernas.

Desde el punto de vista del diseñador, el acero constituye el material ideal ya que posee muchas cualidades, tales como dureza, ductilidad.

Sin embargo, el acero también resulta afectado al ser expuesto al fuego. El acero no es combustible, pero pierde dureza. La relativa seriedad del problema depende de varios factores, tal como su función, condiciones de soporte, su área y espesor.

Como el acero tiene una alta conductividad térmica, puede transferir el calor fácilmente de un lugar a otro.

Pero otra propiedad importante cuando se somete a altas temperaturas es su coeficiente de expansión; Este coeficiente afecta la estructura en dos formas. Si las orillas de una columna están limitadas axialmente, entonces los intentos de expansión debido al calor causarían una tensión térmica en la estructura lo que puede causar un rápido colapso. Si no es limitado axialmente, entonces habrá un movimiento, ocasionando que las orillas se muevan lateralmente, produciendo una columna con carga excéntrica. En otros casos los muros se podrán mover a tal grado de ocasionar un colapso.

Por ejemplo, una estructura de 15.24 mts se expandirá aproximadamente unos 5 cms al ser calentada de 22 C a 522 C uniformemente a todo su largo. Por esto consideraremos que la temperatura crítica del acero es de 593 C y dependerá de la carga y condiciones de apoyo, dimensiones y su geometría.

Concreto Reforzado:

El concreto se usa como cobertura protectora de otros materiales. Pero también resulta afectado adversamente cuando se somete a altas temperaturas. Aunque el colapso de estructuras de concreto reforzado es raro, también tendrá pérdidas en su resistencia.

La Madera:

Dependiendo de su forma, la madera puede tener o no tener una relativa integridad estructural. Los factores importantes que influirán su resistencia son su tamaño físico y su contenido de humedad. Al quemar madera se produce carbón en su superficie lo que sirve como una protección que aísla el material no quemado por lo que retarda su pirólisis. Habrá mayor integridad mientras más gruesa sea la estructura.

El Vidrio:

En la construcción se utiliza en tres formas generales: lo más común es en ventanas y puertas. El vidrio tiene poca resistencia al fuego. Se rompe rápidamente debido a la diferencia de temperaturas entre las dos superficies. Otro uso común es como fibra de vidrio como material aislante ya que no se quema y es un excelente aislante.

Asbestos:

Es una fibra mineral que se ha usado en muchas formas en la construcción; Sin embargo el asbesto presenta problemas para la salud. Se combina con el cemento tipo Portland, que no son combustibles.

Masonería:

Los ladrillos tienen un buen comportamiento al ser sometidos a altas temperaturas sin sufrir mayores daños.

Plásticos:

Hay una gran variedad de plásticos pero su mayor desventaja es que todos son combustibles. Aunque algunos tratamientos pueden incrementar su temperatura de ignición o inhiben el desarrollo de las flamas, hasta la fecha no se conoce ningún aditivo que los hagan no combustibles.

4.8 Evacuación de los Ocupantes

Los diseños de los medios de egreso y evacuación deben considerarse como parte de la evaluación total del sistema de protección de cada fábrica haciendo un análisis de las características de la población y de los riesgos a que estén expuestos. Estos medios deben diseñarse como parte integral del sistema establecido para dar una seguridad razonable a la vida humana.

Entonces, nuestro primer paso en el diseño será el adquirir familiaridad con el tipo de reacción que tendrán los empleados en caso de emergencia, ya que estas reacciones difieren según las condiciones y capacidades físicas y mentales de cada persona.

Es necesario comprender las reacciones de movimiento de la gente, tanto individual como en grupos; El diseño y capacidad de las vías de acceso, escaleras y otros componentes del total de las vías de evacuación se relacionan con las dimensiones físicas del cuerpo humano. También se debe tomar en cuenta la tendencia de evitar el contacto humano con otras personas para así determinar el número de personas que ocuparán un espacio dado en un tiempo determinado ya que la gente por lo general establece inconscientemente "su territorio."

Cuando se presenta "una cola" debido a una situación artificial o temporal el control de la gente se hará más difícil, y el bienestar del individuo se vera amenazado.

Algunos estudios han encontrado que bajo condiciones de flujo normal la velocidad normal caminando en pasillos es de 76 mts/min en un espacio disponible por persona de 2.3 mt²; Las velocidades menores de 44 mts/min restringen el movimiento; El congestionamiento se presenta cuando se llega a espacios de 0.18 mt²

las posibilidades de un comportamiento inadecuado se presentan cuando se restringe el movimiento de evacuación; El problema sera grave cuando bajo condiciones de exposición al fuego se tenga a más de una persona cada 0.28 mts².

Aparte de los muy jóvenes y de las personas ancianas, la edad no parece ser un factor de peso para determinar la velocidad de desplazamiento. Los estudios han encontrado que la velocidad se reduce de una manera significativa a partir de los 65 años de edad.

El diseño también requiere de una trayectoria segura (safety path) del lugar donde se produce el fuego. Esta trayectoria debe adecuarse de tal manera que todo el personal pueda dejar las áreas de peligro antes de que sean expuestos al fuego, humo o calor.

Las distancias de evacuación están siempre relacionadas con los riesgos de cada procesos.

Mientras mayor sea el riesgo menor deberá ser la distancia.

Una protección fundamental es prever una segunda ruta de evacuación.

En general tendremos que tener las siguientes consideraciones:

1. Un número suficiente de medios de evacuación bien diseñados y sin ninguna obstrucción y con capacidad adecuada
2. Protección de las vías de egreso contra en fuego, el humo y el calor durante el tiempo de evacuación, determinado por el número de ocupantes, distancias a recorrer y capacidades de salida.
3. Previsión de vías alternas en caso de que se bloquee la salida principal por influencia del fuego, del humo o del calor.
4. Subdivisión de áreas para facilitar áreas de refugio para aquellos sitios donde la evacuación no sea una consideración primaria
5. Protección de aberturas verticales
6. Instalación de alarmas para alertar a los empleados
7. Iluminación adecuada de los medios de egreso
8. Señalar muy bien las salidas
9. Protección de equipos en áreas de alta exposición y que puedan poner en peligro las zonas evacuación
10. Organización y práctica de simulacros
11. Previsión de instrucciones y sistemas verbales de alarma en lugares de alta densidad y alto riesgo para así mejorar el comportamiento del personal.
12. Uso de acabados que no faciliten la propagación de flama ó producción de humo y que pueda poner en riesgo a los empleados.

Al evaluar los riesgos es muy importante tomar en cuenta los procesos involucrados de acuerdo a su riesgo:

- Bajo riesgo:

Contenidos de baja combustibilidad y que no se propagan por si mismos; el único peligro vendrá del humo y del fuego de fuentes externas

- Riesgo ordinario:

Pueden arder con rapidez moderada y con un volumen considerable de humo

- Alto riesgo:

Arden con extrema rapidez, o donde se puede esperar una explosión, como en líquidos inflamables o acumulación de gases, explosión de polvos combustibles ó químicos peligrosos.

4.9 Mantenimiento, Orden y Limpieza

Por lo general, y con el énfasis en la actualidad en obtener una mayor productividad, el mantenimiento de los sistemas y equipos de protección no reciben una alta prioridad. Pero este equipo, así como el equipo de producción necesitan un mantenimiento preventivo par evitar su deterioración y que este valioso equipo se pueda llegar a perder.

Por esto es esencial que exista un programa de mantenimiento del equipo de protección de la planta, así como un programa de educación y entrenamiento del personal que supervise estos trabajos. Junto con la administración de la planta el jefe de seguridad debe tomar la iniciativa para establecer, mantener y reforzar procedimientos adecuados de mantenimiento, inspección y pruebas.

Las pruebas e inspecciones periódicas demostrarán ya sea que el equipo esta en buenas condiciones y servicio, o por el contrario, señalaran defectos en la protección que pueden llegar a incrementar la probabilidad de una perdida mayor en la propiedad.

Suministro de agua

Es vital para la protección de la planta; Los dispositivos que controlan el suministro de agua deben estar en buenas condiciones para asegurar que los rociadores automáticos tengan el agua adecuada para trabajar tal y como fueron diseñados.

Las válvulas de control y shut-off de este suministro deben ser lubricadas y operadas por lo menos una vez al año; Los empaques deben de inspeccionarse para verificar su instalación y estado.

Las válvulas de cheque (check-valves) deben tener una inspección visual interna cada 5 años. En los que se refiere a las tomas públicas, las conexiones de las tomas deben inspeccionarse mensualmente, para verificar que no existan daños mecánicos, que las tapas estén en su lugar, que las roscas no estén dañadas y que la salida de agua este limpia.

Tanques de gravedad, de Succión y de Presión:

Se les debe dar un mantenimiento adecuado a los tanques y ser inspeccionados por lo menos 1 vez al mes para verificar que el nivel de agua sea el adecuado. Esto asegura tanto que haya una cantidad de agua correcta como que se minimiza el efecto de la corrosión en los tanques de acero. La base de los tanques de gravedad debe mantenerse limpia de combustibles y de materiales que faciliten la acumulación de humedad; Lo

primero para proteger al tanque de exposición al fuego y lo segundo para protegerlo contra la corrosión.

Los tanques por presión deben verificarse por lo menos una vez al mes para asegurarse de que el nivel de agua y la presión del aire sean mantenidos a niveles adecuados. El interior debe inspeccionarse cada 3 años para detectar signos de corrosión.

Bombas contra Incendio

Son un componente común para el suministro de agua; El cuarto de bombas debe mantenerse limpio, con ventilación adecuada y libre de agua. Las bombas principales, que por lo general son una de combustión interna y otra eléctrica, deben de probarse una vez por semana para verificar que accionen automáticamente y tengan un funcionamiento adecuado.

Mientras se prueban las bombas se debe verificar la carcasa, los cojinetes o rodamientos y los empaques para detectar cualquier tipo de sobrecalentamiento. Se debe tener trabajando a las bombas de combustión interna por lo menos durante 30 minutos para que el motor funcione a su velocidad y temperatura de trabajo. Los eléctricos durante 10 minutos. Anualmente se verificara su flujo para medir el correcto funcionamiento de la bomba y el correcto suministro de agua al sistema de rociadores.

Durante la prueba anual se debe registrar y comparar la presión de descarga y la presión de succión de la bomba con resultados anteriores y las curvas del fabricante para verificar que las presiones sean las adecuadas.

Las válvulas de relieve en un motor Diesel serán puestas a funcionar para prevenir que haya una presión mayor a la que puede soportar el sistema y deberá accionar para liberar agua cuando existan condiciones de exceso de presión; Las válvulas de circulación sirven para circular una pequeña cantidad de agua para prevenir un sobrecalentamiento de las bombas. También se debe verificar el sistema de enfriamiento, la temperatura de aceite y la velocidad y en fin que trabaje en condiciones satisfactorias.

El aceite, en una máquina de combustión interna, debe verificarse mensualmente para medir su nivel y debe cambiarse según las instrucciones del fabricante. El nivel de combustible nunca deberá ser menor de 3/4 del tanque.

La temperatura del cuarto de bombas nunca debe ser menor a la temperatura mínima requerida por el fabricante de la máquina. Una temperatura adecuada será de alrededor de 21 C y si se usan calentadores de máquinas de 5 C. Estos calentadores calientan el refrigerante a la temperatura de operación de la máquina permitiendo que el refrigerante caliente circule por la máquina. Esto mantiene el interior de la máquina a 38 C lo cual causa menor desgaste y facilita su arranque.

Válvulas e Hidrantes

Los Hidrantes deben chequearse visualmente mensualmente para detectar daños físicos. Deben probarse y lubricarse por lo menos una vez al año para verificar su operación. Todas las válvulas deben numerarse y estar en posición abierta y ser inspeccionadas semanalmente para ver su lubricación.

Rociadores Automáticos:

Los rociadores deben inspeccionarse visualmente de manera regular para comprobar que se encuentren en buenas condiciones; Los rociadores se pueden cubrir o cargar de sustancias en áreas donde hay pinturas, polvos, aceites, fibras y en atmósferas corrosivas; Estos rociadores se deben reemplazar por nuevos del mismo tipo y funcionamiento.

Como mínimo se deben realizar cuatro pruebas al año; Esto nos servirá para verificar que todas las válvulas estén abiertas y que no hay obstrucciones en las tuberías. Una caída anormal de presión nos indicara que existe una reducción peligrosa en el suministro de agua por lo que se deberán tomar acciones inmediatas para determinar las posibles causas.

Todas las alarmas deben probarse cuatro veces al año; Los rociadores deben de inspeccionarse durante y después de que se pinten los techos para verificar que ninguno se vea afectado y que todas las cubiertas sean renovadas. El que un rociador llegue a ser pintado puede provocar una situación adversa, ya que la pintura puede aislar el elemento térmico y por lo tanto retardar la respuesta, desviar el flujo o sellar por completo la salida deteniendo la operación.

La tubería debe de inspeccionarse periódicamente para verificar cualquier obstrucción (corrosión o sedimentos).

Algunas condiciones que necesitarán una investigación son:

- defectos en la operación de las bombas
- descarga de material extraño durante pruebas de rutina
- material extraño en las bombas contra incendio

Sistemas de Dióxido de Carbon:

Estos deben probarse para garantizar que funcionen de manera adecuada; específicamente hay que revisar el tipo y localización de los detectores y que las tuberías y cilindros estén instalados y protegidos adecuadamente.

Se tendrá que probar todos los detectores, instrumentos de control y verificar que las dimensiones del cuarto o la superficie según los cálculos del sistema; el tamaño de la tubería debe estar de acuerdo a normas aceptables. Se debe llevar un registro del calculo de flujo y del tiempo de descarga. Durante las pruebas, el dióxido de carbón debe descargar automáticamente, ya sea por detección de calor, de humo, de vapor, etc.

El mantenimiento debe ser regular durante todo el año y ser probado anualmente para asegurarse que los detectores operen correctamente. Los cilindros a altas presiones deben pesarse 2 veces al año. Se deben recargar si se encuentra una pérdida neta de peso del orden del 10%

Extintores

Deben inspeccionarse al momento de ser colocados y después por intervalos de 30 días; esta inspección debe incluir el verificar:

- Que estén en su sitio
- No tengan obstrucciones y que sean visibles
- Que las instrucciones de operación sean legibles
- Que no falten los sellos
- Que el extintor este lleno
- Que no estén dañados o tengan fugas
- Que la lectura de presión este en el rango de operación adecuado.

Los extintores de polvos químicos, de dióxido de carbón y de halón deben inspeccionarse mensualmente para verificar que no haya obstrucción y que estén en la cantidad apropiada. Los extintores de dióxido de carbón deben probarse hidrostáticamente cada 5 años; Los de polvos químicos y de halón cada 12 años.

Protección contra daños del equipo contra incendio

Partes vitales de los sistemas de protección pueden estar expuestos a graves daños mecánicos que pueden ocasionar que el sistema no funcione adecuadamente cuando se le necesite. También es posible que debido a la colocación en sus alrededores de otra maquinaria o productos almacenados no se pueda tener un rápido acceso para su reparación, mantenimiento, inspección o pruebas.

La planta debe contar con barricadas apropiadas para proteger la exposición de los equipos; El equipo crítico necesita estas barricadas tanto para su protección como para su accesibilidad.

Los equipos de protección al intemperie son vulnerables, como los Hidrantes, monitores, cuartos de bombas, etc. Cualquiera de estos equipos que se encuentre cerca de caminos, calles, vías de tren o zonas de mucha circulación deberán contar con sus respectivas barreras.

El equipo interior también es vulnerable, como los rociadores, mangueras, extintores, los cuales también deben ser protegidos si son susceptibles de ser bloqueados debido a el almacén de materiales.

El orden y limpieza son puro sentido común y deben estar en un nivel satisfactorio; Una buena práctica de orden y limpieza, tanto en el interior como en el exterior, son un buen método para controlar la presencia de combustibles no deseados, obstrucciones y fuentes de encendido.

Los requerimientos básicos se pueden dividir en tres categorías:

- Layout adecuado y equipo:

áreas de trabajo y el equipo utilizado para mover materiales

- Correcto manejo y almacén de materiales:

como falta de espacio para acomodar o guardar materiales; las salidas se pueden bloquear; y por otro lado dificultar el acceso a extintores, a válvulas de control y a los Hidrantes. Un almacén desordenado invita a una acumulación de basura y desperdicios en rincones olvidados

- limpieza y orden:

El nivel de seguridad se mejora mucho cuando se esfuerza en que todas las áreas estén lo más limpias posibles.

La principal defensa contra acumulaciones no detectadas de materiales no deseados se logra por medio de un eficiente programa de disposición de basura, apoyado obviamente por el sentido personal de responsabilidad y deseo de mantener nuestros alrededores limpios.

Dependiendo de cada proceso nos toparemos con diferentes problemas de limpieza, algunos de los más comunes son:

- derrame de líquidos inflamables
- desecho o desperdicio de líquidos inflamables, hay que considerar el drenaje interno y en los canales públicos de desagüe que pueden llegar a ser una fuente de contaminación.
- Lubricantes y recubrimientos: las pinturas, grasas, y combustibles similares son fuentes de residuos combustibles.
- Empaques de productos; Casi todos los empaques son peligrosos

El desorden y suciedad en los perímetros de la industria son también una amenaza para la seguridad; la acumulación de basura y de hierbas altas cerca de la planta y áreas de almacén representan peligros frecuentes.

Por lo anterior hay que analizar los diferentes métodos y frecuencias para deshacerse de la basura, por ejemplo utilizando incineradores que no permitan su acumulación.

CAP. V ANÁLISIS DE SISTEMAS

5.1 ¿Que es un Sistema?

Definiciones:

- Planta:

Una planta es un equipo, es un juego de piezas de una máquina funcionando juntas y cuyo objetivo es realizar una operación determinada.

- Procesos:

Es una operación o desarrollo natural progresivamente continuo y caracterizado por una serie de cambios graduales que llevan de una fase a otra de un modo relativamente fijo y que tienden a un determinado resultado; Es una operación artificial o voluntaria progresivamente continua que consiste en una serie de acciones controladas o movimientos dirigidos sistemáticamente hacia un determinado fin. Los procesos pueden ser químicos, económicos, biológicos, etc.

- Sistemas:

Un sistema es una combinación de componentes que actúan conjuntamente y que cumplen con un determinado objetivo. El concepto de sistema puede ser aplicado a fenómenos abstractos y dinámicos, como los de la economía.

