



DOBLADORA Y PEGADORA

¿Qué pasa si?	Consecuencias/Peligros	Recomendaciones
* La maquinaria no cuenta con los dispositivos de seguridad o están fuera de servicio (botones de emergencia, guardas, bandas, etc.).	<ul style="list-style-type: none">Riesgos de accidentes personales (atrapamientos, machucones, etc.).	<ul style="list-style-type: none">La maquinaria debe de contar con los dispositivos de seguridad en su sitio y proporcionar mantenimiento preventivo y/o correctivo a fin de garantizar buen funcionamiento de éstas.
* Se presentan fallas en la maquinaria (Doble pegadora).	<ul style="list-style-type: none">Pérdida de producción.Riesgo de accidentes personales.	<ul style="list-style-type: none">Operar el equipo de acuerdo a los procedimientos establecidos.Proporcionar el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo.
* Existen fugas de fluido motriz (aceite) de la maquinaria.	<ul style="list-style-type: none">Pisos resbalosos que provoquen caídas del personal.Incremento de riesgo de incendio.	<ul style="list-style-type: none">Dar mantenimiento preventivo y/o correctivo a la maquinaria.
* Los conductores flexibles de equipos móviles y sus elementos de conexión se encuentran en mal estado.	<ul style="list-style-type: none">Cortos eléctricos que ocasionen lesiones personales.Riesgos de Incendio.	<ul style="list-style-type: none">Verificar el estado de las instalaciones eléctricas, proteger cables expuestos.Dar mantenimiento preventivo y en su caso correctivo a las instalaciones eléctricas.

SISTEMA DE PARAFINACION

¿Qué pasa si?	Consecuencias/Peligros	Recomendaciones
* La maquinaria no cuenta con los dispositivos de seguridad o están fuera de servicio (botones de emergencia, guardas, bandas, etc.).	<ul style="list-style-type: none">Riesgos de accidentes personales (atrapamientos, machucones, etc.).	<ul style="list-style-type: none">La maquinaria debe de contar con los dispositivos de seguridad en su sitio y proporcionar mantenimiento preventivo y/o correctivo a fin de garantizar buen funcionamiento de éstas.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



SISTEMA DE PARAFINACION

¿Qué pasa si?	Consecuencias/Peligros	Recomendaciones
* Se presentan fallas en la maquinaria (Sistema de parafinación).	<ul style="list-style-type: none">• Pérdida de producción.• Riesgo de accidentes personales.	<ul style="list-style-type: none">• Operar el equipo de acuerdo a los procedimientos establecidos.• Proporcionar el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo.
* Existen fugas de fluido motriz (aceite) de la maquinaria.	<ul style="list-style-type: none">• Pisos resbalosos que provoquen caídas del personal.• Incremento de riesgo de incendio.	<ul style="list-style-type: none">• Dar mantenimiento preventivo y/o correctivo a la maquinaria.
* Los conductores flexibles de equipos móviles y sus elementos de conexión se encuentran en mal estado.	<ul style="list-style-type: none">• Cortos eléctricos que ocasionen lesiones personales.• Riesgos de Incendio.	<ul style="list-style-type: none">• Verificar el estado de las instalaciones eléctricas, proteger cables expuestos.• Dar mantenimiento preventivo y en su caso correctivo a las instalaciones eléctricas.

TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA
(ROLLOS Y TARIMAS)

¿Qué pasa si?	Consecuencias/Peligros	Recomendaciones
* Las zonas de tránsito para montacargas y peatones no se encuentran delimitadas.	<ul style="list-style-type: none">• Posibles atropellamientos a personas.• Colisiones vehiculares.	<ul style="list-style-type: none">• Delimitar y señalizar las áreas y pasillos de zona vehicular y peatonal.
* Se presentan fugas de fluido motriz (aceite) del montacargas.	<ul style="list-style-type: none">• Pisos resbalosos que provoquen caídas del personal.• Incremento de riesgo de incendio.	<ul style="list-style-type: none">• Dar mantenimiento preventivo y/o correctivo a los montacargas.
* El piso presenta agujeros o baches.	<ul style="list-style-type: none">• Accidentes por caídas del personal.• Dificultad al transportar el material ocasionando caídas del mismo.	<ul style="list-style-type: none">• Mantener llanos los pisos de las áreas de tránsito de almacenes de materia prima.



TANQUES DE GAS L.P.

¿Qué pasa si?	Consecuencias/Peligros	Recomendaciones
<ul style="list-style-type: none">* Se presentan fugas en los tanques de almacenamiento.	<ul style="list-style-type: none">* Formación de nubes inflamables.* Incendio al entrar en contacto con una fuente de ignición.	<ul style="list-style-type: none">* Inspecciones periódicas a los tanques de gas L.P.* Dar mantenimiento predictivo, preventivo y/o correctivo a los tanques de gas L.P.* Realizar estudios de espesores y de ultrasonido una vez que los tanques han cumplido 10 años de vida útil.
<ul style="list-style-type: none">* Los dispositivos (Válvulas, tuberías) de conducción de los tanques se encuentran deteriorados.	<ul style="list-style-type: none">* Se presentan fugas de gas en dichos dispositivos.* Pérdida del producto.* Formación de nubes inflamables.* Incendio.	<ul style="list-style-type: none">* Dar mantenimiento predictivo, preventivo y en su caso correctivo a las instalaciones y accesorios de los tanques de gas L.P.
<ul style="list-style-type: none">* Si existen deficiencias en el llenado de los tanques (mala conexión de mangueras, fuentes de ignición cercanas o no se aterrizan el vehículo).	<ul style="list-style-type: none">* Se presenta fugas de gas L.P.* Acumulación de energía estática lo cual podría originar incendio.* Incendios o explosiones.	<ul style="list-style-type: none">* Elaborar procedimiento para el llenado de tanques enfatizando las normas de seguridad y difundirlo al personal encargado a éstas actividades.
<ul style="list-style-type: none">* Hay cerca alguna fuente de ignición en los tanques de gas L.P.	<ul style="list-style-type: none">* Riesgo de Incendio	<ul style="list-style-type: none">* Proteger los tanques de almacenamiento de gas L.P. de cualquier fuente de ignición que pudiera provocar un incendio.

CALDERA Y LINEAS DE VAPOR DE AGUA

¿Qué pasa si?	Consecuencias/Peligros	Recomendaciones
<ul style="list-style-type: none">* Se presentan fugas de vapor en válvulas o accesorios.	<ul style="list-style-type: none">* Pérdidas de Energía.* Quemaduras personales por contacto o radiación.* Posibles afectaciones a equipos cercanos.	<ul style="list-style-type: none">* Dar mantenimiento periódico a las líneas y sus accesorios.* Llevar acabo inspecciones periódicas a fin de detectar dichas fugas.