- Perturbaciones:

Es una señal que tiende a afectar adversamente el valor de la salida de un sistema. Si la perturbación se genera dentro del sistema se le denomina interna, mientras que una perturbación externa se genera fuera del sistema y constituye una entrada.

- Control de retroalimentación:

Es una operación que, en presencia de perturbaciones, tiende a reducir la diferencia entre la salida y la entrada de referencia de un sistema, o de un estado deseado, y que lo hace sobre la base de esta diferencia. Aquí solamente se consideran perturbaciones a las no previsible, es decir, a las desconocidas de antemano, pues para las que pueden ser conocidas siempre se puede incluir una compensación dentro del sistema de modo que las mediciones sean innecesarias.

- Sistemas de Control retroalimentado:

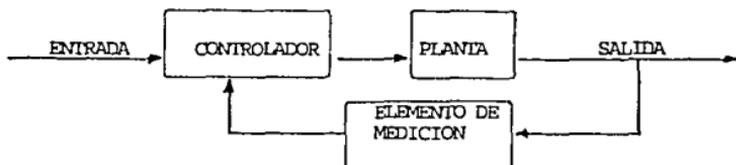
Es aquel que tiende a mantener una relación preestablecida entre la salida y la entrada de referencia, comparando ambas y utilizando la diferencia como parámetro de control. Por ejemplo, un organismo humano, en un aspecto, es análogo a una intrincada planta química con una enorme variedad de operaciones unitarias. El control de proceso de esta red de transporte y reacciones químicas involucra una variedad de lazos de control. De hecho, el organismo humano es un sistema de control realimentado extremadamente complejo.

- Sistemas de regulación automática:

Es un sistema de control realimentado en el que la entrada de referencia o la salida deseada son o bien constantes o varían lentamente en el tiempo, y donde la tarea fundamental consiste en mantener la salida en el valor deseado a pesar de las perturbaciones presentes.

- Sistemas de control de lazo cerrado:

Es aquel en que la señal de salida tiene efecto directo sobre la acción de control (ver diagrama)



Esto es, los sistemas de control de lazo cerrado son sistemas de control realimentado. La señal de error actuante, que es la diferencia entre la señal de entrada y la de realimentación, que puede ser la señal de salida o una función de la señal de salida y sus derivados, entra al detector o control de manera de reducir el error y llevar la salida del sistema al valor deseado.

En otras palabras, el término lazo cerrado implica el uso de una acción de realimentación para reducir el error del sistema.

- Sistemas de Control de Lazo Abierto

Son aquellos sistemas de control en los que la salida no tiene efecto sobre la acción de control, es decir la salida ni se mide ni se realimenta para comparación con la entrada. (ver diagrama)



Citaremos, por ejemplo, a las máquinas de lavar ropa, la exactitud del sistema depende de una calibración correcta. Todo sistema de control que funcione sobre una base de tiempo sera de lazo abierto, como el control de tráfico por señales.

Las características dinámicas de la mayoría de los sistemas de control no son constantes por diversas razones, como el deterioro de los componentes al transcurrir el tiempo o las modificaciones en parámetros o en el medio ambiente. Aunque en un sistema de control retroalimentado se atenúan los efectos de pequeños cambios en las características dinámicas, si las modificaciones en los parámetros del sistema y en el medio son significativos. Para que un sistema sea satisfactorio este habrá de tener la capacidad de adaptación.

La adaptación implica la capacidad de autoajustarse o automodificarse de acuerdo con modificaciones imprevisibles del medio o la estructura.

En este sistema de control adaptivo se deben identificar en todo momento las características dinámicas de manera que los parámetros de control o detección puedan ajustarse para mantener el funcionamiento óptimo.

En la mayor parte de los sistemas de control realimentado, pequeñas desviaciones en los valores de los parámetros con respecto a sus valores de proyecto no producen ningún problema en el funcionamiento normal del sistema, pero siempre y cuando que esos parámetros estén dentro del lazo. Sin embargo, si los parámetros de la planta varían ampliamente de acuerdo con los cambios ambientales, el sistema de control puede presentar una respuesta satisfactoria para una condición ambiental, pero puede dejar de hacerlo bajo otras condiciones. En ciertos casos, variaciones grandes de los parámetros de la planta pueden llegar aún a causar inestabilidad. Es deseable proyectar un sistema de control que funcione bien para todos los conjuntos de valores. Un método adaptable resultará muy útil para enfrentar un problema en el que la planta está normalmente expuesta a medios ambientales variables, de modo que los parámetros de la planta se modifican de tiempo en tiempo.

- Sistema de Control Adaptable

Es un sistema que continua y automáticamente mide las características dinámicas de la planta, las compara con las características dinámicas deseadas y usa la diferencia para variar parámetros ajustables del sistema o para generar una señal de accionamiento de modo que se pueda mantener el funcionamiento óptimo con independencia de las variaciones ambientales.

Para que pueda denominarse a un sistema adaptable, este debe tener características de autoorganización. Si se realiza el ajuste de los parámetros del sistema únicamente por medición directa del medio, el sistema no será adaptable.

La base misma del control adaptable descansa en la premisa de que hay alguna condición de operación o funcionamiento del sistema que es mejor que cualquier otra, o sea de un comportamiento óptimo, el cual esta definido en términos del índice de comportamiento, el cual debe elegirse al establecer las metas. Algunas características generales consideradas como deseables son:

1. Confiabilidad
2. Selectividad
3. Aplicabilidad (fácilmente aplicable a sistemas prácticos y debe ser fácilmente medible)

Un control adaptable puede consistir en las tres funciones siguientes:

1. Identificación de las características dinámicas de la planta
2. Toma de decisión basada en la identificación de la planta
3. Modificación o acción basada en la decisión tomada.

Estos procedimientos se deben realizar en forma continua o a intervalos de tiempo y dependen de la velocidad a la cuál se modifican los parámetros de la planta. Esta automodificación del proyecto o autoorganización constante del sistema para compensar las variaciones imprevisibles de la

planta es el aspecto del comportamiento que generalmente se considera al definir un sistema de control adaptable.

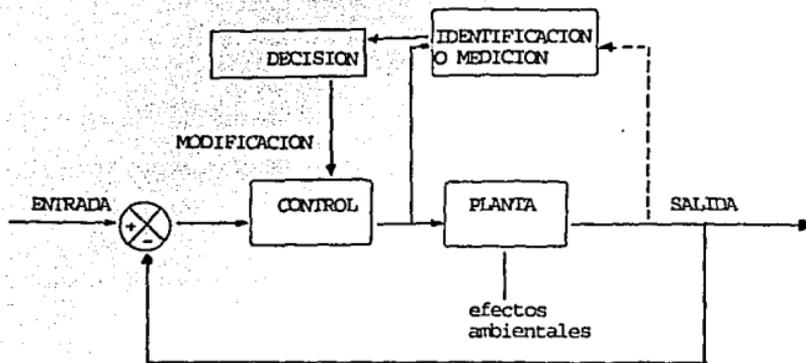


Diagrama de bloques de un sistema de control adaptable

5.2 Características y Principios de un Sistema.

Qualquier sistema de control debe ser estable, este es un requerimiento primario.

Además de la estabilidad absoluta, un sistema de control debe tener una estabilidad relativa razonable; Es decir, la velocidad de respuesta debe ser razonablemente rápida y la respuesta debe presentar un amortiguamiento razonable. Un sistema de control debe poder también reducir a cero, o a un valor tolerablemente pequeño, los errores. Qualquier sistema debe satisfacer estos requerimientos. El requisito de una estabilidad relativa razonable y el de una exactitud en régimen permanente tienden a ser incompatibles. Por lo tanto, al proyectar un sistema de control, es por tanto, necesario llegar a un compromiso eficaz entre ambos requisitos.

En la práctica siempre hay algunas perturbaciones que actúan en la planta. Estas pueden ser de origen interno o externas, y pueden ser casuales o previsibles.

Para determinar la señal de control óptima, es necesario definir un índice de funcionamiento. Este índice es una medida cuantitativa del funcionamiento, midiendo la desviación respecto a un funcionamiento ideal.

La especificación de la señal en el intervalo de tiempo de operación es denominada ley de control.

5.3 Análisis de un Sistema.

Se entiende por análisis de un sistema de control a la investigación, bajo condiciones específicas, del funcionamiento del sistema cuyo modelo se conoce.

Cualquier sistema consta de componentes, el análisis debe comenzar por una descripción de cada componente. Una vez deducido el modelo del sistema completo, el modo en que se realiza el análisis será independiente de si el sistema es neumático, eléctrico, económico, administrativo, etc.

El proyecto de un sistema significa hallar uno que cumpla la tarea pedida. En general, el procedimiento de diseño o proyecto no es directo, sino que requiere de algunos tanteos.

Por síntesis se entiende el encontrar por un procedimiento directo un sistema que funcione de un modo especificado.

Enfoque Básico:

El enfoque básico del proyecto de cualquier sistema de control práctico involucra necesariamente procedimientos de tanteo. Teóricamente es posible la síntesis de sistemas lineales de control, y el ingeniero de control puede determinar sistemáticamente los componentes necesarios para lograr el objetivo propuesto. En la práctica, sin embargo, el sistema puede quedar sujeto a muchas restricciones, o no ser lineal, y para estos casos hoy no hay métodos conocidos de síntesis. Además, pueden no conocerse con precisión las características de los componentes. Así, siempre serán necesarios los procedimientos de tanteo.

Es importante recordar que algunas de las especificaciones pueden no ser realistas; En tal caso ha y que revisar las especificaciones en las primeras etapas de diseño.

En muchos casos, el proyecto de un sistema de control se cumple del siguiente modo: El ingeniero comienza el proceso de proyecto conociendo las especificaciones o el índice de funcionamiento, la dinámica de la planta y la dinámica de los componentes. El Ingeniero de control aplica técnicas de control, si las hay, junto con otras técnicas, para establecer un modelo del sistema.

Una vez formulado el problema de diseño en términos de este modelo, realizara un proyecto que brinde la solución a la versión original del problema de diseño. En esta etapa es muy útil la teoría de control óptimo, porque da el límite superior del funcionamiento del sistema para un determinado índice de funcionamiento.

Tras completar el diseño se debe verificar el índice de comportamiento del sistema resultante en respuesta a diversas señales y perturbaciones. Habitualmente, la configuración inicial del sistema no es satisfactoria, entonces hay que rediseñar el sistema y completar el correspondiente análisis. Este proceso de diseño y análisis se repite hasta obtener un

sistema satisfactorio. Entonces se podrá construir un prototipo del sistema.

Este proceso de construcción del prototipo es el inverso del del modelado; El prototipo es un sistema físico que representa, con razonable exactitud, el modelo original. Una vez construido el prototipo, el ingeniero lo prueba para ver si es satisfactorio. Si lo es, el diseño está completo. Si no, hay que modificar y probar nuevamente el prototipo.

Este proceso continúa hasta que el prototipo resulta completamente satisfactorio.

5.4 Sistemas de Seguridad

Cualquier industria tendrá que disponer de alguna forma de sistemas de seguridad. La forma y diseño del sistema dependerán de los riesgos que presente la planta. A continuación se hace una descripción de los sistemas de seguridad disponibles y de sus fines.

a) Sistemas de alivio de presión:

Los discos y las válvulas de seguridad pueden liberar material en la atmósfera. Si el material liberado forma una mezcla explosiva con el aire, se debe cuidar que esa mezcla no entre en contacto con ninguna fuente de ignición antes de que se alcance el límite explosivo inferior. Si el material liberado es tóxico, se debe pasar a un sistema secundario, por ejemplo un sistema de extracción, un purificador de gases o una torre de antorcha, para no liberarlo directamente en la atmósfera.

b) Sensores de temperatura/presión/flujo:

Estos sensores instalados en el proceso ponen en marcha mecanismos como el enfriamiento de emergencia, la incorporación de un estabilizador de la reacción o la apertura de un conducto de derivación.

c) Sistemas de prevención de desbordamiento:

Los controles de nivel impiden el desbordamiento de los recipientes, ya que cierran la admisión de flujo del material o lo desvían.

d) Sistemas de cierre de seguridad, sistemas de cierre de emergencia:

Se trata de sistemas que paran la planta (es decir cierran las bombas y los compresores y cierran o abren válvulas de ajuste rápido) para poner la planta en situación de seguridad. Estos sistemas se pueden poner en marcha manual o automáticamente.

Sistemas de Alarma

Son sistemas que, por medio de sensores, permiten a los operarios determinar las causas de un mal funcionamiento tan pronto como se produce. Se dispone de sistemas de alarma para:

- Vigilar los parámetros del proceso (temperatura, presión, magnitud de flujo, cantidad, proporción de mezcla, contenido de oxígeno, etc.
- Detección de deficiencias de los componentes relacionados con la seguridad como bombas, compresores, agitadores, etc
- Detección de escapes
- Detección de fuegos o humos
- Detección de deficiencias de los dispositivos de seguridad.

Funcionamiento y control

Quando una instalación está concebida para resistir todas las cargas que se puedan producir en condiciones de funcionamiento normales o anormales previstas, la tarea de un sistema de control de los procesos consiste en mantener la planta en seguridad dentro de esos límites.

La siguiente figura nos muestra de que manera un sistema de control mantiene un proceso variable dentro de los límites de seguridad cuando éste sale de su campo de variabilidad normal.

La variable del proceso controlada puede ser la temperatura, la presión, la magnitud de flujo, el porcentaje de aumento de temperatura o un aumento o disminución de la presión. Los tres sistemas de control actúan de la siguiente manera:

Primer Sistema:

Tan pronto como la variable del proceso pasa del valor límite establecido, esto se señala por medio de un dispositivo de vigilancia y se debe adoptar una medida de control. Si esta medida no da resultado y el proceso es tal que la variable no provoca un estado de riesgo mayor, no se necesita ningún otro sistema.

Segundo Sistema:

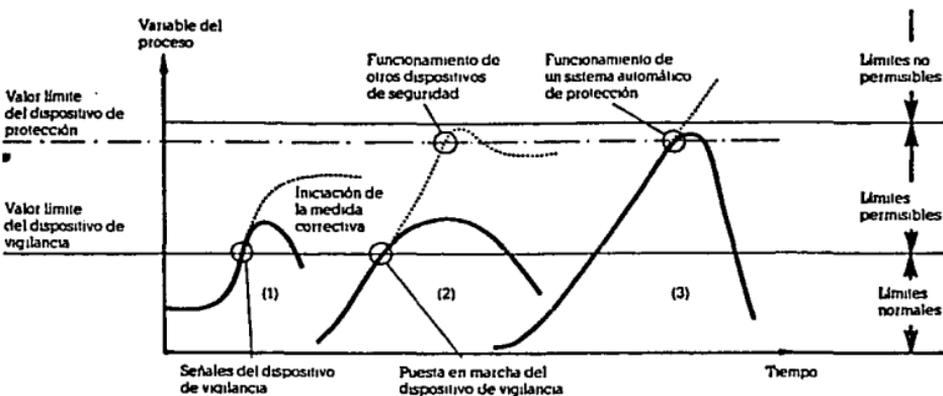
Quando la variable supera el valor límite, el sistema de control pone en marcha una medida automática para que la variable del proceso vuelva a su campo de variabilidad normal. Si el sistema no lo consigue, la variable puede alcanzar un valor que provoque un estado de riesgo mayor.

Quando esto resulta posible, son necesarios otros dispositivos de protección, por ejemplo discos o válvulas de seguridad que actúan como sistemas de reducción de la presión, cubetas de desbordamiento y dispositivos de enfriamiento.

Tercer Sistema:

Si no existen dispositivos de seguridad como los mencionados más arriba o si las condiciones de peligrosidad de la variable del proceso pueden provocar un accidente importante, es necesario instalar un sistema de

protección independiente que adopte medidas automáticas cuando el estado de riesgo este próximo. (ver diagrama)



**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

CAP VI..... EL PLAN DE EMERGENCIA

Una planeación anticipada nos puede proporcionar información valiosa y puede servir para mejorar la habilidad del personal de emergencia al responder eficientemente ante cualquier incidente. Esta planeación esta enfocada en los puntos vitales de la protección, tal como layout, las vías de acceso, los contenidos, detalles de construcción y el tipo y localización de los sistemas propios de protección. También incluye todo tipo de información que pueda tener algún impacto en las decisiones o acciones que se tomarán en el caso de una emergencia.

Los problemas potenciales deben ser analizados antes de que el personal de emergencia determine las estrategias necesarias para controlar un fuego. Es muy recomendable que al momento de desarrollar este plan de emergencia se asigne a por lo menos un representante de cada área o departamento; Una revisión y actualización en forma regular de este plan ayudara a reforzar el valor del mismo.

Los simulacros son esenciales para evaluar la necesidad de revisar y actualizar los documentos generados por los diferentes departamentos que conforman la industria.

Es importante que la brigada contra incendio este bien familiarizada con las características de los equipos y sistemas de protección ya que esto ayudara a ahorrar tiempo valioso al localizar los rociadores, las válvulas de control, etc. Un buen conocimiento de todas estas características incrementara la habilidad del personal para combatir de una manera mas efectiva.

6.1 Elementos Necesarios

Una reunión previa otorgara al departamento de seguridad y al demás personal de la industria una oportunidad para intercambiar información crítica y definir las acciones y coordinaciones necesarias para a llevar a cabo en el caso de que ocurra algún incidente. Es importante que se obtenga toda esta información antes de que ocurra una emergencia ya que en caso contrario el tiempo sera limitado y por lo general el acceso a la información vital sera imposible.

Algunos de los temas tocados afectarán mas a unos departamentos que a otros, sin embargo todos los departamentos deberán entender claramente las responsabilidades propias y de conjunto.

Existen seis categorías de información que son importantes para el control de una emergencia; Estas son:

6.1.1 La Industria

El giro o actividad, la construcción del material, el layout y los contenidos son de los elementos más importantes para formular un plan.

- Actividad:

Es importante al momento de establecer prioridades y operaciones tácticas ya que no es lo mismo una fabrica de muebles que una petroquímica o un Centro Comercial.

- Construcción:

Los elementos de construcción, los diseños de la estructura, los materiales de construcción, los acabados exteriores e interiores son factores claves para el comportamiento y propagación de un fuego. Esto es importante sobre todo para el jefe de seguridad al momento de estimar un problema potencial y para confinar el fuego a un área limitada.

Las condiciones de una industria construida con materiales resistentes al fuego son completamente diferentes a las de otra construida completamente con materiales combustibles. El desarrollo del fuego, su intensidad y propagación pueden ser mejor controladas en estructuras de construcción resistente.