CALDERA Y LINEAS DE VAPOR DE AGUA

¿Qué pasa si?	Consecuencias/Peligros	Recomendaciones
* Se descuida el nivel de agua de la caldera.	* Aumento de temperatura lo que trae como consecuencia que las líneas de vapor se fundan.	* Verificar con un controlador de nivel que el suministro de agua sea constante.
* Las válvulas de seguridad no disparan al aumentar la presión de operación.	* Sobrepresión en las líneas de vapor y caldera. * Riesgo de sobrepasar la presión de diseño, por lo que podría proyectarse la caldera. * Que la calidad del vapor se vea afectada.	* Verificar que las válvulas de seguridad estén perfectamente calibradas proporcionando mantenimiento preventivo y/o correctivo.
* Se excede el suministro de combustible.	* Aumento de temperatura con riesgo a que las líneas de vapor se fundan y que la caldera se proyecte. * Que la calidad del vapor se vea afectada.	* Verificar constantemente que el combustible suministrado sea el correcto.
* Los manómetros no funcionan adecuadamente.	* Aumento de presión con riesgo a llegar a la presión de diseño.	* Verificar que los manómetros trabajen correctamente a través de
* El aislante se encuentra en mal estado.	* Quemaduras personales debido a las altas temperaturas por contacto o radiación. * Pérdida de Energía. * Afectación a equipos cercanos.	* Dar mantenimiento periódico a las líneas de vapor.

SUBESTACION ELECTRICA

¿Qué pasa si?	Consecuencias/Peligros	Recomendaciones
Los conductores eléctricos no cuentan con apoyos como tubos, ductos, charolas, trincheras etc.	* Se encuentran expuestos a esfuerzos mecánicos y medio ambiente desfavorable como humedad.	* Proteger los conductores eléctricos como los tipos de tuberías de acuerdo a su uso.
* Hay sobretensión.	* Incendio, explosión.	* Respetar las reglas del reglamento electrónico de baja tensión.



SUBESTACION ELECTRICA

¿Qué pasa si?	Consecuencias/Peligros	Recomendaciones
* Se carece de controles de acceso (candado, cerrojo, cerradura).	* Acceso de personal no autorizado y/o capacitado. * Peligro de electrocución.	* Colocar avisos de restricción de paso, así como controles de acceso.
* En las conexiones de lámparas la fase y el neutro se encuentran invertidos.	* Riesgo de contacto con el hilo de la corriente.	* Verificar por medio de diagramas que las conexiones de las lámparas se encuentren correctamente para evitar accidentes.
* No existen reguladores del paso de la corriente (listones fusibles, interruptores termomagnéticos)	* Corto circuito. * Elementos quemados, como aparatos, motores, equipo etc.	* Las instalaciones eléctricas deben de ser construidas de tal manera que se elimine la posibilidad de ignición accidental de líquidos inflamables, polvos y vapores que se encuentren flotando en el ambiente.
* Se pasa por alto considerar la limitación de la temperatura, tensión, y demás características en los conductores.	* Daña su aislamiento con riesgo de corto circuito.	* Elegir el aislamiento apropiado de acuerdo a las condiciones de trabajo.
* Se excede el 40% máximo que deben de ocupar los conductores eléctricos con todo y aislamiento con respecto al ducto.	* Caída de tensión. * Mal funcionamiento de los elementos. * Mal aprovechamiento de energía.	* Conectar tanto máquinas, motores, elementos, dispositivos eléctricos a tensión correcta. (Caídas permitidas en el reglamento de obras e Instalaciones Eléctricas).
* La carga de los fusibles de gas ó químicos no es la correcta.	* Se genera un arco de corriente.	* Verificar constantemente la carga de los fusibles.
* El transformador no cuenta con una coladera por abajo para el aceite.	* Contaminación del manto freático. * Resbalones y posibles caídas.	* Verificar que exista un contenedor (charola, dique, coladera, etc.), a fin de controlar el aceite. * Colocar una tarima de madera con hule antiderrapante alrededor de los controladores.
* Se carece de pararrayos.	* Descargas atmosféricas.	Contar con la debida protección de descargas y sistemas de tierra contra la electricidad estática.



TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES..

¿Qué pasa si?	Consecuencias/Peligros	Recomendaciones
* Se presentan fugas en los tanques de almacenamiento.	* Formación de nubes inflamables. * Incendio al entrar en contacto con una fuente de ignición.	* Inspecciones periódicas a los tanques de almacenamiento. * Dar mantenimiento predictivo, preventivo y/o correctivo a los tanques de almacenamiento. * Realizar estudios de espesores y de ultrasonido una vez que los tanques han cumplido 10 años de vida útil.
* Los dispositivos (Válvulas, tuberías) de conducción de los tanques se encuentran deteriorados.	* Se presentan fugas de combustible en dichos dispositivos. * Pérdida del producto. * Formación de nubes inflamables. * Incendio.	* Dar mantenimiento predictivo, preventivo y en su caso correctivo a las instalaciones y accesorios de los tanques.
* Si existen deficiencias en el llenado de los tanques (mala conexión de mangueras, fuentes de ignición cercanas o no se aterrizan el vehículo).	* Se presenta fugas de combustible. * Acumulación de energía estática lo cual podría originar incendio. * Incendios o explosiones.	* Elaborar procedimiento para el llenado de tanques enfatizando las normas de seguridad y difundirlo al personal encargado a éstas actividades.
* Hay cerca alguna fuente de ignición a los tanques de almacenamiento.	* Riesgo de Incendio	* Proteger los tanques de almacenamiento de cualquier fuente de ignición que pudiera provocar un incendio.



Índice de fuego, explosión y toxicidad (Mond).

El índice MOND fue desarrollado a partir del índice DOW, por la compañía ICI (Imperial Chemical Industries) en 1979. La versión utilizada en este estudio es la primera, e incorpora la experiencia obtenida en su aplicación a diferentes procesos de la industria química.

El índice MOND es un método de evaluación de riesgos, que permite obtener resultados numéricos para cada sección de la planta, en función de las características de las sustancias, de su cantidad, así como del proceso de que se trate y las condiciones específicas de operación.

Estos resultados numéricos son asociados a diferentes niveles de riesgo potencial. El índice está principalmente dirigido a evaluar posibles problemas de incendio, explosión y efectos de toxicidad.

El cálculo del índice se realiza asignando una serie de valores de penalización en función de las características de cada unidad, según se ha citado. Por último, se asignan una serie de factores de bonificación, en función de las medidas de seguridad existentes.

El método permite calcular un índice general para cada unidad, así como una serie de índices parciales para caracterizar los riesgos de incendio, explosión interna, explosión externa, toxicidad unitaria y toxicidad del máximo incidente de las mismas.

En la siguiente tabla se indican los posibles valores del índice así como la calificación de riesgo propuesta, según dicho valor.



Clasificación del Índice global R del Índice Mond

FACTOR GLOBAL DE RIESGO	CATEGORÍA DEL RIESGO GLOBAL
0 - 20	Suave
20 - 100	Bajo
100 - 500	Moderado
500 - 1 100	Alto (Grupo 1)
1 100 - 2 500	Alto (Grupo 2)
2 500 - 12 500	Muy Alto
12 500 - 65 000	Extremo
> 65 000	Muy Extremo

El nivel de aceptabilidad del riesgo para una instalación industrial no es un valor absoluto, sino que depende de factores tales como: características propias de la instalación, ubicación geográfica, sensibilidad del entorno social, fragilidad del medio ambiente, etc.

En lo que se refiere a la industria química, a nivel internacional, la experiencia en la aplicación del método Mond indica que no es normal que una unidad, después de haber sido evaluada completamente, presente un nivel de *“riesgo global”* superior a *“Alto (Grupo 2)”*, y es razonable asumir que cualquier unidad evaluada por debajo de este nivel puede ser operada en forma satisfactoria siempre que se consideren adecuadamente los peligros indicados por la evaluación.

En cuanto a los índices parciales, el método aplica los siguientes criterios de clasificación de los riesgos:



Clasificación del riesgo parcial de incendio del Índice Mond.

Cantidad de fuego en BTU/ft ² del área normal de trabajo	Categoría	Duración esperada del fuego-horas
0 - 50,000	Ligero	0.25 - 0.50
50,000 - 100,000	Bajo	0.50 - 1.00
100,000 - 200,000	Moderado	1.00 - 2.00
200,000 - 400,000	Alto	2.00 - 4.00
400,000 - 1,000,000	Muy alto	4.00 - 10.00
1,000,000 - 2,000,000	Intenso	10.00 - 20.00
2,000,000 - 5,000,000	Extremo	20.00 - 50.00
5,000,000 - 10,000,000	Muy Extremo	50.00 - 100.00

Clasificación del riesgo parcial de explosión interna del Índice Mond

Índice de explosión interna	Categoría
0 - 1	Ligero
1 - 2.5	Bajo
2.5 - 4	Moderado
4 - 6	Alto
> 6	Muy alto



Clasificación del riesgo parcial de explosión externa del Índice Mond.

Índice de explosión externa	Categoría
0 – 10	Ligero
10 – 30	Bajo
30 – 100	Moderado
100 – 500	Alto
> 500	Muy alto

El AICHE (American Institute of Chemical Engineers) recomienda **no aceptar**, en principio, **niveles de riesgo superiores al “moderado”** para los riesgos de explosión interna y externa, aceptando como normales los niveles altos en el resto de los riesgos. Pero, considerando la ubicación de la planta y el interés por mantener un adecuado nivel de seguridad, se establecen los siguientes niveles de aceptabilidad de riesgos:

Niveles máximos de aceptabilidad de riesgos

Riesgo	Nivel máximo aceptable	Nivel no aceptable de riesgo
Incendio (F)	Moderado	Alto
Explosión interna (E)	Moderado	Alto
Explosión externa (A)	Moderado	Alto
Toxicidad unitario (U)	Moderado	Alto
Máximo incidente tóxico (C)	Moderado	Alto
Riesgo global (R)	Moderado	Alto (grupo 1)



Para la aplicación de esta metodología, se definieron cuatro zonas de la planta, en las cuales por la cantidad y propiedades del material, se pueden presentar riesgos de incendio, fuga de material y afectaciones al entorno de acuerdo al análisis preliminar de riesgos y al What if.

Las áreas seleccionadas para la aplicación del índice Mond fueron:

- ✓ Almacén general de rollos. En esta área se tiene una gran cantidad de rollos de papel almacenado (4,800 toneladas).
- ✓ Máquina Corrugadora. Es la parte principal del proceso, además de existir presiones y temperaturas elevadas a lo largo de la máquina.
- ✓ Caldera y líneas de vapor. Se utiliza diesel y combustóleo, además de manejar temperaturas y presiones elevadas.
- ✓ Area de almacenamiento de combustibles. Existe diesel, gasolina y combustóleo almacenados en una misma zona.

Los resultados de la aplicación del índice Mond se muestran a continuación y se anexan los cálculos de los índices individuales para cada sección.



Tablas resumen de la aplicación del índice Mond.

Sección: Almacén general de rollos.

Índices finales.

	Valor	Categoría
Carga de fuego, F.	1543	Ligero
Índice de explosión, E_f	0.97	Ligero
Índice de explosión aérea, A_f	0	Ligero
Índice total Mond, R_f	0	Suave

Sección: Máquina Corrugadora.

Índices finales.

	Valor	Categoría
Carga de fuego, F.	9	Ligero
Índice de explosión, E_f	1.25	Bajo
Índice de explosión aérea, A_f	1.31	Ligero
Índice total Mond, R_f	0.10	Suave

Sección: Caldera y líneas de vapor.

Índices finales.

	Valor	Categoría
Carga de fuego, F_r	85	Ligero
Índice de explosión, E_r	3.05	Moderado
Índice de explosión aérea, A_r	29.63	Bajo
Índice total Mond, R_r	11.26	Suave

Sección: Area de almacenamiento de combustibles.

Índices finales.