Otro factor crítico es el layout, incluyendo el confinamiento y las aberturas verticales. Grandes áreas abiertas sin muros o dispositivos contra incendio crean condiciones para que el fuego se propague rápidamente y sin ningún obstáculo incrementando el tamaño e intensidad hasta poder llegar a condiciones de difícil o extremo control.

Las aberturas verticales sin protecciones adecuada facilitarán que el fuego, el humo y los gases tóxicos se desplacen hacia arriba de una manera no controlada. El localizar estas áreas abiertas nos permitirá colocar Hidrantes en lugares donde puedan limitar la propagación del fuego y los productos de la combustión.

Una mala construcción de los techos tendrá un impacto en la ventilación creando problemas de exposición e incrementando los peligros para la brigada de emergencia; La localización de entradas y salidas, pasillos, escaleras y demás vías son una información valiosa para desarrollar estrategias de seguridad, dirigiendo rescates, control de fuego y otras operaciones tácticas.

- Contenidos:

Es esencial conocer lo que hay dentro. Esto se logra con un conocimiento detallado del inventario físico. Los contenidos tienen definitivamente un impacto directo en las estrategias de seguridad, en el desarrollo de un fuego, en los métodos de extinción y otras consideraciones tácticas.

Se debe tener especial cuidado cuando existan materiales peligrosos, tóxicos o gases y líquidos inflamables. Los contenidos que mas hay que cuidar mas son los plásticos, aerosoles, gases comprimidos, explosivos, líquidos inflamables, polvos combustibles y materiales corrosivos. Por ejemplo, el plástico ocasiona que se desarrollen muy altas temperaturas, un alto radio de combustión y un denso humo.

6.1.2 Elementos Propios de Protección

Es esencial tener un conocimiento de como opera el equipo de protección y que acciones son necesarias para operar estos sistemas.

Al momento de hacer un plan se debe determinar si la instalación llevara rociadores automáticos y en que medida. También es importante la familiaridad que se tenga con estos sistemas. Se creara un riesgo adicional si el jefe de seguridad falla en mantener en buen estado todas las protecciones.

También es importante entender que cambios se han producido en las condiciones de la planta a través del tiempo; Los cambios de layout, materiales, procesos de manejo de materiales, incrementos en la producción que hicieron que la planta creciera y, por otra parte, reducciones en el número de empleados debido a crisis económicas o situaciones de mercado, etc y que no fueron anticipados pueden resultar en una inadecuada protección si estos no se modifican a los nuevos cambios.

Se podrán minimizar perdidas si se conoce el lugar donde se encuentren los controles de los servicios tales como electricidad, gas y agua.

Es necesario señalar bien la localización de las válvulas de control, esto es esencial ya que una de las primeras acciones que llevara a cabo un brigadista sera el verificar que estas estén abiertas.

Los rociadores son prácticamente inoperantes si las válvulas están cerradas.

Fuentes de Abastecimiento de Agua:

Debido a que el agua es el elemento más efectivo, económico y disponible es imperativo que el personal clave de la planta se familiarice con las disponibilidad y cantidad de agua con que se cuenta.

La disponibilidad y confiabilidad del suministro de agua es un factor clave. Cualquiera que sea la fuente siempre deberá ser capaz de proveer un suministro adecuado de agua y mantener este suministro durante el período de operación requerido. De lo contrario el resultado sera solamente una operación defensiva.

Todos los sistemas de suministro de agua deben de probarse de acuerdo a un programa y mantenerlos en buenas condiciones.

6.1.3 Factores Ambientales

Hay muchas maneras por medio de las cuales las condiciones ambientales, tales como temperatura, humedad, y el viento pueden afectar a el comportamiento de un fuego y las operaciones de control correspondientes.

Altas temperaturas y baja humedad afectaran a casi todos los materiales combustibles al removerles su humedad y por lo tanto bajando su temperatura a la cual comenzaran a quemarse.

Además, estas condiciones también intensificarán la manera de como los materiales se queman y como se propagará el fuego. La electricidad estática deberá ser considerada como una fuente de encendido y debe ser controlada y tomada en cuenta durante una emergencia.

- **Humedad:**

Una baja humedad puede incrementar la intensidad y propagación del fuego más rápidamente que en condiciones normales de seguridad. Alta humedad e inversión térmica afectan el comportamiento del humo. Bajo estas condiciones el humo permanecerá al nivel del suelo, oscureciendo la visibilidad y haciendo extremadamente difícil las operaciones de ventilación.

- **Viento:**

Ningún otro factor ambiental resulta más adverso al comportamiento del fuego que el viento. Como regla general, a mayor velocidad del viento, mayores serán los problemas que se presenten para combatir un fuego. Estos fuertes vientos también afectarán adversamente el caudal de agua dirigido al fuego durante una operación ya que podrán dispersar el caudal o desviarlo de su objetivo.

Las operaciones de ventilación son dependientes de la dirección del viento.

6.1.4 Conocimiento del Area

La planeación requiere de un previo conocimiento general de las inmediaciones. La familiaridad con los tipos de actividad de los vecinos ayudara a identificar puntos críticos o agravantes. Los alrededores pueden afectar la exposición, comportamiento del fuego y problemas de control.

- **Acceso:**

El conocimiento de las calles y vías de comunicación permitirán crear las mejores rutas de acceso para los bomberos. También se deberá pensar en rutas alternas ya que las vías normales pueden llegar a bloquearse o presentar un congestionamiento debido al tráfico, obstrucciones temporales, vías del tren, puentes, etc.

Esto es importante ya que las obstrucciones físicas pueden llegar a retrasar el tiempo en que se llegue al lugar del incidente. También hay que definir que unidades responderán y de que direcciones vendrán.

6.1.5 Grupos de Ayuda Mutua

En muchos casos una empresa puede recibir asistencia de otras industrias que le pueden brindar las funciones de apoyo necesarias para lograr un control total. Esta asistencia puede ser vital para el resultado de las operaciones de control y puede tomar muchas y distintas formas dependiendo del tamaño y complejidad del caso.

Se deben establecer acuerdos para utilizar todas las fuerzas eficiente y conjuntamente. Es esencial determinar el método más adecuado para solicitar asistencia así como los tiempos probables de respuesta. También es razonable conocer el tipo de equipo y número de personal que pueden aportar las otras compañías.

Ya que la cantidad y tipo de ayuda puede variar dependiendo de cada zona, el plan debe identificar los recursos disponibles y establecer los procedimientos para solicitar ayuda en caso de necesidad y convocar a reuniones mensuales donde participen todos los jefes de seguridad de las demás industrias.

6.1.6 Base de Datos

Aunque los planes de emergencia siempre serán diferentes estos por lo general tendrán similares requerimientos de información y que servirán para dar al personal los conocimientos útiles para el caso que se presente una emergencia.

Toda esta información es muy valiosa por lo que debe estar bien protegida, respaldada y guardada junto con la demás información crítica de la planta.

esta información incluirá planos e isométricos que señalen la correcta localización de las válvulas críticas y el control de las bombas contra incendio.

Esta información incrementara con la complejidad de cada industria y sera indispensable tenerla a la mano en el lugar del incidente.

6.2 Organización

Debido a su importancia, todas las industrias deben contar con un tipo de organización destinado a combatir emergencias, ya que estas se pueden presentar aun a pesar de los mejores esfuerzos que realicen la empresas para prevenirlas.

Se ha comprobado que una acción eficiente en los primeros minutos de una emergencia puede hacer una diferencia entre un pequeño incidente y un desastre.

La primera decisión ha tomar sera el tipo de acciones que se llevaran a cabo con los recursos propios de la planta y cuales se deberán dejar al departamento público de bomberos. Hay que recordar que los empleados de la planta conocen mejor los materiales utilizados que los bomberos públicos, o sea que estos últimos no tendrán el conocimiento de los riesgos especiales involucrados en la planta.

El siguiente diagrama es un árbol de decisiones que muestra las diferentes opciones que se deberán seguir al combatir un fuego. Este árbol de

decisiones muestra 5 opciones para manejar una emergencia que involucre un incendio, y que va desde una evacuación total, hasta grupos de empleados o brigadas de emergencia organizados, entrenados y equipados para combatir fuegos estructurales.

Al momento de decidir como manejar emergencias en una planta particular se deberá tener en cuenta lo siguiente:

1. Siempre debe existir algún tipo de organización, aunque solo se trate de una evacuación completa.
2. El fuego no es la única emergencia que se podrá presentar.
3. El personal de esta organización debe tener conocimientos mas amplios de los riesgos que representan los materiales utilizados del resto de los empleados.
4. En general, a los empleados les sera difícil marcharse en una emergencia sin hacer nada.
5. El tiempo es muy importante en una emergencia; Mientras más rápido se controle una emergencia menor sera el daño.

Otros aspectos que se deben de considerar son:

- El número de empleados; Mientras más grande el número mayores serán las posibilidades de crear una brigada de emergencia completa.
- Los deseos e intereses del personal en formar parte de esta brigada.
- El presupuesto para el equipo de emergencia.

A continuación analizaremos las 5 opciones:

- * La primera opción requiere que, al oír la alarma, todos los empleados evacuen inmediatamente el área bajo peligro y se dirijan a un sitio seguro.
- * En la segunda opción, todos los empleados serán entrenados en el uso de los extintores y utilizaran este equipo para tratar de suprimir el fuego. Si este se sale del control de los extintores, entonces se sonara la alarma y los empleados serán evacuados, como en la primera opción.
- * La tercera opción es similar a la segunda, solamente que un reducido grupo de empleados serán entrenados en el uso de extintores al sonar la alarma y responderán al fuego mientras que el resto de los empleados serán evacuados como en la primera opción.

Como en la segunda opción, si el fuego se sale del control de los extintores, la alarma sonara por segunda ocasión y todos los empleados serán evacuados.

- * En la cuarta opción, la planta formara una brigada de emergencia para combatir solamente los incendios incipientes. Esto significa que todos los empleados serán entrenados, organizados y equipados para combatir el fuego y asistir en la operación de evacuación.

Por fuego incipiente llamaremos a aquel fuego que se encuentra en su primera etapa; es el tipo de fuego que puede ser controlado o combatido usando extintores portátiles y pequeñas mangueras sin la necesidad de equipos protectores. Si el fuego no puede ser controlado antes de que se requieran aparatos de respiración o ropa especial, entonces la brigada deberá evacuarse.

Un ejemplo sera el caso donde el humo sea tan denso que los miembros de la brigada se tengan que acostar al nivel del suelo para poder ver y respirar.

- * La última opción crea una brigada para combatir un fuego estructural. En este caso, los empleados se deben de organizar, entrenar y equipar para combatir el fuego después de su estado incipiente.

El entrenamiento debe enfocarse a los riesgos específicos que se puedan presentar, y todos los miembros de la brigada deberán cumplir con requerimientos específicos de salud.

Esta brigada se podrá entrenar para combatir solamente riesgos específicos y los bomberos públicos, o el grupo de ayuda mutua, sera llamado cuando la situación vaya más allá de este control y entonces la brigada deberá ser evacuada.

Aunque la discusión anterior se refiere solo al caso de un incendio, se podrán aplicar el mismo tipo de decisiones para otro tipo de emergencias, como derrame de productos químicos o emergencias ocasionadas por fuerzas ajenas a la planta.

Para todas las opciones debe existir una operación de evacuación. Dependiendo del grado de involucramiento de los empleados más y más entrenamiento y equipo serán necesarios.

6.3 Acción

independientemente de la opción escogida se deberá preparar un plan de acción. ESTE PLAN DEBERA ESTAR ESCRITO, los siguientes son los mínimos elementos con que deberá contar dicho plan:

- Rutas y procedimientos de evacuación
- Identificación de áreas peligrosas
- Zonificación de alarmas en la planta
- Acciones de emergencia por zona
- Procedimientos de paro de operaciones críticas
- Procedimientos para contar a los empleados después de la evacuación
- Actividades de rescate y primeros auxilios
- Procedimientos para reportar las emergencias
- Identificación de las personas que puedan dar información y explicar el plan.
- Ubicación de los extintores
- Ubicación de los lugares de concentración de los empleados

- Ubicación del equipo de protección personal
- Teléfonos de emergencia
- Función de los guías de evacuación
- Función de los brigadistas, etc.

La forma en que cada industria cumpla con estos requerimientos dependerá de su tamaño, actividad y de la opción que se escoja.

Procedimientos:

Los procedimientos mencionados anteriormente nos darán una guía de lo requerimientos de un plan de acción, aunque no necesariamente en el orden presentado.

Primero se deben discutir el alcance propio de la planta, incluyendo las acciones que deben tomar los empleados. Para nuestro estudio discutiremos los incendios y los derrames de productos químicos. Sin embargo estos principios se podrán aplicar a cualquier tipo de emergencia.

En segundo término se procederá a hacer más específico el plan; Primero será la forma de reportar una emergencia y el tipo de situaciones que se pueden presentar.

Cuando se descubre un derrame o incendio, se podrán seguir diferentes cursos de acción; Estas operaciones incluyen:

1. Llamar a los bomberos y evacuar el área,
2. Llamar a un número de teléfono central en la planta para que una persona encargada llame a los bomberos y posteriormente ordene la evacuación de los empleados.
3. Llamar a un teléfono en la planta donde el encargado notifique a la brigada y ordene la evacuación.
4. Llamar a un teléfono en la planta donde el encargado llame al departamento de bomberos o a la brigada de emergencia mientras que el llamador original tratara de suprimir el fuego con extintores.
5. Una combinación de estas acciones.

Todos los empleados deberán ser entrenados para reportar un incendio o derrame inmediatamente. Este entrenamiento deberá comenzar con una inducción al personal nuevo desde el primer día de trabajo y continuar periódicamente de forma regular, por lo menos una vez al año.

Si se reporta a un teléfono central en la planta, la persona que lo responda debe ser entrenada para reportar inmediatamente la emergencia al jefe de seguridad, al departamento de bomberos, y a la gerencia para implementar el plan, sonar las alarmas y ordenar la evacuación según el plan.

- Todos los trabajadores deben conocer el tipo de respuesta que se espera de ellos cuando suene la alarma (evacuar, combatir, etc); Deben tener muy bien definido que se espera de ellos y recibir un entrenamiento periódico, por lo menos una vez al año en las acciones que se espera que cumplan; Lo óptimo es llevar a cabo un simulacro anual. Si la planta es muy pequeña para que exista un teléfono central, o si se prefiere que se

llame a los bomberos directamente por los empleados que encuentren la emergencia, entonces se debe definir un procedimiento para que suene la alarma y se notifique a la gerencia tal situación.

Ovviamente que la alarma podrá hacer ambos trabajos si todo el personal esta bien entrenado y entiende el significado de las alarmas.

Procedimientos de evacuación

El plan de evacuación es la parte más importante del plan de emergencia ya que esta enfocado a la seguridad de los empleados. Este plan se debe preparar cuidadosamente y ser comprendido completamente por TODOS los trabajadores. Se debe revisar por lo menos una vez al año con todos los empleados y se deben realizar prácticas de evacuación.

Si la decisión es evacuar, entonces todos los empleados y visitantes DEBEN ser evacuados. El plan se debe de preparar de tal manera que sea muy claro para que se sepa que hacer y a donde ir por cada área de la planta. Este plan de evacuación por departamento debe estar por escrito y de alguna manera estar a la vista del personal en áreas críticas.

Este plan debe incluir :

- Las condiciones bajo las cuales el empleado debe ser evacuado
- Una descripción de las señales de evacuación que escuchara el empleado.
- Un mapa mostrando la ruta que debe seguir el empleado, incluyendo rutas alternas en caso de que la principal este bloqueada, y
- El sitio a donde el empleado deberá de reportarse y el nombre de la persona (monitor) a quien deberá reportarse. El punto de reunión puede estar en el exterior o en el interior de la planta, con tal de que esta área se encuentre aislada del humo, de los vapores tóxicos y que sea segura para los empleados.

El plan de evacuación debe designar a un empleado por departamento como monitor y nombrar a por lo menos otros dos como reemplazos para el caso de que el monitor no se encuentre presente cuando ocurra una emergencia. El monitor es responsable de asegurar que todo el personal que se encuentre en el área sea evacuado, incluyendo a los visitantes.

Muchas plantas requieren a los visitantes que firmen al entrar y al salir de la planta.

El monitor contara a toda la gente en su departamento y reportará al jefe de Seguridad encargado del plan global de emergencia para que actúe en consecuencia. Esta persona deberá estar en tal posición o jerarquía que pueda asegurar que se comience un rescate si una persona esta extraviada en el área de emergencia. El monitor deberá permanecer con el personal evacuado y actuar como punto de comunicación entre las fuerzas vivas de la emergencia en el lugar de los hechos y los empleados evacuados. Si la situación cambia, el monitor deberá guiar a los empleados a un lugar seguro y mantenerlos informados de los progresos de la emergencia.

Otra responsabilidad del monitor es la de parar todo el equipo crítico al evacuar su área; El equipo deberá ser dejado en condiciones seguras de tal manera de que este equipo no se convierta en otra fuente de emergencia.

El plan global de evacuación debe estar bajo la responsabilidad del jefe de Seguridad quien funcionará como coordinador en el lugar de emergencia. Esta persona recibirá los reportes de los monitores de los distintos departamentos quienes le informarán si alguien falta.

Este coordinador deberá mantener al tanto al monitor del status de la emergencia; Este coordinador también actuara como el contacto reconocido de los bomberos públicos y de los grupos de ayuda mutua. El plan también debe identificar quien será responsable de las tareas de rescate y primeros auxilios.

Entrenamiento en el uso de extintores

Para aquellas industrias que escojan la segunda y tercera opción será necesario que todos los empleados designados sean entrenados en el uso de los extintores e instruidos para evacuar si no pueden llegar a controlar el fuego rápidamente. El entrenamiento deberá ser semestral y podrá ser apoyado con la proyección de una película que muestre como funcionan los extintores.

El facilitar que los empleados practiquen en el uso de los extintores en pequeños incendios programados como práctica les dará la confianza necesaria para poder enfrentarse con una verdadera emergencia.

Es recomendable que los empleados sean entrenados para:

PRIMERO: Reportar el fuego

SEGUNDO: Tratar de extinguir el fuego con los extintores; y si esto falla, entonces

TERCERO: Evacuar el área.

6.4 Operación

Para que un plan de emergencia funcione correctamente es necesario que se designe a una persona como responsable de la seguridad.

Entre las responsabilidades de esta persona se incluye el aseguramiento de un correcto mantenimiento y pruebas constantes de todos y cada uno de los sistemas fijos de supresión, tales como los sistemas de rociadores y de gas halón, el entrenamiento en el uso de los extintores y entrenamiento en los simulacros del plan de emergencia.

La complejidad del plan dependerá de la situación particular de cada industria; Si el plan resulta complejo, entonces es recomendable que este plan de emergencia sea dividido en dos o tres fases; Y también dependerá de si existen o no brigadas de emergencia.

Fase 1:

Se refiere al reporte inicial del fuego y a las acciones tomadas inmediatamente después; Esta debe incluir los siguientes procedimientos: Llamar a los bomberos o a la brigada de emergencia, uso de los extintores o contención de derrames por los empleados en el área y la evacuación.

Un representante de la brigada, tal como el gerente del área involucrada, deberá actuar ante la emergencia y decidir si se requiere o no mayor acción. Si la emergencia es rápidamente controlada, entonces una persona se deberá ocupar de los escombros y la limpieza, y decidir cuando deberán volver los empleados a su lugar de trabajo, Y SIEMPRE INICIAR las investigaciones pertinentes.

Fase 2:

Debe cubrir las actividades de combate de incendio y retención de derrames por la brigada de emergencia, si existe.

Un representante de la brigada deberá asegurar que todos los empleados del área afectada sean evacuados seguramente y que la emergencia sea controlada rápidamente con el equipo y personal disponibles. Este representante quizás quiera notificar a otros responsables de otras áreas acerca de la emergencia.

Una vez que se ha controlada la emergencia, el procedimiento sera igual al de la fase 1.

Si los sistemas de supresión han sido activados, entonces se deberán tomar las acciones para revisarlos y dejar listo el sistema tan rápido como sea posible.

Fase 3:

Deberá entrar en operación si la emergencia no se puede controlar rápidamente por la brigada de emergencia y por lo tanto se necesita de un apoyo externo mayor.

En este momento la brigada deberá enfrentarse con todos los problemas asociados con la emergencia, hay que notar que esta fase 3 se podrá activar aún antes de que se llame a los bomberos, dependiendo del tamaño y efectividad de la brigada. Este comité deberá establecer un centro de operaciones y mantener una comunicación constante con el personal involucrado en el área. Este equipo se encontrará en una zona segura para que pueda tomar en cuenta y de manera eficiente todos los problemas que puedan ocurrir.

6.5 Requerimientos del Plan de Emergencia

La primera pregunta a responder es ¿ Que tipo de brigada de emergencia requiere la planta ?, ¿ Que tipo de riesgos necesitan ser controlados ? Si la brigada debe combatir contra fuegos incipientes o fuegos estructurales. Si ocurre un fuego, los riesgos presentados serán únicos a la planta o serán riesgos normales que pueden ser mejor controlados por los bomberos municipales. Por ejemplo, si la planta maneja grandes cantidades de químicos peligrosos protegidos con sistemas fijos de protección ó que requieren de grandes cantidades de espuma para extinguir, entonces la planta necesitará entrenar y equipar una brigada de emergencia para combatir un fuego estructural.

Si en la comunidad donde se localiza la planta no hay bomberos municipales o estos son inadecuados se deberá pensar otra vez en una brigada del tipo estructural. Si la planta es pequeña y se cuenta con un departamento de bomberos confiable, entonces lo adecuado sera tenerlos bien entrenados en el uso de extintores e Hidrantes.

Para una pequeña planta, de riesgo moderado a bajo, y que se localice en una comunidad con bomberos adecuados sera recomendable una brigada para combatir un fuego incipiente.

Al momento de decidir la opción a tomar, la administración de la planta debe considerar el nivel deseado de equipos fijos de protección, el número de empleados trabajando en la planta y que puedan combatir un fuego. Por ejemplo, puede ser que el número de acciones que se deben llevar a cabo en una emergencia puede ser que no se llegue a cubrir con el número adecuado de empleados; también hay que considerar el número de turnos que se trabajan y si la planta trabaja los fines de semana y días feriados, y el nivel de pérdidas que la compañía esta dispuesta a afrontar.

Mientras más y mejor entrenado sea el personal de combate mejores serán las oportunidades que habrá para limitar las pérdidas.

Un buen cuerpo de bomberos que este cerca de la planta y que reciba la alarma directa y automáticamente podrá responder rápida y eficientemente. Esto es particularmente cierto si los bomberos visitan la planta regularmente para familiarizarse con el tipo y localización de los peligros en la planta.

Otro punto es el considerar si los bomberos son profesionales o voluntarios y si estos voluntarios están disponibles todo el tiempo.

Después de decidir el tipo de brigada de emergencia que se necesita el próximo paso será el organizar esta brigada.

La Organización de la Brigada de Emergencia debe cubrir los siguientes puntos:

1. Estructura organizacional básica.
2. Tipo, cantidad y frecuencia de los entrenamientos.
3. Número ideal de los miembros de la brigada de emergencia
4. Funciones que deberá efectuar la brigada de emergencia.

Selección de los miembros de la Brigada de Emergencia

Los líderes de la brigada de emergencia deben tener algún conocimiento de combate contra incendio y derrame de líquidos. Lo más importante, deberán tener la habilidad y motivación de un líder, ya que su entusiasmo será el que determine que la brigada funcione eficientemente como un equipo.

Los miembros de la brigada pueden ser trabajadores voluntarios ó personas contratadas con el conocimiento de que algunas de sus responsabilidades estarán también con la brigada de emergencia. Deben de estar listos para dejar sus puestos de trabajo y poder permanecer en el lugar de la emergencia hasta que haya terminado todas sus responsabilidades. Los empleados seleccionados para la brigada deben tener un conocimiento adecuado del combate contra incendio, de químicos peligrosos usados en la planta, sistemas de protección en la planta, y el layout de la planta.

Todo el personal sirviendo de emergencia estructural debe de estar preparado físicamente para actuar en cualquier emergencia que se pueda presentar. Los trabajadores que se sepa que tienen antecedentes de ataques de corazón, epilepsia, ó enfisemas no pueden ser permitidos en las actividades de esta brigada a menos que un doctor certifique que el empleado pueda participar en un fuego estructural. Para asegurarse que cada miembro puede físicamente seguir formando parte de la brigada deberán someterse a una prueba física con los gastos pagados por la empresa por lo menos una vez al año.

La política de la brigada de emergencia requiere que todos y cada miembro mantenga un elevado nivel de capacitación. Esta política requiere además que los miembros asistan a sesiones de entrenamiento y que se les hagan exámenes anuales.

Es necesario que exista un período de prueba para todos los nuevos miembros.

Entrenamiento de la Brigada de Emergencia

Se deberá dar un entrenamiento suficiente a todos los miembros de la brigada el cual debe estar de acuerdo con las responsabilidades y funciones que deba realizar. tal entrenamiento y educación deberá darse a los miembros antes de que realicen cualquier actividad de emergencia.

El entrenamiento y educación debe ser frecuente para asegurar que cada miembro del equipo pueda cumplir de manera satisfactoria y en una forma segura con las tareas y funciones asignadas de tal manera que no ponga en peligro a otros miembros de la brigada o a otros empleados; Estos entrenamientos deben ser anuales como máximo.

Si la brigada debe realizar un fuego estructural, entonces el entrenamiento mínimo deberá de ser trimestral.

El empleador deberá informar a todos los miembros de la brigada de emergencia de los riesgos especiales que pueden enfrentar, tal como

almacén y uso de líquidos y gases inflamables, químicos tóxicos, fuentes radiactivas y sustancias reactivas al agua.

Si la brigada de emergencia tiene que trabajar con materiales peligrosos, entonces debe haber un entrenamiento específico para manejar estos materiales. La naturaleza del entrenamiento de la brigada de emergencia estará determinado por el tipo de brigada escogida, incipiente o estructural, y del tipo de equipo disponible. Los tipos de materiales peligrosos presentes también influirán en el entrenamiento; Entre la información que debe incluirse en el programa de entrenamiento tenemos el siguiente:

- La primera fase de cualquier programa deberá empezar con una discusión de lo básico. Discutir que es un fuego, incluyendo el triángulo del fuego, la química del fuego, la toxicidad del humo, y los tipos de fuego posibles que se puedan encontrar en la planta.
- Incluir una lista de líquidos inflamables y combustibles que se almacenan o se usan y discutir como deben de ser protegidos. Describir los métodos de almacenamiento, identificar cualquier riesgo especial, tal como papel enrollado, aceite bajo presión, algodón, etc.
- Revisar los tipos de construcción encontrados en la planta y los problemas asociados al combatir cada uno. Cada estructura requiere de una técnica de combate diferente.

La siguiente fase del entrenamiento debe enfocarse a los tipos de equipos disponibles para usarse in situ. Este entrenamiento debe incluir una explicación de como funciona cada parte del equipo y las técnicas usadas para maximizar el potencial del equipo.

Así también discutir sobre los extintores disponibles, su clase, las ventajas y desventajas de cada uno, y cualquier situación que pueda ser peligrosa en el uso de los extintores; El mismo caso será para las bombas contra incendio y el uso del equipo de protección personal, tales como mascararas para respirar, botas, guantes, lentes, etc.

Cada miembro de la brigada debe probar y demostrar que conoce el uso del equipo.

La fase 3 del entrenamiento consiste en una práctica real con el uso del equipo disponible. Parte de esta práctica debe incluir técnicas y respuestas adecuadas de como operar cada pieza de equipo disponible, mientras que otra parte de la práctica debe ser el de usar el equipo en fuegos y derrames reales en campos de entrenamientos adecuados.

La últimas fase del entrenamiento debe cubrir el equipo de supresión automática disponible, incluyendo el enseñar como funciona dicho equipo, como se mantiene, como ayuda y que acciones tomará la brigada de emergencia para el uso de este equipo.

Se debe establecer y seguir rigurosamente este programa de entrenamiento.

La Dirección de la planta debe involucrarse y dejar disponibles a los miembros de la brigada para que estos entrenen. El entrenamiento debe ser muy bien planeado para optimizar el tiempo y llevarse a cabo por lo menos trimestralmente.

Para las brigadas estructurales es recomendable un entrenamiento mensual.

Nota final de entrenamiento:

Afortunadamente no será necesario usar muy seguido a la brigada por lo que sera importante mantener un espíritu alto; Ayuda el que los miembros se ocupen del mantenimiento del equipo, pero lo mejor sera cuando la Dirección General reconozca los esfuerzos y dedicación de esta gente. Hay muchas maneras para reconocer a sus miembros, incluyendo una cena anual, un indicativo especial como una chamarra, reportes en los periódicos de la empresa, o cualquier otro método de reconocimiento que les de orgullo de ser parte de esta función tan importante.

Equipo de la Brigada de Emergencia

El equipo necesario para llevar a cabo las funciones de la brigada de emergencia, incluyendo al equipo de protección personal, debe ser proporcionado a los empleados sin costo alguno.

El equipo debe inspeccionarse por lo menos una vez al año para asegurar que se encuentre en condiciones seguras de operación. Los extintores portátiles y mascararas de respiración deben inspeccionarse una vez al mes, y cualquier equipo que sea dañado o inservible debe ser separado y reemplazado.

HAY QUE INSPECCIONAR TODO EL EQUIPO MENSUALMENTE

Después de cualquier incidente, el equipo deberá ser limpiado.

El Plan de emergencia siempre debe estar por escrito y ser del conocimiento de todos los empleados.

Cap. VII EL RESPONSABLE DE LA SEGURIDAD

El papel que juega la seguridad en una organización depende básicamente de la filosofía de la Administración General.

Por un lado tendremos a aquellas compañías que consideran a la seguridad como un mal necesario y que ayuda a reducir las primas que pagan al seguro; De esta manera la seguridad será relegada a una parte insignificante de la organización, haciendo que su presencia carezca de poder y por rutina los costos de las pérdidas serán pasadas y absorbidas por los clientes.

Los encargados de la seguridad son percibidos como unos quejosos cuando presentan avisos acerca de posibles desastres y por lo tanto la necesidad de gastos y precauciones adicionales. Pero, si ocurre un siniestro, estos serán criticados por no haber previsto los suficientes avisos y precauciones.

Por otro lado encontramos a aquellas empresas que miran la seguridad como una parte integral de la Administración; los riesgos, pérdidas y sobrevivencia de la empresa son puntos primordiales. Los encargados de la seguridad y prevención de riesgos son vistos como profesionales que pueden contribuir al beneficio y utilidad de la compañía.

El cambiar la impresión negativa de la administración puede ser una tarea monumental y a veces, desafortunadamente, solamente una pérdida sería e importante podrá hacer ver a la administración el valor que representa la seguridad.

Un aspecto importante es demostrar que la seguridad es **UN CENTRO DE UTILIDAD**. Esto se puede hacer demostrando que el dinero invertido en la seguridad tiene un retorno en la inversión. La administración se volverá más receptiva cuando la seguridad y la prevención de pérdidas sean explicadas en términos financieros.

La administración puede ser definida como el proceso por medio del cual se coordinan los recursos (humano, dinero, máquinas, material, etc) para lograr una meta específica. A continuación veremos tres formas distintas de analizar a la administración:

- Ciencia de la Administración:

El padre de la ciencia de la administración es Frederick Taylor (1856 - 1915) el cual argumento que son los empleados, y no las máquinas, la causa de la ineficacia.

- El ciclo de la Administración:

Henri Fayol (1841 - 1925), un Ingeniero Francés, fue el primero en proponer una serie de principios de administración y daba una serie de guías para una administración satisfactoria. Fayol también desarrollo un círculo de administración que se repite continuamente conforme el administrador hace su trabajo: 1) Planear, 2) Organizar, 3) Dirigir, 4) Coordinar y 5) Controlar.

- La Ciencia del comportamiento:

Elton Mayo (1880-1949) de Harvard, es el padre de la teoría de administración de las relaciones humanas. El ahora famoso efecto Hawthorne nos muestra que la productividad incrementa si se da una atención especial a los trabajadores. Consecuentemente la administración debe ser sensible a la necesidad de sus empleados.

Al inicio de los años 50's, el psicólogo Abraham Masbur (1908 - 1970) publico su famosa jerarquía de necesidades:

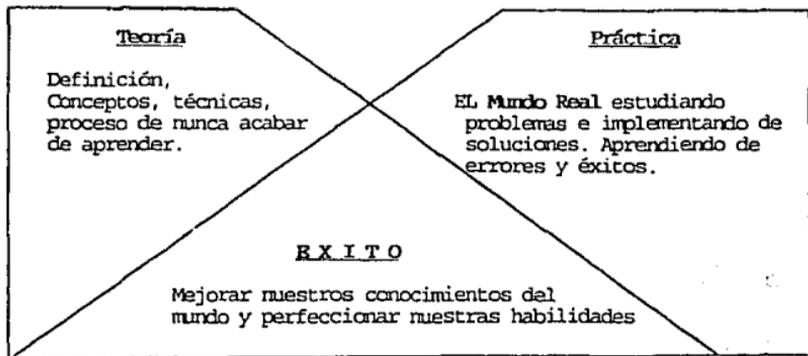
1. Necesidades Básicas fisiológicas: Comida, ropa, abrigo
2. Necesidades de Confort y Seguridad: Seguridad de daño físico ó fisiológico.
3. Necesidades de la Sociedad: Amor y amistad
4. Necesidades de estima y status: Reconocimiento y respeto
5. Necesidades de auto-utilización: Desarrollo pleno de nuestro potencial.

Concluyo esencialmente que la administración puede hacer mucho para satisfacer las necesidades humanas y así incrementar la productividad.

Pero, como es que uno adquiere la habilidad y destreza para convertirse en un éxitos administrador ?

Mucha gente piensa que la respuesta radica en la educación formal; Otras ven a la experiencia como la ruta del éxito.

La mejor vía es una integración de teoría y práctica y que se complementen entre ellas. Las teorías son los cimientos de muchas estrategias aplicadas en el mundo real; Y las teorías nos ayudan a comprender, utilizar y evaluar la experiencia práctica. (ver figura)



Integración de Teoría y Práctica.

7.1 Responsabilidades y Objetivos

Quando un administrador asume el liderazgo contempla las responsabilidades de proporcionar información para la toma de decisiones, inducir acciones convenientes y realizar un seguimiento tan competente y enérgicamente como sea necesario para asegurar los logros deseados. El o ella se comprometen en la absorbente labor de dirigir. Este concepto significa que uno puede cumplir con el trabajo de dirigir sin tener un puesto de línea en la organización y que esté convencionalmente asociado con la dirección. Por lo tanto, un elemento del cuerpo administrativo que fomente la acción basada en hechos bien ordenados tendrá una autoridad única. Un Jefe de Seguridad puede exceder el control que se relega a la organización de línea puesto que puede aprovechar esa fuerza de manera efectiva.

Dicho de otra manera, la autoridad del conocimiento puede ser más firme que las facultades del mando por sí mismas.

En este caso, la administración de la seguridad se diferencia de la simple conducción eficiente de programas de seguridad. La programación de la seguridad conlleva diversas consideraciones y detalles que en realidad necesitan un enfoque ordenado para su cumplimiento. Sin embargo, es posible que aún cuando los programas de seguridad se conducen de manera consciente estos no produzcan los resultados esperados. La aplicación de medios persuasivos, como los que se encuentran en la práctica de la administración competente esa menudo escasa. La persuasión es esencial para cumplir objetivos cuando se necesita la participación concertada de otros, como suele ser el caso cuando se busca un buen nivel de seguridad.

Objetivos:

- Humanitario:

El objetivo principal del trabajo de seguridad es el de evitar accidentes personales y la muerte. Cuando se presentan lesiones, la mayoría de los encargados de la seguridad sienten una preocupación muy personal, sobre todo si el accidente pudo haberse evitado. Sin embargo, el mejor programa de seguridad no eliminará todos los accidentes. Excluyendo por el momento el efecto de las lesiones en los costos operativos o de producción de una compañía, hay por los menos otras tres consecuencias que resultan debido a accidentes personales:

La primera y más importante es el sufrimiento inmediato de la persona que ha resultado herida. Segundo, la posibilidad de alguna lesión de tipo permanente y por último los efectos económicos de las lesiones sobre los trabajadores y sus familias.

- Reducción de costos:

El segundo objetivo general del trabajo de seguridad consiste en reducir costos de producción u operación. La reducción de costos como finalidad, se orienta a las pérdidas ocasionadas por daños a la propiedad y por

dificultades en la producción, así como a los aspectos correspondientes a los accidentes.