	Valor	Categoría
Carga de fuego, F_r	7048	Ligero
Índice de explosión, E_r	3.94	Moderado
Índice de explosión aérea, A_r	1.61	Ligero
Índice total Mond, R_r	63.18	Bajo



INDICE MOND PARA FUEGO, EXPLOSIÓN Y TOXICIDAD

COMPLEJO Y/O PLANTA Smurfit Cartón y Papel de México S.A. De C.V.	DEPARTAMENTO División Corrugado Noroeste	UNIDAD Y SECCIÓN Almacén General de Rollos	FECHA 01/09/00
--	---	---	-------------------

MATERIALES Catalizadores	Rollos de papel	SOLVENTES
SUBPRODUCTOS Y PRODUCTOS INTERMEDIOS		PRODUCTOS

REACCIONES:
1.- FACTOR DEL MATERIAL "B" 0.1
MATERIAL O COMBINACIÓN: FACTOR DETERMINADO POR (SUBRAYE) COMBUSTIÓN, DESCOMPOSICIÓN, REACCIÓN, PRESIÓN DE EXPLOSIÓN

FÓRMULA: DANDO UN FACTOR DE MATERIAL "B" 0.1

2.- RIESGOS ESPECIALES DEL MATERIAL		FACTOR		FACTOR	
M	SUGERIDO	USADO	SUGERIDO	USADO	
A) OXIDANTES	0 a 20		L) OXIDANTES MUY FUERTES	0 a 300	
B) REACCIÓN PELIGROSA CON EL AGUA	0 a 30		M) SENSIBILIDAD A LA IGNIÓN	0 a 75	
C) MEZCLADO Y DISPERSIÓN	m= (1)60 a 80	0	N) RIESGOS ELECTROSTÁTICOS	0 a 200	25
D) COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA	30 a 250		TEMPERATURA DEL PROCESO	t= 290	
E) POLIMERIZACIÓN ESPONTÁNEA	27 a 75		SUMA DE FACTORES R.E.P	S=	25
F) SENSIBILIDAD A LA IGNIÓN	(1)75 a 150		5.- RIESGOS POR CANTIDAD	Q	
G) DESCOMPOSICIÓN EXPLOSIVA	125		VOLUMEN (m3)	v=	
H) DETONACIÓN GASEOSA	150		DENSIDAD (TONELADAS)	k= 4800	
I) FASE CONDENSADA	200 a 1500		FACTOR ASIGNADO	Q=	280
J) OTROS	0 a 150		6.- RIESGOS POR LAY OUT	L	
SUMA DE FACTORES R.E.M	M=	0	ALTURA DE LA UNIDAD (m)	H= 7	
			ÁREA DE TRABAJO (m2)	N= 6000	
3.- RIESGOS GENERALES DEL PROCESO		FACTOR		FACTOR	
P	SUGERIDO	USADO	SUGERIDO	USADO	
A) MANEJO Y CAMBIOS FÍSICOS	10 a 60	10	A) DISEÑO ESTRUCTURAL	0 a 200	20
B) REACCIÓN ÚNICA CONTINUA	25 a 50		B) EFECTO DOMINÓ	0 a 250	20
C) REACCIÓN ÚNICA BATCH	10 a 60		C) SUBTERRÁNEAS	0 a 150	
D) MULTIRREACCIONES	0 a 75		D) DRENAJE SUPERFICIAL	0 a 100	
E) TRANSFERENCIA DE MATERIAL	0 a 75		E) OTROS	0 a 250	220
F) CONTENEDORES PORTÁTILES	10 a 100		SUMA DE FACTORES R.L.O	L=	260
SUMA DE FACTORES R.G.P	P=	10	7.- RIESGOS DE TOXICIDAD		
4.- RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO		FACTOR		FACTOR	
S	SUGERIDO	USADO	SUGERIDO	USADO	
A) BAJA PRESIÓN	0 a 100		A) TLV	0 a 300	
B) ALTA PRESIÓN	0 a 150		B) FORMA DEL MATERIAL	25 a 200	
C) BAJA 1) AC. AL CARBÓN (-10 a 0 C)	15		C) EXPOSICIÓN CORTA	(1)100 A 150	
TEMPERATURA 2) AC. AL CARBÓN ABAJO -10 C	50 a 100		D) ABSORCIÓN POR LA PIEL	0 a 300	
3) OTROS MATERIALES	0 a 100		E) FACTORES FÍSICOS	0 a 300	
D) ALTA 1) INFLAMABILIDAD	0 a 40		SUMA DE FACTORES R.T	T=	0
TEMPERATURA 2) MATERIALES CONSTRUCCIÓN	0 a 25		SUMARIO DE VALORES DE FACTORES		
E) CORROSIÓN Y EROSIÓN	0 a 150		FACTOR DE MATERIAL	B= 0.1	Q=
F) FUGAS JUNTAS Y EMPAQUES	0 a 60		RIESGOS ESPECIALES MATERIAL	M=	0 280
G) VIBRACIÓN	0 a 50		MEZCLADO Y DISPERSIÓN	m=	0 H=
H) CONTROL DIFÍCIL DE PROCESO O REACCIÓN	20 a 300		RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	P=	10 7
I) OPERACIÓN RANGO INFLAMABLE	0 a 150		RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO	S=	25 N=
J) RIESGO DE EXPLOSIÓN MAYOR QUE EL PROMEDIO	40 a 100		RIESGOS POR LAY OUT	L=	260 6000
K) POLVOS O NIEBLAS RIESGOSAS	30 a 70		RIESGOS DE TOXICIDAD	T=	0 I=
				P=	0 290
				K=	4800

INDICE GENERAL DE RIESGO	RESULTADO	CATEGORÍA
$D = B \cdot (1 + (M/100)) \cdot (1 + (P/100)) \cdot (1 + (S + Q + L)/100) + T/400$	D= 1	SUAVE
CARGA DE FUEGO $F = (B \cdot KN) \cdot 20,500$ (Btu/m2)	F= 1640	LIGERO
INDICE DE TOXICIDAD DE LA UNIDAD	U= 0	LIGERO
INDICE DE TOXICIDAD MAYOR $C = Q \cdot U$	C= 0	LIGERO
INDICE DE EXPLOSIÓN $E = 1 + (M + P + S) / 100$	E= 1	LIGERO
INDICE DE EXPLOSIÓN AÉREA $A = b \cdot (1 + m/100) \cdot 0 \cdot e \cdot H \cdot (\sqrt{300}) \cdot (1 + p) / 1000$	A= 0	LIGERO
INDICE TOTAL MOND $R = D \cdot (1 + Raiz Cuadrada(FUEA) / 1000)$	R= 0	SUAVE



CAPÍTULO 6

10.- FACTORES DE CORRECCIÓN POR MEDIDAS DE SEGURIDAD		VALOR		VALOR
K1 - CONTROL DE RIESGOS EN CONTENEDORES			K4 - PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO	
A) RECIPIENTES A PRESIÓN	1		A) PROTECCIÓN A ESTRUCTURAS	1
B) TANQUES VERTICALES ATMOSFÉRICOS	1		B) BARRERAS CONTRA INCENDIO	0.97
C) TUBERÍA	1		C) PROTECCIÓN A EQUIPOS	0.97
1.- DISEÑO POR TENSIÓN		1	PRODUCTO DE FACTORES P.C.I.	K4 0.9409
2.- JUNTAS Y EMPAQUES		1	K5 - AISLAMIENTO DE MATERIALES	1
D) CONTENEDORES ADICIONALES	1		A) SISTEMAS DE VÁLVULAS	1
E) DETECCIÓN Y RESPUESTA DE FUGAS	1		B) VENTILACIÓN	1
F) DESECHO DE MATERIAL FUGADO	1		PRODUCTO DE FACTORES A.M.	K5= 1
PRODUCTO DE FACTORES C.R.C	K1=	1	K6 - COMBATE DE INCENDIOS	
11.- CONTROL DE PROCESO		1	A) ALARMA DE EMERGENCIA	0.9
A) SISTEMA DE ALARMAS	0.9		B) ENTINGUIDORES PORTÁTILES	0.95
B) ENERGÍA DE EMERGENCIA	1		C) SUMINISTRO DE AGUA CONTRA INCENDIO	0.95
C) SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	1		D) SISTEMAS DE ROCIADORES O MONITORES	0.9
D) SISTEMA DE GAS INERTE	1		E) ESPUMA Y GAS INERTE	1
E) ACTIVIDADES DE ANÁLISIS DE RIESGOS	1		F) BRIGADA	0.95
F) SISTEMAS DE PARO	1		G) APOYO EXTERNO Y/O INTERNO	0.9
G) CONTROL POR COMPUTADORA	1		H) VENTILACIÓN DE HUMO	0.9
H) PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIÓN O REACCIÓN PELIGROSA	1		PRODUCTO DE FACTORES DE SEGURIDAD	C.I. 0.56252374
I) INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN	0.95		11 - SUMARIO DE FACTORES DE SEGURIDAD	
J) SUPERVISIÓN DE PLANTA	0.95		C.R.C. K1=	1
PRODUCTO DE FACTORES CONTROL DE PROCESO	K2=	0.81225	C.P. K2=	0.81225
12.- ACTITUD DE SEGURIDAD			A.S. K3=	0.88445
A) INVOLUCRAMIENTO DE LA GERENCIA	0.95		P.C.I. K4=	0.9409
B) ENTRENAMIENTO EN SEGURIDAD	0.95		A.M. K5=	1
C) PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO	0.98		C.I. K6=	0.56252374
PRODUCTO DE FACTORES ACTITUD DE SEGURIDAD	K3=	0.88445		
12.- CALCULO DE INDICES FINALES		VALOR	CATEGORIA	
CARGA DE FUEGO				
F=F*K1*K4*K5	F=	1543	LIGERO	
INDICE DE EXPLOSIÓN				
Ef=E*K2*K3	Ef=	0.97	LIGERO	
INDICE DE EXPLOSIÓN AÉREA				
Af=A*K1*K5*K6	Af=	0.00	LIGERO	
INDICE TOTAL MOND				
Rf=R*K1*K2*K3*K4*K5*K6	Rf=	0.00	SUAVE	
13.- COMENTARIOS ADICIONALES				



INDICE MOND PARA FUEGO, EXPLOSIÓN Y TOXICIDAD

COMPLEJO Y/O PLANTA Smurfit Cartón y Papel de México S.A. De C.V.	DÉPARTAMENTO División Corrugado Noroeste	UNIDAD Y SECCIÓN Máquina Corrugadora	FECHA 01/09/00
--	---	---	-------------------

MATERIALES Papier y Adhesivo	SOLVENTES
CATALIZADORES	PRODUCTOS
SUBPRODUCTOS Y PRODUCTOS INTERMEDIOS	

REACCIONES	0.1
1.- FACTOR DEL MATERIAL "B"	
MATERIAL O COMBINACIÓN FACTOR DETERMINADO POR (SUBRAYE) COMBUSTIÓN, DESCOMPOSICIÓN, REACCIÓN, PRESIÓN DE EXPLOSIÓN	

FÓRMULA	DANDO UN FACTOR DE MATERIAL "B"	0.1
---------	---------------------------------	-----

2.- RIESGOS ESPECIALES DEL MATERIAL	M	FACTOR			FACTOR	
		SUGERIDO	USADO		SUGERIDO	USADO
A) OXIDANTES		0 a 20		L) OXIDANTES MUY FUERTES	0 a 300	0.
B) REACCIÓN PELIGROSA CON EL AGUA		0 a 30		M) SENSIBILIDAD A LA IGNICIÓN	0 a 75	0
C) MEZCLADO Y DISPERSIÓN	m=	(-)50 a 80	0	N) RIESGOS ELECTROSTÁTICOS	0 a 200	0
D) COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA		30 a 250		TEMPERATURA DEL PROCESO	t=	449
E) POLIMERIZACIÓN ESPONTÁNEA		27 a 75		SUMA DE FACTORES R E P	S=	145
F) SENSIBILIDAD A LA IGNICIÓN		(-)75 a 150		5.- RIESGOS POR CANTIDAD	Q	
G) DESCOMPOSICIÓN EXPLOSIVA		125		VOLUMEN (m3)=		
H) DETONACIÓN GASEOSA		150		DENSIDAD (TONELADAS)	k=	10
I) FASE CONDENSADA		200 a 1500		FACTOR ASIGNADO	O=	42
J) OTROS		0 a 150		6.- RIESGOS POR LAY OUT	L	
SUMA DE FACTORES R E M	M=	0		ALURA DE LA UNIDAD (m)	H=	7
				ÁREA DE TRABAJO (m2)	N=	1440

3.- RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	P			SUMARIO DE VALORES DE FACTORES		
				B=	Q=	
A) MANEJO Y CAMBIOS FÍSICOS		10 a 80	20	A) DISEÑO ESTRUCTURAL	0 a 200	20
B) REACCIÓN ÚNICA CONTINUA		25 a 50		B) EFECTO DOMINIO	0 a 250	20
C) REACCIÓN ÚNICA BATCH		10 a 60		C) SUBTERRÁNEAS	0 a 150	30
D) MULTIRREACCIONES		0 a 75		D) DRENAJE SUPERFICIAL	0 a 100	10
E) TRANSFERENCIA DE MATERIAL		0 a 75		E) OTROS	0 a 250	75
F) CONTENEDORES PORTÁTILES		10 a 100		SUMA DE FACTORES R L O	L=	155
SUMA DE FACTORES R G P	P=	20		7.- RIESGOS DE TOXICIDAD		