La estabilidad del personal es vital para la eficiencia de la producción; La producción por persona o por departamento se acelera cuando los trabajadores conocen su trabajo y se desarrollan en un trabajo de equipo. Los accidentes interrumpen estos procesos ordenados.

- Resultados Intangibles:

Pueden lograrse ganancias intangibles que no parecen susceptibles ni siquiera de una medición aproximada. Las ganancias intangibles tienen ciertamente un efecto sobre los beneficios, e incluso sobre la capacidad de una firma para continuar su existencia. Su importancia se comprueba a través del costo de producción por unidad, por la calidad y cantidad de esta, y por el volumen de las ventas. Las dos intangibles primordiales corresponden a la moral y a las relaciones públicas.

MORAL:

Una frecuente repetición de accidentes significa que los trabajos de producción escapan a todo control, esto nos sugiere que la gerencia es o incompetente o despreocupada en relación con sus trabajadores. Ninguna de las dos explicaciones ayuda a considerar como eficaz la dirección del negocio. Los trabajadores siguen de mejor gana a personas a las que tienen confianza, tanto en propósitos como en relación con su capacidad.

Una compañía con un mal record de accidentes encuentra que le será más difícil contratar y retener a sus trabajadores ya que se correrá la voz de que en la empresa se producen muchos accidentes, y los posibles empleados se sentirán renuentes, a menos de que se les ofrezcan otras compensaciones. Esto implica salarios mas elevados y menos horas de trabajo.

RELACIONES PUBLICAS:

Los negocios van adquiriendo cada día mayor conciencia y dando más importancia a lo que piensan de ellas el público en general. Un buen record de seguridad es una buena propaganda. Puede también desempeñar un papel menor en la promoción de la confianza del público en relación con los productos de la empresa. Si esta no puede controlar la producción y evitar accidentes, un resultado natural será el poner en duda si su control sera adecuado para asegurar una alta calidad en el producto.

7.2 PERFECTI

En general se mantiene la opinión que con la designación de un jefe de seguridad, las responsabilidades de la organización para controlar los riesgos pasan a ser responsabilidades del jefe de seguridad. Esta idea

decididamente es equivocada. No solo eso, la influencia de tal idea sobre los logros de la seguridad resulta destructiva. El jefe de seguridad debe tener a su cargo la organización, el estímulo y la guía del programa de seguridad, a la vez que se mantiene al día en todos los temas relativos a la seguridad, con el fin de poder actuar como consultor para cualquiera de las personas implicadas en el trabajo. En esa capacidad las funciones del jefe de seguridad como integrante de la dirección es la adecuada, sin poderes administrativos sobre los componentes operativos de la organización.

Es bajo la jurisdicción de los funcionarios jerárquicos donde tienen lugar las actividades que pueden traducirse en accidentes, cuando los riesgos no son adecuadamente controlados. La fuerza del jefe de seguridad radica en la posibilidad de utilizar hechos bien manejados y que lleguen a persuadir los gerentes a actuar en pro de la seguridad.

La educación y la experiencia de las personas que actúan como jefes de seguridad es considerable en estos momentos.

Muchos jefes de seguridad son graduados en Ingeniería. No ha sido, sin embargo, costumbre considerar que un programa especial sea la fuente de conocimientos de los responsables de seguridad. Un número importante de ellos adquiere su entrenamiento llevando a cabo estudios al nivel de maestría en uno de varios programas especiales de seguridad industrial.

Otros incluyen algunos cursos que les den los antecedentes y la comprensión necesarios sobre los cuales desarrollan un conocimiento más amplio en este terreno.

Conocimientos Específicos:

- 1) Conocimiento de los riesgos, de las técnicas y de los principios de seguridad:

Cuando la seguridad constituye solamente parte de los deberes de una persona que sobre todo está ocupada en otros trabajos, cuanto más perfecta sea su comprensión de los principios de seguridad, tanto mejor será el resultado de su trabajo.

En general es más importante para el jefe de seguridad saber las técnicas de seguridad, que un conocimiento de los procesos de trabajo de la industria, en la cual (esta trabajando, si es que no es posible contar con ambos tipos de conocimientos desde el principio de su tarea.

- 2) Conocimientos de Ingeniería:

Existen algunas diferencias de opinión en cuanto a la importancia que pueda tener un conocimiento previo en el terreno de la ingeniería.

Indudablemente supone una ventaja real, siempre que no se logre a costa de los demás conocimientos necesarios.

El diseño de máquinas, procesos y productos corresponderá a las personas que son contratadas para dicho trabajo. Es más importante para el jefe de seguridad estar capacitado para trabajar con los ingenieros, que el estarlo para realizar el trabajo de ellos. La capacidad para expresarse en el idioma del ingeniero y para leer planos, y con base en entrenamiento y experiencia, tener algún conocimiento de los procesos de trabajo en la industria en la que está empleado, son valores de gran importancia, que pueden situarse junto a los correspondientes conocimientos de ingeniería.

3) Conocimientos en Administración de Empresas:

El jefe de seguridad puede hablar con mayor eficacia con sus superiores, especialmente con aquellos a los que debe de informar, y con los diversos departamentos de la compañía, si tiene una clara comprensión de como todos ellos están reunidos en un plan general, y conoce los problemas que están dispuestos a enfrentar en conjunto.

Es ventajoso para el poder expresarse en el idioma del contador, y es importante conocer los principios de la estructura organizativa y operativa de un negocio.

Pero repetimos que este conocimiento es más bien una ayuda que algo indispensable.

Las actividades de seguridad incluyen por lo general:

1. Creación y administración del programa de seguridad de la Compañía:
 - a) Creación de un programa de emergencia completo
 - b) Estimulo para la coordinación del trabajo de los demás.
 - c) Tomar la iniciativa en el establecimiento de reglamentos de seguridad.
2. Inspección para localizar tanto las condiciones como las prácticas inseguras.
3. Investigación de los accidentes, particularmente los mas graves.
4. Vigilar para que se tomen acciones correctivas para evitar la repetición, y si es posible para prevenir que se produzcan, en primer lugar.
5. Mantener al día informes acerca de lesiones y enfermedades en el trabajo.
6. Analizar los informes en busca de indicios que sirvan para prevenir enfermedades y accidentes en el futuro.
7. Preparar informes para distintos miembros de la gerencia sobre la situación actual de la seguridad de la compañía justificando las medidas de seguridad.
8. Hacer estudios de higiene, para descubrir y corregir situaciones tales como una indebida concentración de polvo.
9. Consultar con las agencias gubernamentales y las compañías de seguro lo relacionado con los problemas de seguridad.
10. Supervisar la obtención y distribución de equipo de protección personal.
11. Publicar materiales relativos a la seguridad.
12. Comprobar la forma en que la Compañía se ajusta a los reglamentos federales, Estatales y locales en relación con la

- seguridad y la salud.
13. Comprobar los aspectos de entrenamiento en seguridad, y ayudar cuando así convenga.

Características Personales:

1) Conocimiento del trato con el personal:

El jefe de seguridad tendrá que tratar con personas en todos los ámbitos de la compañía, por lo común bajo la forma de consejo y persuasión, más que mediante ordenes. Junto con la tendencia extrovertida será de gran importancia el interés en el prójimo y la simpatía hacia él.

2) Entusiasmo, Empuje y perseverancia:

Un jefe de seguridad siente un entusiasmo contagioso por su trabajo, entusiasmo que comunica a aquellos con los que mantiene un contacto diario.

Este entusiasmo no es difícil de mantener, debido a que la seguridad es un trabajo que llega a poseer al que lo practica. Los resultados son casi siempre tan fáciles de contemplar, y tan benéficos para todos, que el que trabaja en seguridad considera el suyo un trabajo humanitario, además de ser necesario como parte del proceso de producción, y una tarea práctica acerca de la cual sabe realizar una función.

Sin embargo, el jefe de seguridad debe tener la energía y el empuje necesarios para no interrumpir su esfuerzo por lograr lo que desea. Cuando encuentre que hay algo que funciona mal, tendrá que hacer una sugerencia aquí, escribir un informe para alguien, presentar una nueva idea ante el comité, y solo después de haber sido rechazado dos o tres veces, lograr por fin que la gente importante de la empresa participe de su manera de pensar.

3) Capacidad para aceptar nuevas ideas y puntos de vista:

El jefe de seguridad no debe ser el tipo de persona que deje que las cosas funcionen como sea hasta verse obligado a tomar las medidas necesarias. Debe ser un estimulador de los demás.

4) Capacidad para conseguir que los otros hagan el trabajo:

El trabajo organizativo de seguridad que es más efectivo y que tiene los efectos más duraderos es el que se realiza mediante el esfuerzo de los demás. El jefe de seguridad debe conocer a las personas con las que trabaja y para las cuales trabaja. Cualquiera que sea el método utilizado, la participación de los demás les da un cierto derecho en cuanto al programa de seguridad, lo que con frecuencia aumenta su interés en el mismo. Cuando esto se realiza con tacto puede ser de gran provecho al

tratar con los ingenieros de la planta, los ejecutivos y los trabajadores.

7.3 Nivel dentro de la organización.

Los programas de seguridad realizan ciertos pasos lógicos, que suelen ejecutarse en el orden siguiente:

1. Asegurar la Participación de la Gerencia:
Lograr un compromiso y respaldo altamente visible de la gerencia para con la seguridad, esto es considerado como el elemento indispensable.
2. Organizar para Obtener logros:
Se espera que el jefe de seguridad clasifique hechos y recursos, incluyendo al personal, con lo que formara un esfuerzo coordinado.
3. Detallar el plan de Operación:
El objetivo, políticas, normas y reglamentos de seguridad de la Compañía, y el método elegido para su implementación deben comunicarse a la iniciación del programa. Así mismo, a todos los participantes se les deben dar a conocer las revisiones posteriores que se hagan al plan.
4. Inspeccionar Operaciones:
Las inspecciones de la planta ofrecen información relacionada con las condiciones que se corregirán y la evaluación sostenida del progreso logrado.
5. Considerar revisiciones de Ingeniería:
Se espera que las correcciones comiencen con la consideración de medios para eliminar riesgos físicos.
6. Utilizar protecciones y dispositivos de protección como último recurso:
Si las revisiones de ingeniería no son posibles, o estas no cumplen con el objetivo de seguridad, se deberán utilizar suplementos para ofrecer protección contra la exposición.
7. Ofrecer Educación y Capacitación:
La conciencia y el desarrollo de la motivación son ingredientes necesarios en el remedio de accidentes y enfermedades controlables.

El Departamento de Seguridad:

El Jefe de Seguridad será un representante de la gerencia general. El gerente de operaciones es el responsable del manejo de la seguridad de la organización. El jefe de seguridad genera la información que se precisa, la cual permite que el personal de línea ejerza su autoridad en forma efectiva y en beneficio de la seguridad.

Dicho de otra manera, los ejecutivos y gerentes serán improvisados ó eficientes en sus actitudes hacia la seguridad dependiendo de la postura

exhibida por sus ejecutivos superiores, quienes a su vez son influidos por la información que dispongan sobre seguridad.

La posición de la función de seguridad en una organización varía. En algunos casos los jefes de seguridad son responsables directamente para con un miembro de la alta gerencia, como el presidente, vicepresidente, gerente general, etc. En otros casos reportan al gerente de la planta o al director de relaciones industriales o gerentes de personal.

Un estudio realizado por la American Society of Safety Engineers indico que la experiencia de seguridad es apreciablemente más óptima cuando el jefe de seguridad reporta directamente a la alta gerencia.

En cualquier caso, el director de seguridad debe mantener una posición de tal estatura que los canales de toma de decisión en la organización siempre le estén abiertos.

Aunque la responsabilidad real de la seguridad corresponde a la gerencia de línea, y aun cuando los gerentes son los que llevan a cabo realmente la seguridad en una organización, muchas industrias han establecido departamentos, cuyos miembros trabajan exclusivamente para el logro de la seguridad. En estos casos aumenta la función de la seguridad. Algunas fábricas dan autoridad unilateral sobre varios aspectos importantes al jefe del departamento de seguridad. El jefe de seguridad puede, por ejemplo, cerrar tareas y operaciones que se consideran arriesgadas, o designar los controles de riesgo que han de ser utilizados en cargos y operaciones. Constantemente llevara a cabo la revisión final de los planos de nuevas ampliaciones, renovaciones y procesos en relación con la operación de los equipos, para determinar su efectividad respecto a la seguridad. En tales casos la ausencia de su aprobación bloqueará los pasos sucesivos que pudieran darse.

Aun cuando es cierto que tal autoridad parece ventajosa en relación con la seguridad, ya que tiende a lograr una pronta acción correctiva, es poco frecuente que pueda ser implementada en forma absoluta. Con frecuencia los problemas de riesgo están asociados con una gran complejidad de factores operativos. En tales casos los gerentes de línea se opondrán a las decisiones unilaterales del jefe de seguridad cuando resulte que los objetivos operativos (beneficios, producción, etc) pueden verse comprometidos. El departamento de seguridad dominara la situación en tal caso únicamente cuando los datos que reúna indiquen claramente la prudencia de su decisión. En tales casos un departamento de seguridad tendrá una influencia análoga, aunque no tenga autoridad sobre las operaciones, ya que la prudencia de las decisiones operativas dependerá siempre de la calidad y persuasión de la información disponible en el momento de tomar la resolución. Independientemente de la autoridad de que se revista al departamento de seguridad, la aplicación de la disciplina sigue siendo función de la gerencia de línea. En otras palabras, la persuasión de los hechos referentes a un asunto de seguridad es más importante para tomar una decisión de seguridad que simplemente la autoridad que pueda ejercerse.

Otra razón por lo cual pueda no ser muy importante que el especialista de seguridad tenga o no autoridad para interrumpir el trabajo cuando la operación sea arriesgada, es esta. Si el jefe de seguridad notifica

oficialmente al gerente al cargo de una operación que la actividad en cuestión debe ser detenida inmediatamente porque presenta riesgos, aquel gerente normalmente dudará en aceptar la responsabilidad personal de proceder en contra de un aviso que le ha sido dado y registrado. Sin notificación oficial, el gerente tal vez hubiera resuelto continuar aun teniendo conciencia de los peligros, pero hacerlo en contra del consejo del experto sería culpa grave en el caso que ocurriesen accidentes u otra clase de daños.

Tamaño Del Departamento de Seguridad

El número de personas dedicados en tiempo completo a promover la seguridad varía, por supuesto, con el tamaño de la compañía y la naturaleza de sus actividades. No todas las diferencias que se pueden encontrar entre las industrias son justificables.

En ocasiones se da como regla empírica la que debe contarse con un jefe de seguridad de tiempo completo por cada 2,000 empleados. Sin embargo, esto constituye una indicación muy general, ya que la naturaleza de las operaciones, el dispositivo de la fábrica, y la amplitud en que se desee ayudar a los encargados de línea en sus responsabilidades de seguridad cambian radicalmente las exigencias.

Empresas Pequeñas

Si el dueño o un ejecutivo importante de una empresa pequeña aprecia el valor del trabajo de seguridad y conoce en cierta medida las técnicas de prevención, esta en la posibilidad de lograr un record excelente, a causa de su contacto íntimo con los trabajadores, por su conocimiento con todo lo que esta ocurriendo, y por el hecho de que cualquier cosa en la que el gran jefe esté interesado, habrá de recibir seria atención por parte de sus subordinados.

Por lo anterior vemos que puede haber una amplia variación en cuanto al lugar del departamento de seguridad en la estructura organizativa de la compañía. Esto no quiere decir que la posición del departamento de seguridad en el conjunto total organizativo de la compañía no sea importante.

Principios en cuanto al Emplazamiento de la Seguridad

En primer lugar, el jefe de seguridad debe responder a alguien lo suficientemente alto en la organización para que sus decisiones sean respetadas y tengan gran influencia en toda la empresa, particularmente en los departamentos de producción, en donde ha de llevarse a cabo lo más intenso del trabajo de seguridad. Es la suya una posición en la dirección de la compañía, y la mayor parte del trabajo efectivo de seguridad debe ser realizado por personas sobre las cuales el ingeniero de seguridad no tiene autoridad alguna.

El segundo principio es: que el ejecutivo al que informa el jefe de seguridad debe tener realmente un interés serio en la seguridad.

No es poco frecuente que, a un ejecutivo capaz, al que se asigna la responsabilidad de algún problema del cual no conoce nada, consagre su entusiasmo y energía acostumbrado a dicho problema, hasta quedar perfectamente interesado en aquel nuevo terreno.

Un tercer principio sería el que a la persona bajo la cual se sitúa la responsabilidad del trabajo de seguridad, sea el encargado de las personas y los procesos en que ha de tener lugar la mayor parte de la actividad promotora de la seguridad. Sobre esta base es mucho mejor que la responsabilidad de la seguridad corresponda a un gerente de taller, o a un gerente de producción a que recaiga sobre el contador, por ejemplo.

Quando se acepta el punto de vista de que la seguridad es una parte normal del proceso de producción, y que una planta segura es aquella en la cual la producción y las demás operaciones están bien controladas, resulta más lógico hacer que el responsable de la seguridad informe directamente a la persona a cargo de dichas actividades de producción.

Los jefes de seguridad más exitosos serán aquellos que tengan conocimientos, que sean respetados y que sean persuasivos. Incluso cuando tienen autoridad suficiente para interrumpir una operación, usan aquella en forma muy prudente.

Quando el jefe de seguridad goza de la confianza de un ejecutivo importante es en general respetado, y la amplitud de su autoridad específica carece realmente de mucha importancia.

7.4 Relación con otros Departamentos

Corresponde a los jefes de toda organización el revisar y aprobar por lo menos los objetivos de largo alcance. Un consejo de Directores puede adoptar una actitud positiva y activa al plantear la estructura básica y los principios de acuerdo con los cuales van a realizarse los trabajos.

En ocasiones, una persona, ya sea el Presidente del consejo de Administración, puede controlar a toda la organización. En otros pueden ser un comité compuesto de la gerencia principal, y, en primer lugar, los jefes de las divisiones funcionales, los que establezcan la política principal de la empresa.

Uno de los objetivos más importantes para la operación es la seguridad. Actualmente son muchas las industrias las que hoy en día afirman que sus tres primeras preocupaciones son: La Seguridad, La Calidad y la Producción, respectivamente.

Los dirigentes de una organización deben de tener conciencia que los accidentes son costosos. No solamente se incurre en costos médicos e indemnizaciones, sino que en el trabajo constructivo se pierde un tiempo valioso a la vez que se producen daños en la propiedad.