4.- RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO	S			SUMARIO DE VALORES DE FACTORES		
				B=	Q=	
A) BAJA PRESIÓN		0 a 100		A) TLV	0 a 300	
B) ALTA PRESIÓN	p	0 a 150	25	B) FORMA DEL MATERIAL	25 a 200	
C) BAJA		1) AC. AL CARBÓN (-10 a 0 C)	15	C) EXPOSICIÓN CORTA	(-)100 A 150	
TEMPERATURA		2) AC. AL CARBÓN ABAJO -10 C	50 a 100	D) ABSORCIÓN POR LA PIEL	0 a 300	
		3) OTROS MATERIALES	0 a 100	E) FACTORES FÍSICOS	0 a 300	20
D) ALTA		1) INFLAMABILIDAD	0 a 40	SUMA DE FACTORES R T	T=	20
TEMPERATURA		2) MATERIALES CONSTRUCCIÓN	0 a 25	SUMARIO DE VALORES DE FACTORES		
E) CORROSIÓN Y EROSIÓN		0 a 150	10	FACTOR DE MATERIAL	B=	0.1
F) FUGAS JUNTAS Y EMPAQUES		0 a 60	20	RIESGOS ESPECIALES MATERIAL	M=	0
G) VIBRACIÓN		0 a 50	20	MEZCLADO Y DISPERSIÓN	m=	0
H) CONTROL DIFÍCIL DE PROCESO O REACCIÓN		20 a 300	20	RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	P=	20
I) OPERACIÓN RANCO INFLAMABLE		0 a 150	0	RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO	S=	145
J) RIESGO DE EXPLOSIÓN MAYOR QUE EL PROMEDIO		40 a 100	0	RIESGOS POR LAY OUT	L=	155
K) POLVOS O NIEBLAS RIESGOSAS		30 a 70	30	RIESGOS DE TOXICIDAD	T=	20
S.- CALCULO DE INDICES					p=	25
					k=	10

INDICE GENERAL DE RIESGO	RESULTADO	CATEGORÍA
$D = B^* (1 + (M/100)) (1 + (P/100)) (1 + (S + Q + L)/100 + T/400)$	D=	1 SUAVE
CARGA DE FUEGO	F=	14 LIGERO
$F = (B^* K/N)^{1/2} \cdot 20,500$ (Btu/ft2)		
INDICE DE TOXICIDAD DE LA UNIDAD	U=	1 LIGERO
$U = T/100 (1 + (M + P + S)/100)$		
INDICE DE TOXICIDAD MAYOR	C=	22 BAJO
$C = Q^* U$		
INDICE DE EXPLOSIÓN	E=	3 MODERADO
$E = 1 + (M + P + S)/100$		
INDICE DE EXPLOSIÓN AÉREA	A=	3 LIGERO
$A = b^* (1 + m/100) \cdot Q^* E^* H^* (1/300) (1 + p/1000)$		
INDICE TOTAL MOND	R=	1 SUAVE
$R = D^* (1 + RalZ \cdot Cusp) (FUEA/1000)$		



CAPÍTULO 6

0.- FACTORES DE CORRECCIÓN POR MEDIDAS DE SEGURIDAD		VALOR		VALOR
1.- CONTROL DE RIESGOS EN CONTENEDORES				
K4.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO				
A) RECIPIENTES A PRESIÓN		0.9	A) PROTECCIÓN A ESTRUCTURAS	1
B) TANQUES VERTICALES ATMOSFÉRICOS		1	B) BARRERAS CONTRA INCENDIO	0.97
C) TUBERÍA	1.- DISEÑO POR TENSION	0.9	C) PROTECCIÓN A EQUIPOS	0.97
	2.- JUNTAS Y EMPAQUES	0.9	PRODUCTO DE FACTORES P.C.I.	K4 0.9409
D) CONTENEDORES ADICIONALES		1	K5.- AISLAMIENTO DE MATERIALES	
E) DETECCIÓN Y RESPUESTA DE FUGAS		1	A) SISTEMAS DE VÁLVULAS	0.95
F) DESECHO DE MATERIAL FUGADO		1	B) VENTILACIÓN	1
	PRODUCTO DE FACTORES C.R.C	K1= 0.729	PRODUCTO DE FACTORES A.M	K5= 0.95
2.- CONTROL DE PROCESO				
K6.- COMBATE DE INCENDIOS				
A) SISTEMA DE ALARMAS		0.95	A) ALARMA DE EMERGENCIA	0.9
B) ENERGÍA DE EMERGENCIA		0.9	B) ENTINGUIDORES PORTATILES	0.95
C) SISTEMA DE ENFRIAMIENTO		0.95	C) SUMINISTRO DE AGUA CONTRA INCENDIO	0.95
D) SISTEMA DE GAS INERTE		1	D) SISTEMAS DE ROCIADORES O MONITORES	1
E) ACTIVIDADES DE ANALISIS DE RIESGOS		1	E) ESPUMA Y GAS INERTE	1
F) SISTEMAS DE PARO		0.85	F) BRIGADA	0.95
G) CONTROL POR COMPUTADORA		0.9	G) APOYO EXTERNO Y/O INTERNO	0.9
H) PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIÓN O REACCIÓN PELIGROSA		1	H) VENTILACIÓN DE HUMO	0.9
I) INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN		0.9	RODUCTO DE FACTORES DE SEGURIDAD	C.I. 0.62502638
J) SUPERVISIÓN DE PLANTA		0.95	11.- SUMARIO DE FACTORES DE SEGURIDAD	
PRODUCTO DE FACTORES CONTROL DE PROCESO	K2=	0.53127242	C.RC. K1=	0.729
3.- ACTITUD DE SEGURIDAD				
C.P. K2= 0.53127242				
A) INVOLUCRAMIENTO DE LA GERENCIA		0.95	A.S. K3=	0.88445
B) ENTRENAMIENTO EN SEGURIDAD		0.95	P.C.I. K4=	0.9409
C) PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO		0.98	A.M. K5=	0.95
PRODUCTO DE FACTORES ACTITUD DE SEGURIDAD	K3=	0.88445	C.I. K6=	0.62502638
2.- CALCULO DE INDICES FINALES				
VALOR				
CATEGORIA				
CARGA DE FUEGO				
F= F*K1*K4*K5	F=	9	LIGERO	
INDICE DE EXPLOSIÓN				
Ef= E*K2*K3	Ef=	1.25	BAJO	
INDICE DE EXPLOSIÓN AÉREA				
Af= A*K1*K5*K6	Af=	1.31	LIGERO	
INDICE TOTAL MOND				
Rf= R*K1*K2*K3*K4*K5*K6	Rf=	0.10	SUAVE	
3.- COMENTARIOS ADICIONALES				



INDICE MOND PARA FUEGO, EXPLOSIÓN Y TOXICIDAD

COMPLEJO Y/O PLANTA Smurfit Cartón y Papel de México S.A. De C.V.	DEPARTAMENTO División Corrugado Noroeste	UNIDAD Y SECCIÓN Celdera y línea de vapor	FECHA 01/08/00
--	---	--	-------------------

MATERIALES Diesel, combustóleo, vapor.	SOLVENTES:
CATALIZADORES	PRODUCTOS:
RESIDUOS Y PRODUCTOS INTERMEDIOS	

ACCIONES	
FACTOR DEL MATERIAL "B"	1.5
MATERIAL O COMBINACIÓN FACTOR DETERMINADO POR (SUBRAYE) COMBUSTIÓN, DESCOMPOSICIÓN, REACCIÓN, PRESIÓN DE EXPLOSIÓN	

FÓRMULA: calor de combustión (BTU/lb) / 1000 DANDO UN FACTOR DE MATERIAL "B" 1.5

RIESGOS ESPECIALES DEL MATERIAL	M	FACTOR		SUGERIDO	USADO	SUGERIDO	USADO
		SUGERIDO	USADO				
OXIDANTES		0 a 20		0 a 300		0 a 300	
REACCIÓN PELIGROSA CON EL AGUA		0 a 30		0 a 75		0 a 75	
MEZCLADO Y DISPERSIÓN	m ^a	(-)60 a 60	0	0 a 200	15	0 a 200	15
COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA		30 a 250		TEMPERATURA DEL PROCESO	t ^m	1073	
POLIMERIZACIÓN ESPONTÁNEA		77 a 75		SUMA DE FACTORES R.E.P.	S ^a	230	
SENSIBILIDAD A LA IGNICIÓN		(-)75 a 150		5 - RIESGOS POR CANTIDAD	Q		
DESCOMPOSICIÓN EXPLOSIVA		125		VOLUMEN (m ³)	v ^m		
DETONACIÓN GASEOSA		150		DENSIDAD (TONELADAS)	k ^m	1	
FASE CONDENSADA		200 a 1500	200	FACTOR ASIGNADO	Q ^m	8	
OTROS		0 a 150		6 - RIESGOS POR LAY OUT	L		
SUMA DE FACTORES R.E.M.	M ^m	M ^m	200	ALTURA DE LA UNIDAD (m)	H ^m	7	
RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	P			ÁREA DE TRABAJO (m ²)	N ^m	225	
MANEJO Y CAMBIOS FÍSICOS		10 a 60	10	A) DISEÑO ESTRUCTURAL		0 a 200	20
REACCIÓN ÚNICA CONTÍNUA		75 a 50	25	B) EFECTO DOMINÓ		0 a 250	20
REACCIÓN ÚNICA BATCH		10 a 60		C) SUBTERRÁNEAS		0 a 150	30
MULTIRREACCIONES		0 a 75		D) DRENAJE SUPERFICIAL		0 a 100	10
TRANSFERENCIA DE MATERIAL		0 a 75	10	E) OTROS		0 a 250	75
CONTENEDORES PORTÁTILES		10 a 100	10	SUMA DE FACTORES R.L.O.	L ^m	155	
SUMA DE FACTORES R.G.P.	P ^m	P ^m	55	7 - RIESGOS DE TOXICIDAD			
RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO	S			A) TLV		0 a 300	10
BAJA PRESIÓN		0 a 100		B) FORMA DEL MATERIAL		25 a 200	50
ALTA PRESIÓN	p	0 a 150	40	C) EXPOSICIÓN CORTA		(-)100 A 150	0
BAJA	1) AC AL CARBÓN (-10 a 0 C)	15		D) ABSORCIÓN POR LA PIEL		0 a 300	10
TEMPERATURA	2) AC AL CARBÓN ABAJO -10 C	50 a 100		E) FACTORES FÍSICOS		0 a 300	20
	3) OTROS MATERIALES	0 a 100		SUMA DE FACTORES R.T.	T ^m	90	
ALTA	1) INFLAMABILIDAD	0 a 40	25	SUMARIO DE VALORES DE FACTORES			
TEMPERATURA	2) MATERIALES CONSTRUCCIÓN	0 a 25	10	FACTOR DE MATERIAL	B ^m	1.5	Q ^m
CORROSIÓN Y EROSIÓN		0 a 150	10	RIESGOS ESPECIALES MATERIAL	M ^m	200	8
FUGAS JUNTAS Y EMPAQUES		0 a 60	20	MEZCLADO Y DISPERSIÓN	m ^m	0	H ^m
VIBRACIÓN		0 a 50	30	RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	P ^m	55	7
CONTROL DIFÍCIL DE PROCESO O REACCIÓN		20 a 300	20	RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO	S ^m	230	N ^m
OPERACIÓN RANGO INFLAMABLE		0 a 150	20	RIESGOS POR LAY OUT	L ^m	155	225
RIESGO DE EXPLOSIÓN MAYOR QUE EL PROMEDIO		40 a 100	40	RIESGOS DE TOXICIDAD	T ^m	90	t ^m
POLVOS O NIEBLAS RIESGOSAS		30 a 70			p ^m	40	1073
					k ^m	1	

DICE GENERAL DE RIESGO	RESULTADO	CATEGORÍA
$B = \frac{1 + (M/100)}{1 + (P/100)} \times (1 + (S+Q+L)/100 + T/400)$	D = 36	LIGERO
ARGA DE FUEGO $(B^2 \cdot K/N)^{1/2} \cdot 20,500$ (Btu/m ²)	F = 137	LIGERO
DICE DE TOXICIDAD DE LA UNIDAD $T = 100(1 + (M+P+S)/100)$	U = 5	MODERADO
DICE DE TOXICIDAD MAYOR $Q^2 \cdot U$	C = 42	BAJO
DICE DE EXPLOSIÓN $1 + (M+P+S)/100$	E = 6	MUY ALTO
DICE DE EXPLOSIÓN AÉREA $b^2(1 + m/100) \cdot Q^2 \cdot E^2 \cdot H^2 / (300) \times ((1+p)/1000)$	A = 72	MODERADO
DICE TOTAL MOND $D^2(1 + R/2 \sqrt{C^2 + D^2}) / (FUEA/1000)$	R = 56	BAJO