Los que tienen a su cargo el control final de la organización deben considerar las medidas de seguridad en el trabajo, establecer las normas para realizarlo como una parte de una cooperación justa entre el trabajo y la sociedad. Cuando se producen accidentes graves, los jefes de la organización son los responsables, no importa cuales otros en la jerarquía tengan la culpa de los hechos.

El Ejecutivo en Jefe

Una vez que se ha planteado el problema de una seguridad adecuada como uno de los requisitos, la responsabilidad para lograrla corresponde al ejecutivo en jefe de la organización. Esto no significa que la principal preocupación de los jefes sea la seguridad. Es evidente que, excepto en los casos en que la experiencia en relación con los accidentes resulta notoriamente grave, los jefes de la organización prestan la mejor de su atención a otros problemas, considerando a la seguridad como una de las muchas funciones que debe atender para lograr el éxito.

El ejecutivo en jefe responde, en última instancia, de los malos resultados, si estos se producen.

Un concepto relativamente reciente es el de gerente de riesgos de la Compañía. Este suele ser un ejecutivo importante cuyas responsabilidades tienen que ver principalmente con la limitación de los impactos fiscales de daños calculables.

El interés crítico del gerente de riesgos esta en obtener contratos de seguro adecuados para cubrir las posibilidades de perdidas que, si ocurrieran, amenazarían la posición financiera de la Compañía.

En una fabrica es vital que el Director de Producción o la persona a cargo de la producción, este en perfecta armonía con los programas de seguridad.

Departamento de Ingeniería de Procesos

Un proceso no puede ser considerado seguro si necesita que el empleado, para no incurrir en una lesión, ejerza una diligencia continua, estando constantemente alerta y preocupado por la seguridad. Los lugares de trabajo, talleres y procesos, deben ser creados desde el punto de vista de ingeniería con el concepto Primero La Seguridad.

Siempre que sea posible, las máquinas y los procesos deben ser planeados, dispuestos y protegidos con el fin de excluir la posibilidad de un accidente. Incluso entonces habrá necesidad de que todo lo que pueda realizarse para motivar, instruir y controlar a los empleados con el propósito de evitar que incurran en actos poco seguros.

Sería un gran error, por parte del Dpto de Ingeniería, el considerar que la operación segura de la máquina corresponde al Jefe de Seguridad, o que su misión consiste en diseñar únicamente la máquina o el proceso que ha de realizar el trabajo, entregándolo a continuación al Ing. de Seguridad. La tarea de diseñar máquinas y procesos seguros debe ser realizada por los ingenieros, los fabricantes y los miembros de la línea en la división de producción.

Al establecer normas de tiempos, a la vez que de métodos, deben ser tomados en cuenta los factores de seguridad.

Control de Producción

Por lo general este departamento tiene menos que hacer en relación con la seguridad pero debe tener conciencia que sus programas y planeación deben ser realizados con las necesidades de la seguridad en mente.

Ninguna secuencia de operaciones debe ser planteada ni ha de dar lugar a un trabajo en condiciones de inseguridad. No debe haber interferencias en el trabajo entre los programas de producción y los esfuerzos en pro de la seguridad.

Mantenimiento

El trabajo del Departamento de Mantenimiento tiene suma importancia en la prevención de accidentes. El jefe de este Departamento debe tener a su cargo la responsabilidad de ver que el trabajo del departamento se realice siempre con la idea de que no ha de permitirse que existan riesgos temporales, y que uno de sus mayores objetivos debe ser el mantener en la planta un nivel de seguridad óptimo para el trabajo.

Veamos algunas de sus funciones y la medida en que su trabajo afecta la seguridad de los demás.

1. Construcción y Mantenimiento del Edificio:

Las reparaciones en albañilería, en las amazonas de acero y madera, deben ser planeados no solamente con la intención de lograr una economía a largo plazo, sino teniendo el principio de que no debe permitirse que nada se deteriore hasta el extremo en que llegue a convertirse rápidamente en una situación de riesgo. Por otra parte, la reparación debe ser planeada en forma tal que se produzca un mínimo de interferencia con la producción. Deben tomarse medidas para que cualquier sector peligroso quede bloqueado.

2. Equipo Mecánico:

Una lubricación adecuada, el alineamiento y ajuste, no solamente se traducen en una vida mas prolongada de la maquinaria, y menos tiempo perdido, sino en una reducción en accidentes.

Hay dos etapas o grados de seguridad en cuanto al funcionamiento del departamento de mantenimiento. Uno de ellos es pasivo, y en el los empleados del mantenimiento prestan plena cooperación al jefe de seguridad de la compañía, atendiendo inmediatamente todos los requisitos y peticiones de seguridad. Este nivel constituye un mínimo esencial, aunque debe reconocerse que el departamento de mantenimiento deseará con frecuencia discutir algunos puntos con el ingeniero de seguridad y sugerir una alternativa para una recomendación que le haya sido hecha, a cual el ingeniero de seguridad la puede encontrar plenamente satisfactoria. El segundo, y mejor nivel, es el de una mente activa con

respecto respecto a la seguridad. En esta etapa los trabajadores de mantenimiento reciben considerable entrenamiento para la seguridad y están constantemente alertas en busca de situaciones de peligro.

Para el mantenimiento del equipo eléctrico es evidente la necesidad de emplear trabajadores que conozcan los peligros potenciales de dicho equipo y que estén entrenados para no correr ellos mismos algún riesgo, manteniendo el equipo en buenas condiciones, de tal manera que los trabajadores que laboran en su proximidad no puedan resultar dañados por ignorancia o error.

El mantenimiento general de una planta constituye, por supuesto, una clave evidente en relación con las preocupaciones de seguridad de la empresa que se trate. Los pisos muy limpios, los pasillos sin escombros, el equipo para combatir los incendios, y todas las demás herramientas y suministros en sus lugares designados, son muestra de una operación segura. Allí, por supuesto, el servicio de mantenimiento comparte su responsabilidad con el supervisor. Además de los riesgos directos, consecuencia de la falta de limpieza, un ambiente limpio y ordenado promueve el cuidado de los trabajadores.

Investigación y Desarrollo

Hay ocasiones, indudablemente, en que se idea un nuevo proceso de producción sin pensar mucho en el aspecto de seguridad, resultando más tarde que es un problema difícil el hacerlo adecuado para su uso por los empleados. La investigación de procesos debe tener en mente, de manera continua, que el hacer a un proceso totalmente controlable y seguro es solamente un aspecto de hacerlo práctico. Puede haber también muchas ocasiones en que el conocimiento y las instalaciones de un departamento de investigación permitirán resolver el problema de eliminar un riesgo que ha tenido preocupados al Director de Seguridad y a los departamentos de operación.

Contraloría, Tesorería y Contabilidad

El trabajo de estos departamentos puede parecer muy alejado de cualquier responsabilidad respecto a la seguridad, pero todos ellos pueden realizar, en pro de la misma, importantes contribuciones de dos maneras. En primer lugar, y en forma muy evidente, el contralor, al aprobar los presupuestos, debe considerar como plenamente justificables en principio los gastos orientados a la seguridad, lo mismo que los dedicados a cualquier otro aspecto del negocio. A menos que quienes tienen la responsabilidad de hacer los presupuestos aprecien la importancia del control de los accidentes, corren el riesgo de hacer cortes peligrosos cuando la atención se orienta hacia una disminución de beneficios y, por lo tanto, a los costos de operación. Si el contralor esta bien enterado de los costos de los accidentes tal vez muestre simpatía hacia el programa de seguridad, y ello sobre una base puramente financiera. Corresponde a la persona que tiene a su cargo la seguridad el cuidar que tanto el contralor como los demás funcionarios reciban una cantidad

suficiente de datos acerca de los costos relacionados con los accidentes, para que puedan apreciar las ganancias económicas inmediatas que resultan de evitar tales accidentes.

Compras

Particularmente en lo que se refiere al equipo, en contraste con los suministros, el departamento de compras puede hacer mucho para allanar el camino en pro de la seguridad. Los agentes de compra deben exigir que todas las máquinas y otros equipos sean entregados a la empresa ya equipados por el proveedor con protecciones y elementos de seguridad. Pueden presentarse ocasiones en que no se conseguirán equipos seguros, viéndose en ese caso la compañía en la necesidad de ordenar a su propio departamento de ingeniería el realizar la tarea de hacer seguras las operaciones o los procesos de las máquinas.

Esta claro que la gerencia vera con muy malos ojos el desempeño de un agente de compras cuyo equipo, recientemente adquirido, tiene que ser reemplazado, o remodelado ampliamente, como consecuencia de no llenar los requisitos de seguridad necesarios. Este es el error más común que lleva a la infracción de las normas de seguridad del Gobierno, con sus multas correspondientes. Es excelente práctica que el departamento de compras pregunte al ingeniero de seguridad cuales son los requisitos de seguridad que debe reunir el equipo que se va a adquirir. Si el observa la necesidad de algún cambio la compañía sera capaz de hacerlo mucho más fácilmente antes de la compra que después de realizada.

Personal

El departamento de Personal puede tener la responsabilidad de reducir al mínimo la perspectiva de actos pocos seguros realizados por los empleados, logrando esto mediante su atención a la selección de empleados, a su destino, a los consejos que se les dan, así como a los procedimientos para entrenamiento. El Departamento de Personal tiene una responsabilidad en estos últimos, bien sea que el entrenamiento se ha realizado por ellos mismos, o por supervisores, o por otras personas en la línea de la organización. Por otra parte es responsabilidad del departamento de personal el respaldar al responsable de seguridad en cualquier caso en que un empleado rehúse cooperar en el cumplimiento de los reglamentos de seguridad, y en los cuales pueda ser necesaria una acción disciplinaria.

El Empleado

Son, por supuesto, los trabajadores y sus familias los que sufren más directamente como consecuencia de los accidentes en el trabajo. Por lo tanto, el simple hecho que la ley haga al patrón responsable por los pagos de compensación a los trabajadores en casos de lesiones en su tarea, no justifica que los trabajadores olviden mirar por sí mismos y sus compañeros. Este interés de los trabajadores es, no obstante, una base débil para que la gerencia espere un rendimiento óptimo en el desempeño. Más bien debe hacerse claro a todos los empleados, por medio de los supervisores del departamento de personal, la gerencia general, y

el sindicato, que se espera sigan todos los reglamentos de seguridad, las instrucciones y las indicaciones, tan seriamente como cualquier otra directiva de la compañía.

En otras palabras, el empleado debe observar las medidas de seguridad como parte de las exigencias de su trabajo, no como sugerencias.

En ocasiones un sistema de castigos severos por violaciones a la seguridad resulta eficaz. Por ejemplo, a la primera violación clara y deliberada puede dar lugar a una reprimenda oficial; La segunda a una suspensión, y la tercera al despido.

Sin embargo, siempre es preferible dirigir a mandar, y los esfuerzos en pro de la seguridad deben ser por cooperación, más que impuestos.

El Gerente de Primera Línea

Es la persona clave en el mantenimiento de las exigencias de la seguridad, día tras día, en cualquier organización, particularmente en lo relacionado con actos arriesgados. La seguridad es uno de los aspectos de la producción comparable al que puede referirse al logro de la precisión, o a la eliminación de desperdicios. La producción se utiliza aquí en un sentido amplio, en el que se incluyen los departamentos de operación en las industrias no manufactureras. El gerente esta encargado de ver que el programa de trabajo diario se cumpla, así, de manera inevitable, es la persona directamente responsable que el trabajo se realice con seguridad.

Gran parte del trabajo de un jefe de seguridad incluye el entrenamiento de los gerentes y ayudar a estos en su responsabilidad, orientada a producir con seguridad. En otras palabras: La seguridad es esencialmente una responsabilidad de la dirección. Los especialistas en seguridad ayudan y estimulan, pero no tienen autoridad sobre los trabajadores.

Es del gerente de quien los empleados reciben orientación acerca de lo que es importante y lo que no lo es. El gerente esta en la posibilidad de saber lo que están haciendo los empleados, lo que visten, y con ciertas limitaciones, lo que les preocupa.

Los gerentes deben considerarse responsables por todas las fallas de seguridad que ocurran bajo su jurisdicción.

la responsabilidad debe marchar paralelamente con la autoridad. El gerente es aquel que dirige a los trabajadores, el que dice quien debe hacer que tarea, cuando, donde y como, y por lo tanto, no puede evadir la responsabilidad del resultado, bien sea en función de la producción, del desperdicio, o de los accidentes. Esto no significa que el gerente haya de ser considerado responsable por todos y cada uno de los accidentes. En realidad, un acercamiento adecuado a la seguridad no consiste en determinar responsabilidades, sino más bien es diagnosticar las situaciones arriesgadas y tomar los pasos necesarios para corregirlas, de tal manera que las lesiones no lleguen a producirse.

7.5 COMITÉS DE SEGURIDAD

Un comité de seguridad es practica normal en muchas organizaciones de seguridad de las corporaciones, aunque hay opiniones diferentes acerca de sus méritos. Harvey encontró que los comités tendían a quitar la carga de la responsabilidad de los gerentes, por la seguridad de sus departamentos. Una de las razones para organizar estos comités radica en la idea de que suministran un procedimiento para interesar a los empleados en el esfuerzo de seguridad. La mayor parte de los comités de seguridad están compuestos por miembros de la gerencia y representantes de los grupos de trabajadores.

Estos comités también pueden constituir un buen método para obtener cooperación, coordinación e intercambio de ideas entre personas que de otra manera no se reunirán en forma regular; Pueden ser eficaces en la adopción de amplias líneas políticas.

Al iniciar un comité, debe prepararse una declaración escrita indicando:

1. Misión o responsabilidad del comité
2. Autoridad, incluyendo presupuesto concedido, si es que lo hay.
3. Procedimientos, es decir: frecuencia de las reuniones, horas para iniciar las reuniones y duración de estas, orden del día, exigencias en cuanto a la asistencia, minutas o actas que han de ser tomadas, y determinación de a quien habrán de exponerse los informes de las reuniones.

El jefe de Seguridad es responsable en cuanto a la coordinación de las actividades de los comités, facilitando su ayuda en la buena marcha de sus deliberaciones y animando, por diversos procedimientos, para la realización de las tareas.

Hay tres tipos principales de comités o funciones que han de ser atendidos.

El primero es un comité de política. Este comité actúa en nombre de la gerencia general, supervisando y controlando los esfuerzos en pro de la seguridad. Revisa periódicamente los informes de la compañía y de las divisiones y departamentos, tal como son presentados por el gerente de seguridad. Investiga o actúa sobre la base de los informes de investigación de los accidentes particularmente graves, o de las condiciones que escapan a lo normal de acuerdo a sus riesgos. Presentado para aprobación de la dirección de la compañía, o de los ejecutivos de operación, dicta reglamentos de seguridad en relación con asuntos tales como las prendas de vestir que deben ser utilizadas, gafas de seguridad, permisos para fumar, prácticas en el uso de las protecciones de las máquinas; Interiene en la división de las funciones y deberes de la seguridad, y establece políticas en relación con los aspectos de la seguridad que ha de reunir el equipo que se va a comprar, el diseño y proceso de las máquinas, y los programas de entrenamiento de los trabajadores.

Las políticas que afectan a la totalidad de la compañía se establecen únicamente o mediante el consejo de los ejecutivos cuya responsabilidad

este implicada. Por esta razón el comité de política en cuanto a la seguridad debe incluir a varios ejecutivos importantes.

El jefe de seguridad debe ser el secretario ejecutivo del mismo. Entre el resto de los miembros pueden figurar algunos de los siguientes, dependiendo de la naturaleza y tamaño de la compañía: gerente general, tal vez el presidente, el director de relaciones industriales o el gerente d personal, el gerente de fábrica, superintendente, ingeniero de planta, agente de compras, jefe de mantenimiento, etc. En algunas ocasiones sera conveniente contar con un representante del sindicato.

El departamento de seguridad hará informes mensuales a dicho comité, describiendo los riesgos que ha encontrado en sus inspecciones regulares e indicando los pasos tomados para corregirlos. Esto funciona de tal manera que el comité tenga noticia de cualquier riesgo informado el mes anterior y que todavía no haya sido remediado. El fracaso en la corrección de un riesgo sobre el que se ha informado no debe ser tomado a la ligera por este poderoso comité.

El segundo es un comité de inspección y tiene la responsabilidad parcial de corregir las situaciones inseguras o las prácticas inseguras que pueda descubrir.

El tercero de los comités de mayor importancia, esta basado en la función, es el comité de educación. Su propósito consiste en promover el interés en la seguridad, en el programa de seguridad, y en lograr su cumplimiento, creando buenas actitudes de seguridad por parte de todos los empleados.

Con objeto de superar una de las deficiencias normales en los comités, a saber: su frecuente incapacidad para contar con la competencia necesaria entre sus miembros para resolver determinados problemas que se presentan, y también para evitar que cuestiones importantes hayan de esperar hasta que de se reúna de nuevo el comité, puede recurrirse a grupos especiales de personas, con tareas orientadas a la resolución de dichos problemas. Estos grupos individuales son grupos de trabajo o equipos de estudio. Se les reúne para solucionar un problema en particular, y deben incluirse en ellos los mejores especialistas con que se cuente sobre el problema en cuestión dentro de la organización.

La ventaja de usar este medio organizado para resolver problemas críticos es importante cuando el problema en cuestión es complejo, como es el caso cuando se trata de rediseñar una operación o de investigar un amplio problema de seguridad.

7.6 La Seguridad frente a la Ley

La falta del conocimiento y uso de una seguridad y controles de contaminación adecuados son evidencia del número total de accidentes, lesiones y graves desastres ecológicos, a veces irreversibles, y que se presentan anualmente; Esto ha llevado, en años recientes, a que se haya dado origen una legislación más vasta y estricta en un intento por inducir las aplicaciones de seguridad y control ambiental adecuados.

El Gobierno Mexicano ha visto la promulgación de una serie de reglamentaciones que cubren una amplia gama de exposiciones peligrosas y controles del medio ambiente.

La coacción de estas leyes, ya sea por agencias federales u oficinas de seguridad del gobierno, suma nuevos fundamentos a las razones originales del avance de la seguridad ocupacional y protección de nuestra ecología.

Sin embargo, no hay que olvidar que los requisitos legales no optimizan por sí solos la seguridad. Quizás una de las áreas que ha recibido la mayor atención en cuanto a seguridad es el lugar de trabajo.

El costo de estos accidentes puede ser de grandes proporciones; La mayor parte de esa pérdida es pagada por los patrones o empresarios. A esto habría que incluir la pérdida de ingresos o productividad a futuro en virtud de los trabajadores que fallecen o que quedan incapacitados de por vida. Tampoco se calcula el impacto económico total absorbido por las familias de trabajadores lesionados de gravedad.

Estas leyes crean las condiciones para tratar los asuntos de trabajo como una cuestión pública, es decir algo que preocupa al Estado en su conjunto.

Todas las leyes de seguridad y salud tienen el propósito de asegurar, hasta donde sea posible, que todo trabajador realice su tarea en condiciones de seguridad. Cada patrón, de acuerdo con la ley, tiene el deber general consistente en facilitar a cada uno de sus empleados un trabajo y un lugar de trabajo que este libre de riesgos reconocidos o con la posibilidad de que produzcan la muerte o un daño físico grave a sus empleados. Se exige también que el patrón, como deber específico cumpla con las normas relativas a la seguridad y la salud ocupacionales promulgados por la ley.

La exigencia relativa al deber general antes especificado es importante. Los patrones y jefes de seguridad deben mantener una vigilancia constante para lograr facilitar lugares seguros y saludables para la realización del trabajo. El mero cumplimiento de los que determinan las normas de seguridad y salud no es suficiente. La ley reconoce que no siempre existen normas precisas que cubran cada situación concebible. Por tal motivo, la cláusula relativa al deber general exige una situación de alerta constante en busca de riesgos graves que, en ausencia de una norma, el patrón, como persona razonablemente prudente, esta en la obligación de corregir.

La premisa de que la seguridad es responsabilidad de la gerencia se mantiene firme en este caso.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

En el Diario Oficial del 05.06.1978 se publica el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Este reglamento rige en todo el territorio Nacional y tiene por objeto proveer en las esferas administrativas la observancia de la Ley Federal del Trabajo en materia de seguridad e higiene y lograr de este modo disminuir los accidentes y enfermedades que se producen u originan en los centros de trabajo.

la aplicación de este reglamento corresponde a la STPS y se hará en coordinación con el IMSS.

Veamos algunos ejemplos de este reglamento:

Instructivo # 1:

Relativo a las condiciones de seguridad e higiene en los edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo; Tiene por objeto establecer las condiciones de seguridad e higiene con que deben contar los lugares antes señalados.

Instructivo # 2:

Relativo a las condiciones de seguridad para la prevención y protección contra incendio en los centros de trabajo.

Instructivo # 4:

Relativo a los sistemas de protección y dispositivos de seguridad y equipo en los centros de trabajo.

Instructivo # 10:

Relacionado con las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se fabriquen, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el ambiente laboral.

Instructivo # 11:

Relativo a las condiciones de seguridad e Higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que, debido a sus características, niveles y tiempo de exposición sean capaces de alterar la salud de los trabajadores, así como establecer las correlaciones entre los niveles máximos permisibles de ruido y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo.

Instructivo # 15:

Relativo a las condiciones elevadas o abatidas en los centros de trabajo. Para este instructivo condición térmica elevada se refiere a la situación ambiental que es capaz de transmitir calor hacia el cuerpo humano o restringir de este hacia el medio en tal magnitud que pueda romper el equilibrio térmico del trabajador, tendiendo a incrementar su temperatura corporal central.

Así mismo, debe entenderse por condición térmica abatida a la situación ambiental que es capaz de producir pérdida de calor en el cuerpo humano

debido al frío, rompiendo el equilibrio térmico del trabajador, tendiendo a disminuir su temperatura corporal central.

Instructivo # 17:

Relativo a los requerimientos y características del equipo de protección personal para los trabajadores.

Instructivo # 18:

Relativo a las condiciones de seguridad e higiene para la producción, almacenamiento y manejo de explosivos en los centros de trabajo.

Así también, el título Décimo primero, en su capítulo III, Artículos 193, 194 y 195 establecen la organización y funcionamiento de las comisiones de Seguridad e Higiene en los centros de trabajo con la participación de patronos y empleados y deberá constituirse en un plazo no mayor de treinta días a partir de la fecha de inicio de actividades y tomando en cuenta lo siguiente:

1. Número de Trabajadores
2. Peligrosidad de las Labores
3. Ubicación de los centros de trabajo
4. Las divisiones de la planta
5. Procesos de trabajo
6. El número de turnos de trabajo.

Estas Comisiones Mixtas están considerados en la Ley Federal del Trabajo en sus artículos 508 y 509 y son de carácter obligatorio para las empresas.

SEDEUR Y SEDISSOL

En el Diario Oficial de la Federación del 28.01.1988 se publica la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente así como los reglamentos en prevención y control de la contaminación a la Atmósfera; Reglamentos en Materia de Residuos Peligrosos; Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación generada por los vehículos automotores que circulan por el Distrito Federal y los municipios de la zona conurbada.

A continuación y como ejemplo daremos algunas Normas Técnicas Ecológicas:

NTE-CRP-008/88: Establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radiactivos.

NTE-CRP-011/89: Establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.

- NTE-CCAT-002/88: Establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas originadas en los hornos de calcinación de la industria del cemento.
- NTE-CCAT-004/88: Establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno, provenientes del escape de vehículos automotores nuevos en planta que usan gasolina como combustible.
- NTE-CCAT-010/88: Establece el nivel máximo permisible de opacidad del humo, proveniente del escape de motores nuevos en planta que usan Diesel como combustible, utilizados para la propulsión de vehículos automotores.
- NTE-CCAT-016/90: Establece las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los niveles de emisión de gases contaminantes, provenientes de motocicletas en circulación, que utilizan gasolina y mezcla de gasolina-aceite como combustible, cuyos límites máximos permisibles están determinados por la Norma Técnica Ecológica correspondiente.

Tipos de Violaciones:

- De Mínimis:

Una situación que no guarda relación directa con la seguridad y la salud en el trabajo.

- No Serias:

Es una violación que guarda relación directa con la seguridad y la salud en el trabajo; pero que probablemente no causa muerte o daño físico grave (por ejemplo al tropezar). Varias violaciones no serias relacionadas entre sí pueden convertirse en una violación seria.

- Serias:

Una violación donde hay una probabilidad razonable de que resulte en muerte o daño físico grave para el trabajador, en el caso en que el patrón conozca o deba haber conocido el riesgo. El mero desconocimiento del riesgo no disminuye el carácter de la violación.

- Deliberada: Es una violación que demuestra:

1. Que el patrón cometió una violación de la Ley intencional y con conocimiento.
2. Que tenía conocimiento de que existía una situación peligrosa, pero no hizo esfuerzos razonables para disminuirla.

Cap. VIII..... CASO PRACTICO

8.1 Introducción:

El Gobierno Mexicano vendió, en 1991, la planta SICARTSA I, una de las más grandes e importantes siderúrgicas del país al grupo Villareal de Monterrey cambiando así de propietarios y para convertirse en lo que es hoy día parte del grupo VILLACERO.

SICARTSA I comenzó sus operaciones en 1971 con una producción anual de 1 millón de toneladas métricas. Esta producción se basa en un alto horno (capacidad 3,300 ton/día), dos convertidores de oxígeno (cada uno con capacidad de 120 ton/ciclo), tres máquinas de colada continua y dos laminadoras que producen barras y alambón.

Al momento de su privatización SICARTSA I sufrió una drástica reducción en el número de trabajadores ya que, de los originales 8,200 solo quedaron con la nueva administración 3,200 empleados, de los cuales 1500 pertenecen al sindicato.

Esta situación cambio toda la organización de la planta; La Seguridad, los trabajos de mantenimiento y los nuevos proyectos son llevados a cabo por personal contratado ajeno a la planta.

Por esto, la función del Departamento de Seguridad cambió a coordinación y apoyo en lugar de una mayor participación activa para con las diferentes unidades de la planta reduciendo así sus responsabilidades y su personal.

Esta nueva división de responsabilidades necesita actualmente de una mayor clarificación ya que, por ejemplo, los programas de mantenimiento de los equipos de protección y de la limpieza están sujetos a diferencias de opinión entre los diversos responsables de la planta.

8.2 Construcción:

Las estructuras principales de la planta fueron diseñadas de acuerdo a normas anti-sísmicas las cuales pueden resistir, sin daños mayores, una aceleración de 0,35 g.

Las diversas unidades están correctamente separadas entre sí, el layout de la planta así como el mantenimiento en general son adecuados y se cuenta con computadoras modernas para seguir detenidamente el funcionamiento de los diversos equipos.

No existen galerías para cables subterráneos, como para el suministro de energía eléctrica, ya que todos los cables y tuberías han sido instalados en estructuras aéreas especiales.

Las estructuras de acero del alto horno y de la planta de aceración están protegidas contra derrames de metal fundido con ladrillos refractarios.

8.3 Unidades de Producción:

Planta de Pellet

El hierro es secado por succión hasta una humedad máxima de 10% en 5 filtros en línea para después mezclarse con aditivos y cal hidratada antes de entrar a tres discos rotatorios donde, con la velocidad apropiada y el efecto de bola de nieve, los pellets de tamaño específico serán obtenidos para después ser enviados a un horno (que trabaja con gas coke o una mezcla de gas coke y gas proveniente del alto horno) para ser endurecidos. El horno tiene 16 quemadores y la temperatura en el interior va de 100°C hasta 1270°C. El Pellet sale del horno a una temperatura de 100 C.

A la salida del horno hay un monitor automático de temperatura que es activado cuando la temperatura pasa los 100°C activando un sistema de diluvio de agua para así enfriar el Pellet y prevenir que la banda transportadora sufra algún daño.

Se tiene programado instalar una alarma para el comienzo de las operaciones del horno para así prevenir a todos los empleados.

Durante la visita se noto que que faltaban muchos extinguidores en esta unidad. (ver recomendación 93.0).

5,400 toneladas de Pellet son producidas cada día y en la planta se tiene un stock de un mes, por lo que consideramos que el Pellet no es un punto crítico en términos de interrupción de actividades y también debido a que el Pellet se puede comprar en el mercado nacional.

Existe un molino de 70 toneladas de capacidad.

Planta de Coke (Cokisadora)

El carbón es transformado en coke al quitarle aire; Tres tipos de carbón so premezclados y enriquecidos con aceite y enviados a cuatro tolvas de 250 toneladas de capacidad c/u. Hay dos líneas de baterías con 81 quemadores, 27 trabajando por turno a temperaturas de 1,200°C y 1,300°C y con una capacidad promedio de 19.33 toneladas de coke por turno.

El suministro de gas del alto horno esta interconectado para prevenir mezcla de gases.

Los subproductos obtenidos son los siguientes:

- 350 kgs de alquitran por tonelada de carbón.
- 6 kgs de Benzol por tonelada de carbón.

Estos subproductos son vendidos; El alquitran es almacenado en 5 tanques localizados cerca del muelle, estos tanques son protegidos con Hidrantes y monitores los cuales fueron probados durante la visita con resultados satisfactorios y cada uno cuenta con su propio dike.

El benzol es considerado como un combustible inestable y altamente combustible, pero todo el equipo instalado en la destilación esta correctamente protegido con un sistema de espuma.

Se nos informó que dentro del filtro electrostático el riesgo de explosión es bajo ya que el porcentaje de oxígeno es inferior a 0.03%

Gasómetros

Hay dos gasómetros, uno de 90,000 m³ para el gas coke, y el segundo de 140,000 m³ para el gas del alto horno. Los gasómetros son revisados periódicamente y tienen una revisión completa cada 2 años.

Alto Horno

Existe un solo alto horno con capacidad diaria de 3,300 tons. La temperatura es controlada por 32 detectores de temperatura distribuidos en 4 niveles desde la parte superior hasta la parte inferior del horno.

El desgaste de los refractarios es controlado por diferencias de temperatura. En caso de problemas, se inyecta concreto. El alto horno se para un día al mes por razones de mantenimiento y los controles térmicos se realizan semanalmente para medir el desgaste de los refractarios. Esta frecuencia es adecuada.

La cubierta del alto horno es enfriada por agua de proceso.

En caso de emergencia existe un tanque de agua de 400 m³ para enfriamiento. El agua es suministrada por medio de tres bombas eléctricas. En caso de falla de electricidad existe una conexión con la planta de fuerza la cual puede suministrar agua por medio de una bomba de vapor. Este sistema es considerado adecuado.

Las turbinas de vapor están localizadas fuera de zonas de derrame de metal ya que se localizan en la planta de fuerza.

El cuarto de control esta en operación, pero, como en la mayoría de las demás salas de control de la planta, el material de construcción (madera) usado no es adecuado ya que incrementa innecesariamente el peligro de fuego (recomendación 93.1)

Existen detectores de humo y un sistema automático de halón pero su eficiencia decrece sustancialmente ya que las puertas están abiertas la mayor parte del tiempo.

La limpieza esta por debajo de las normas aplicables. (ver recomendación 93.2)

El alto horno tuvo dos reparaciones mayores, la primera en 1985 y la segunda en 1991, por períodos de tres y medio meses y dos meses respectivamente.

Planta de Acero

Existen dos hornos de oxígeno del tipo BOF, cada uno con capacidad de 120 tons.

Después de 1,300 cargas los refractarios son reemplazados por nuevos, esto es alrededor de cada 45 días.

Las lanzas de oxígeno usadas en los convertidores son levantadas automáticamente en caso de falla del suministro de agua en el sistema de circuito cerrado. Dos bombas de agua de 147 kwatts están en standby. La temperatura, presión y flujo están continuamente monitoreadas en puntos distintos de la instalación. Estos aseguran un adecuado nivel de seguridad tanto del equipo como del personal.

En lo que se refiere a derrame de metal fundido, la disposición general del área (localización de los hornos y demás servicios) es satisfactorio para prevenir daños importantes al equipo que se encuentra en los alrededores.

Los transformadores utilizados están debidamente protegidos por sistemas de halón. Esto no es el caso para el transformador de un pequeño horno eléctrico el cuál esta reemplazando a uno anterior que se quemó debido a sobre calentamiento en febrero de 1993. (ver recomendación 93.3)

Planta de Laminación

Hay un horno de precalentamiento para cada uno de los dos molinos que trabajan a temperaturas de entre 1,220 C y 1,170 C; El combustible usado es almacenado en dos tanques de 60,000 litros. de capacidad c/u. los cuales están separados entre si por un muro y se encuentran cada uno con sus diques y están localizados en el exterior de la planta.

En las galerías de aceites se encuentran detectores de temperatura y un sistema especial de espuma. Este sistema de espuma esta basado en el uso de ventiladores para expandir la espuma en el cuarto (ver recomendación 93.4)

En esta planta se noto que muchos manómetros están fuera de servicio y tampoco se encontraron cadenas que aseguraran que las válvulas importantes estuvieran abiertas. (ver recomendación 93.1)

8.4 Unidades Auxiliares

Planta de Oxígeno

Consta de 9 compresores, tres para aire, cuatro para oxígeno y dos para nitrógeno, todos ubicados en un mismo edificio sin ninguna protección en particular. Cada compresor esta separado de los otros por un muro que no llega al techo.

La planta cuenta con 14 tanques de 150 m³ y un tanque de 1,000 tons de oxígeno líquido el cual puede durar 3 días y medio y otro tanque de 200 tons de nitrógeno líquido. La producción diaria es de 8,000 m³ de nitrógeno y 24 toneladas de argón puro.

Toda la planta esta rodeada de una barda. El cuarto de control cuenta con detectores de humo y gas halón pero la limpieza es deficiente. La ventilación se detiene automáticamente al comienzo del sistema de gas halón.

El personal esta muy consiente de los peligros debido a la concentración de hidrocarburos dentro de la columna de destilación y anualmente se detiene la planta por 15 días para limpiar las partes críticas.

Planta de Fuerza

Existen tres calderas de vapor quemando combustible, aceite de coke, y gas del alto horno.

Cada caldera tiene una capacidad de 70 tons por hora y trabaja a una presión de 67 kgs/cm² y a una temperatura de 495°C.

Estas calderas son necesarias para suministrar a los dos turbo alternadores de 10.7 MW y un turbosoplador de 18.5 MW para el alto horno. De hecho hay dos turbosopladores de 220,000 m³/hr, uno de ellos en standby.

Los grupos de turbos se encuentran en paralelo en un mismo lugar y el espacio entre ellos es de 10 mts.

También se cuenta con un pequeño generador Diesel de 0.9 mw el cual se usa para suministrar electricidad en caso de emergencia. Se probó sin resultado positivo el arranque automático ya que las baterías no funcionaron (ver recomendación 93.5)

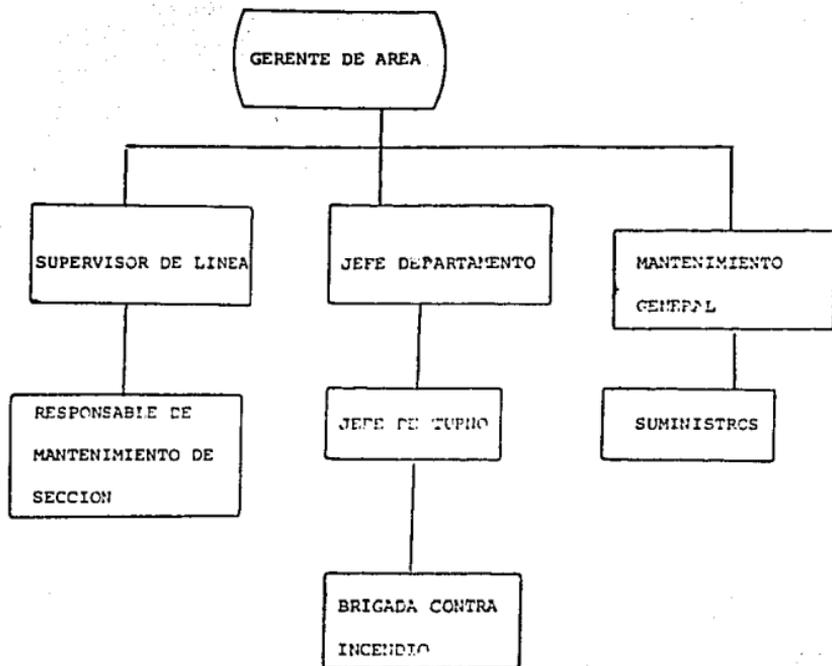
El cuarto de control de esta unidad y la sala de computadora se encontraron en un nivel inaceptable de limpieza con una alta acumulación de material combustible innecesario por lo que esta recomendación es una prioridad (ver recomendación 93.6)

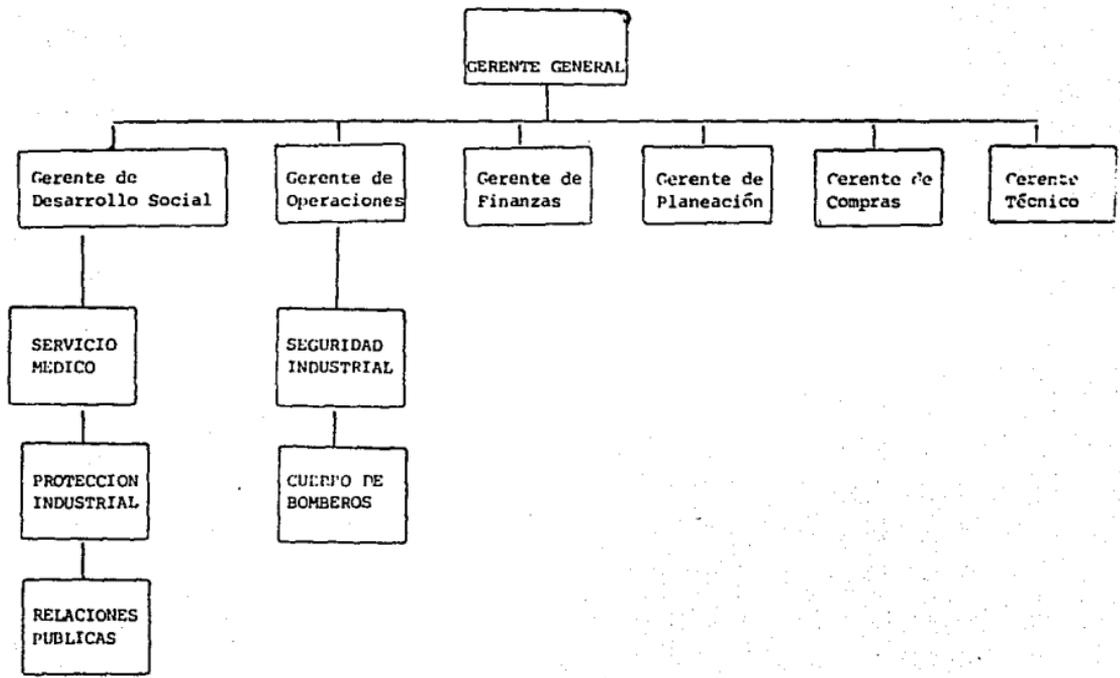
Sub Estación Principal

El suministro es por medio de dos líneas de 230 kv suministrados por la CFE proveniente de la hidroeléctrica LA VILLITA. No existen protecciones automáticas particulares pero se nota que los pasajes de los cables están bien sellados.

Ambas líneas suministran a tres transformadores trifásicos de 220/34.5 kva (75/125 mva). Estos transformadores a su vez suministran a otros ocho transformadores trifásicos de 34.5/13.8 kva (15/25 mva) que suministran energía a toda la planta. el suministro es suficiente para las operaciones normales.

CENTROS DE PROCESO





Los transformadores principales están protegidos por rociadores automáticos los que cuentan con un tanque de 200 m3 y una bomba eléctrica para suministrar a los rociadores.

Almacén Principal

La construcción es de concreto reforzado con techos de lamina.

Las refacciones son almacenadas en racks de 5 metros de altura y separados adecuadamente uno del otro. Los productos químicos son almacenados en esta bodega. (ver recomendación 93.7)

8.5 El Factor Humano

8.5.1 Organización General

Como se menciona al principio, el elemento humano fue el más afectado a raíz de la venta de SICARTSA I. El número de trabajadores en todas las áreas fueron reducido y una nueva organización fue establecida.

El Departamento de Seguridad tiene hoy día la función de dar apoyo a todas las áreas de proceso con una brigada contra incendio. El departamento tiene en total 24 empleados.

Brigada profesional contra Incendio

compuesta de 9 bomberos (5 oficiales y 4 bomberos) comparado con 24 bomberos y 4 oficiales antes de la privatización.

Cada turno tiene 4 miembros y tienen la ayuda de los miembros voluntarios de cada unidad de proceso. El dpto. tiene 1 pick up de rescate, 3 camiones contra incendio, 2 ambulancias y tres doctores para primeros auxilios.

Brigada de bomberos voluntarios

En cada sección de la planta hay una brigada de voluntarios. Cada uno de los miembros tiene un entrenamiento inicial de tres días y posteriormente una practica mensual.

En total hay 300 voluntarios bien entrenados.

Mantenimiento de los equipos de protección

El mantenimiento de todos los extinguidores y sistemas de detección ya no es hecho por los mismos empleados sino por contratistas externos.

Este es uno de los aspectos más importantes del departamento de seguridad que debe de ser reforzado ya que se noto que muchos extintores no están cargados, algunos no están completos y otros faltaban. Esto se debe a que no es muy claro quien es responsable de supervisar del trabajo de los contratistas (ver recomendación 93.8)

Responsables de Seguridad

Hay un coordinador de emergencia por cada planta que trabaja en conjunto con la brigada profesional y los voluntarios, el cual tiene que elaborar y actualizar el plan de emergencia en su sector.

Comité Mixto de Emergencia

Formado por todos los responsables de las áreas. Su principal objetivo es el analizar emergencias y tomar las medidas necesarias correspondientes. Se reúne mensualmente.

Plan de Emergencia

El plan de emergencia se ocupa de medidas preventivas y de las medidas a tomar en caso de fuego, terremoto, inundación y ciclones.

El plan de emergencia es el de SICARTSA I por lo que se recomienda que se revise este plan y se modifique eventualmente para así optimizar los recursos humanos actuales de la planta.

Alarmas

Existen alarmas en el cuarto de control de cada unidad los cuales actúan sirenas por área previniendo a los miembros de la brigada contra incendio y al coordinador correspondiente. La comunicación también es por radio y teléfono.

8.5.2 Medidas Preventivas

Como SICARTSA depende ahora mucho más de contratistas externos, procedimientos como hot works, restricciones de fumar, uso de equipo de seguridad personal y normas de limpieza deberán reforzarse, especialmente en áreas críticas, ya que se notaron muchas deficiencias, tales como:

- Muchos contratistas no utilizan cascos de seguridad dentro de la planta.
- La limpieza en la sala de control de la planta de fuerza es muy mala con mucha basura combustible.
- Algunos permisos de trabajos de soldar estaban con vigencias expiradas. (ver recomendación 93.9)

8.6 Protecciones Físicas Contra Incendio

Suministro de Agua

Existen cuatro tanques de 4,000 m³ para un total de 16,000 m³. Esta agua también se utiliza para proceso.

El agua proviene del Río Balsas y es suministrada por medio de 4 bombas, capacidad 5,677 m³/hora a 705 rpm. Debido a las mejoras en recirculación de agua solamente una bomba es suficiente, las otras tres están en standby. El cuarto de bombas se encuentra a 2 kms de la planta. El diámetro de la tubería es de 44".

Red de Agua contra Incendio

Es por tubería subterránea, durante la visita se probó un hidrante y un monitor dando una presión dinámica de 6 kgs/cm² y 7 kgs/cm² con el hidrante únicamente. la presión estática es de 12 kgs/cm². Consideramos que la prueba fue aceptable pero la caída de presión confirma la necesidad de instalar otra bomba. (ver recomendación 93.10)

Extintores

Extintores de polvos químicos y CO₂ se localizan en toda la planta pero hacemos énfasis nuevamente las deficiencias que existen en recargas, señalización y control de las últimas fechas de recarga. (ver recomendación 93.11)

8.7 Otras Exposiciones

Riesgos Adyacentes

SICARTSA esta limitada de la siguiente manera:

- Norte: por Lázaro Cárdenas y el río Balsas
- Sur : Océano Pacífico
- Este : Río Balsas
- Oeste: Siderúrgica ISPAT MEXICANA

Por lo anterior no hay agravación de riesgos en sus alrededores.

Riesgos Naturales

El riesgo natural más importante es el terremoto ya que SICARTSA se encuentra en una placa sísmica paralela a la costa.

Esta es una de las zonas sísmicas más activas de México (zona 4, MMIX) y consideramos la exposición alta.

CAP. IX RECOMENDACIONES.

Teniendo en cuenta lo expuesto en los capítulos anteriores y a raíz de la visita a continuación se hacen una serie de recomendaciones que consideramos ayudaran a mejorar el nivel de seguridad de industria en cuestión.

93.0 No hay el número adecuado de extintores.

Comentarios:

Es responsabilidad del jefe de seguridad el establecer un programa de mantenimiento del equipo de protección, que asegure que el equipo este completo y en buenas condiciones de servicio para evitar su deterioro. También debe inspeccionar mensualmente este equipo para verificar que este en su sitio, que no tengan obstrucciones, y que la lectura de presión este en el rango de operación adecuado.

93.1 Material combustible:

Se recomienda que el material de construcción de todos los cuartos de control sea cambiado por material no combustible (tipo I).

Comentarios:

Actualmente la mayoría de los cuartos de control están contruidos de madera, el cual es un material combustible. Y por tratarse de áreas críticas ya que es donde se controlan todos los sistemas de regulación de los diferentes procesos se debe considerar esto como una prioridad ya que se disminuye la probabilidad de ocurrencia al cambiarlos por materiales resistentes al fuego.

93.2 Inspecciones regulares de toda la planta:

Para verificar la limpieza general, condiciones de los almacenes, limpieza de los cuartos eléctricos, respeto de las regulaciones de no fumar, etc. Estas inspecciones deberán llevarse a cabo regularmente (mensualmente) por el departamento de seguridad para constatar el respeto y seguimiento de todas las normas de seguridad en la planta. De preferencia están inspecciones deben formalizarse.

El nivel de limpieza en la mayoría de los cuartos de control de cada unidad es muy deficiente y en la planta de fuerza inaceptable, la acumulación de basura combustible es muy alta y en caso de fuego este se podría propagar a todo el cuarto de control.

Comentarios:

El nivel de seguridad mejora mucho cuando se esfuerza en que todas las áreas estén lo más limpias posibles. El orden y limpieza son puro sentido común y personal de responsabilidad y deseo de mantener limpios nuestros alrededores.

Una mala limpieza, el desorden y un mantenimiento deficiente contribuyen a incrementar el potencial de pérdidas de riesgos de incendio y explosión.

93.3 Transformador del Horno eléctrico:

El nuevo transformador deberá protegerse con detectores de humo y un sistema de halón ya que no se cuentan con protecciones especiales y el cuarto no es visitado frecuentemente para verificar sus condiciones.

Comentarios:

La función fundamental de un sistema automático de detección es el alertar sobre la presencia de un fuego, especialmente en lugares que por lo general están desocupados. Una vez detectados el fuego entrarán en acción el sistema de supresión de gas halón el cual se recomienda para fuegos eléctricos.

93.4 Galerías de Aceites:

Como el sistema de espuma utilizado no fue diseñado siguiendo ninguna norma de protecciones contra incendio este deberá ser probado ya que su eficiencia no esta muy garantizada.

Comentarios:

Se debe probar este sistema para comprobar que el sistema de ventilación dispersa la espuma en la dirección correcta y cubre todas las galerías. También es necesario comprobar los parámetros que la activarán y si el tiempo de respuesta es el adecuado y si el sistema facilita la labor de la brigada contra incendio.

93.5 Generador Diesel en La Planta de Fuerza:

El pequeño generador de 0.9 mw para emergencias no funciona debido a que las baterías estaban descargadas. Es muy importante el mantener todos los equipos de emergencia en buen estado para cuando sean necesarios.

Comentarios:

Es necesario establecer un programa del equipo de protección de la planta, así como un programa de educación y entrenamiento del personal que supervise estos trabajos. Las pruebas e inspecciones periódicas demostrarán ya sea que el equipo esta en buenas condiciones y servicio, o que, por el contrario, señalaran defectos en la protección que pueden llegar a incrementar la probabilidad de una pérdida mayor en la industria.

93.6 Cuartos de Control y Computadora:

La ventilación parece ser un problema mayor ya que todas las puertas se conservan abiertas y, debido al calor del sol, se ha utilizado en el cuarto material combustible como aislante (hojas de poliestireno). También se encuentra mucho material tirado (como basura, papel) el cual deberá ser retirado y tomar consideración especial a sellar

completamente el cuarto de control, aun la entrada de cables, ya que aparentemente hay presencia de pequeños roedores los cuales pueden provocar daños importantes al equipo.

Los cuartos de computadora están protegidos por sistemas automáticos de halón y detectores de humo.

Todas las puertas de comunicación deberán de cerrar automáticamente y de manera adecuada para evitar fugas de halón.

Comentarios:

Los sistemas de alarma y supresión han sido diseñados para funcionar bajo condiciones pre establecidas por lo que el equipo sera menos eficiente y, en caso extremo, inoperante si no trabaja bajo las condiciones de diseño. Se deberán buscar otras alternativas para mitigar el efecto del calor en los cuartos de control.

93.7 Almacén principal:

Para evitar una agravación de riesgo debido a la presencia de productos químicos, estos deberán ser almacenados en otra bodega aparte.

Comentarios:

La segregación es el primer principio para una buena práctica para el almacén de productos químicos, incluyendo su separación de otros materiales almacenados, de los procesos de operaciones y de materiales incompatibles.

93.8 Las funciones y responsabilidades del departamento de seguridad

Deberán de ser estudiadas y adaptadas para cumplir con las necesidades actuales de la planta. El departamento de seguridad deberá participar como coordinador de todas las emergencias y ser el responsable del buen orden y mantenimiento de todos los equipos fijos y móviles de protección.

Comentarios:

El Jefe de seguridad debe inducir acciones convenientes y realizar un seguimiento tan competente y enérgicamente como sea necesario para asegurar un buen nivel de seguridad. El jefe de seguridad debe tener a su cargo la organización, el estímulo y la guía del programa de seguridad.

93.9 Contratistas:

SICARTSA es una planta que depende en mucho de contratistas

Comentarios:

Como esto puede representar una agravación de riesgo, se debe reforzar el control de estos contratistas para que cumplan con todas las medidas de seguridad de la planta.

93.10 Suministro de agua contra incendio:

Es necesario que se instale una bomba de Diesel con arranque automático para garantizar el suministro de agua en caso de falla de electricidad.

Comentarios:

El agua es vital para la protección de la planta, Los dispositivos que controlan el suministro de agua deben estar en buenas condiciones para asegurar el adecuado trabajo tal y como fueron diseñados. Las bombas deben probarse semanalmente para verificar que accione automáticamente al haber una caída de presión.

93.11 Extintores:

Estos se deberán señalar apropiadamente en todas las áreas de la planta.

Comentarios:

Ver Recomendación 93.0

CAP X..... CONCLUSIONES

El fuego puede ser tanto productivo como destructivo convirtiéndose en una amenaza importante para las metas de la industria, sobrevivencia de la empresa y conservación del medio ambiente; Representa un valor económico del cual obtenemos un bienestar, el calor producido al quemar combustible es convertido en energía eléctrica y mecánica para desarrollar el trabajo de las economías industriales.

Sin embargo, y debido a tristes recuerdos como Poza Rica, Santa Cruz, San Juanico y más recientemente Guadalajara, la preocupación pública ha dado origen a fuertes exigencias de la sociedad para que haya una mayor prevención y regulación en los planes nacionales e internacionales de desarrollo; La prevención y control de riesgos han pasado a ser una cuestión de debate público.

Si bien es cierto que el Estado cambia su política y se aparta para dejar que la economía sea conducida por las fuerzas de la oferta y la demanda esto no deberá suceder en su papel regulador de la actividad humana para lograr que esta sea llevada a cabo en forma armónica y segura.

Todo lo contrario, hoy más que nunca el Gobierno debe promover y respaldar el establecimiento y consecución de objetivos claramente definidos para alcanzar un nivel óptimo de seguridad y mejoramiento en las condiciones de trabajo en general y consagrar todos sus esfuerzos para la elaboración y rigurosa aplicación de una legislación que regule los principales riesgos industriales.

Es nuestro deseo, y con el fin de inducir y facilitar la aplicación de esta legislación, tanto de las autoridades como de los empresarios, el proporcionar los elementos necesarios para establecer criterios de clasificación de aquellas instalaciones que representen riesgos importantes, basados por ejemplo en propiedades tóxicas, inflamables y explosivas, para que se establezcan métodos graduales y prioridades para lograr que los procesos industriales estén de conformidad con esta política.

F I N.

CAP XI BIBLIOGRAFIA

1. **Manual de Ingeniería Industrial (vol 1 y 2)**
SALVENDRY, Gabriel
Universidad de Purdue
ed. Noriega Limusa 1991
2. **La Seguridad Industrial**
Su Administración
GRIMALDI, John y SIMONS, Rollin
Universidad del Sur de California
ed Alfamega 1991
3. **Industrial Fire Hazards Handbook**
COTE, Arthur
NFPA third edition
Quincy, Massachussets 1990
4. **Administración Industrial**
RAMIREZ Cavassa, Cesar
ed. Limusa 1991
5. **Fire Protection for Industries**
HOOVER, Stephen
ed Van Nostrand Reinhol
New York 1991
6. **Modern Security and Loss Prevention Management**
PURPURA, Philip
ed Butterworths, Maryland 1989
7. **Ingeniería de Control Moderna**
OGATA, Katsuhiko
University of Minnesota
ed. Prentice Hall International 1979
8. **Fire Protection Engineering**
NFPA
Society of Fire Protection Engineering
Quincy, Massachussets 1990
9. **Fire Protection Handbook**
NFPA
Quincy, Massachussets, 1990
10. **Teoría General del Seguro**
OSSA, Efren
ed Temis Bogota, Colombia 1988

11. **Organización Para la Producción**
ROSCOE, E.S
Pennsylvania State University
ed CECSA, México 1981
12. **Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros**
Publicaciones trimestrales de 1992 y 1993
13. **Facility Layout and Location**
An analytical Approach
FRANCIS, Richard. WHITE, John
University of Miami
Prentice Hall International, 1984
14. **Manual de Brigadas Contra Incendio**
Del CASTILLO, Fernando
Litorama, s.a. México, 1991
15. **Seismic Model of Mexico**
MENU, J.M. Seismic Eng.
16. **Guidelines for Hazard Evaluation Procedures**
Center for Chemical Process Safety
American Institute for Chemicals Engineers
2nd ed. 1992
17. **Control de Riesgos de Accidentes Mayores**
Oficina Internacional del Trabajo
Gienbra, Suiza
ed. Alfaomega, 1993