CAPÍTULO 6

10.- FACTORES DE CORRECCIÓN POR MEDIDAS DE SEGURIDAD		VALOR		VALOR
K1.- CONTROL DE RIESGOS EN CONTENEDORES				
A) RECIPIENTES A PRESIÓN		0.9		
B) TANQUES VERTICALES ATMOSFÉRICOS		1		
C) TUBERÍA	1.- DISEÑO POR TENSIÓN	0.9		
	2.- JUNTAS Y EMPAQUES	0.9		
D) CONTENEDORES ADICIONALES		0.95		
E) DETECCIÓN Y RESPUESTA DE FUGAS		1		
F) DESECHO DE MATERIAL FUGADO		1		
	PRODUCTO DE FACTORES C.R.C	K1= 0.69255		
K2.- CONTROL DE PROCESO				
A) SISTEMA DE ALARMAS		0.95		
B) ENERGÍA DE EMERGENCIA		0.9		
C) SISTEMA DE ENFRIAMIENTO		0.95		
D) SISTEMA DE GAS INERTE		1		
E) ACTIVIDADES DE ANÁLISIS DE RIESGOS		1		
F) SISTEMAS DE PARO		0.85		
G) CONTROL POR COMPUTADORA		1		
H) PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIÓN O REACCIÓN PELIGROSA		1		
I) INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN		0.9		
J) SUPERVISIÓN DE PLANTA		0.95		
	PRODUCTO DE FACTORES CONTROL DE PROCESO	K2= 0.59030269		
K3.- ACTITUD DE SEGURIDAD				
A) INVOLUCRAMIENTO DE LA GERENCIA		0.95		
B) ENTRENAMIENTO EN SEGURIDAD		0.95		
C) PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO		0.98		
	PRODUCTO DE FACTORES ACTITUD DE SEGURIDAD	K3= 0.88445		
12.- CÁLCULO DE INDICES FINALES				
CARGA DE FUEGO			VALOR	
F=F*K1*K4*K5	F=	85	CATEGORÍA	
INDICE DE EXPLOSIÓN			LIGERO	
Ef=E*K2*K3	Ef=	3.05	MODERADO	
INDICE DE EXPLOSIÓN AÉREA				
Af=A*K1*K5*K6	Af=	29.63	BAJO	
INDICE TOTAL MOND				
Rf=R*K1*K2*K3*K4*K5*K6	Rf=	11.26	SUAVE	
13.- COMENTARIOS ADICIONALES				



INDICE MOND PARA FUEGO, EXPLOSIÓN Y TOXICIDAD

COMPLEJO Y/O PLANTA Smurfit Cartón y Papel de México S.A. De C.V		DEPARTAMENTO División Corrugado Noroeste	UNIDAD Y SECCIÓN Área de almacenamiento de combustibles	FECHA 01/06/00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
MATERIALES: Gasolina, diesel y combustibles.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
CATALIZADORES		SOLVENTES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SUBPRODUCTOS Y PRODUCTOS INTERMEDIOS		PRODUCTOS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
REACCIONES:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1 - FACTOR DEL MATERIAL "B" 1.87																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
MATERIAL O COMBINACIÓN: FACTOR DETERMINADO POR (SUBRAYE): COMBUSTIÓN, DESCOMPOSICIÓN, REACCIÓN, PRESIÓN DE EXPLOSIÓN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
FÓRMULA: calor de combustión (BTU/lb) y 1000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
DANDO UN FACTOR DE MATERIAL "B" 1.87																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">FACTOR</th> <th colspan="2">FACTOR</th> </tr> <tr> <th></th> <th>M</th> <th>SUGERIDO</th> <th>USADO</th> <th>SUGERIDO</th> <th>USADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="6">2 - RIESGOS ESPECIALES DEL MATERIAL</td> </tr> <tr> <td>A) OXIDANTES</td> <td></td> <td>0 a 20</td> <td></td> <td>1) OXIDANTES MUY FUERTES</td> <td>0 a 300</td> </tr> <tr> <td>B) REACCIÓN PELIGROSA CON EL AGUA</td> <td></td> <td>0 a 30</td> <td></td> <td>M) SENSIBILIDAD A LA IGNICIÓN</td> <td>0 a 75</td> </tr> <tr> <td>C) MEZCLADO Y DISPERSIÓN</td> <td>m*</td> <td>(/90 a 60)</td> <td>0</td> <td>N) RIESGOS ELECTROSTÁTICOS</td> <td>0 a 200</td> </tr> <tr> <td>E) COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA</td> <td></td> <td>30 a 250</td> <td></td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td>F) POLIMERIZACIÓN ESPONTÁNEA</td> <td></td> <td>27 a 75</td> <td></td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td>F) SENSIBILIDAD A LA IGNICIÓN</td> <td></td> <td>(/75 a 150)</td> <td>25</td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td>G) DESCOMPOSICIÓN EXPLOSIVA</td> <td></td> <td>125</td> <td></td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td>H) DETONACIÓN GASEOSA</td> <td></td> <td>150</td> <td>150</td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td>I) FASE CONDENSADA</td> <td></td> <td>200 a 1500</td> <td>200</td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td>J) OTROS</td> <td></td> <td>0 a 150</td> <td>20</td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td colspan="2">SUMA DE FACTORES R E M</td> <td>M*</td> <td>395</td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td colspan="6">3 - RIESGOS GENERALES DEL PROCESO</td> </tr> <tr> <td>A) MANEJO Y CAMBIOS FÍSICOS</td> <td></td> <td>10 a 60</td> <td>30</td> <td>A) DISEÑO ESTRUCTURAL</td> <td>0 a 200</td> </tr> <tr> <td>B) REACCIÓN ÚNICA CONTÍNUA</td> <td></td> <td>25 a 50</td> <td></td> <td>B) EFECTO DOMINÓ</td> <td>0 a 250</td> </tr> <tr> <td>C) REACCIÓN ÚNICA BATCH</td> <td></td> <td>10 a 60</td> <td></td> <td>C) SUBTERRÁNEAS</td> <td>0 a 150</td> </tr> <tr> <td>D) MULTIRREACCIONES</td> <td></td> <td>0 a 75</td> <td></td> <td>D) DRENAJE SUPERFICIAL</td> <td>0 a 100</td> </tr> <tr> <td>E) TRANSFERENCIA DE MATERIAL</td> <td></td> <td>0 a 75</td> <td>50</td> <td>E) OTROS</td> <td>0 a 250</td> </tr> <tr> <td>F) CONTENEDORES PORTÁTILES</td> <td></td> <td>10 a 100</td> <td>100</td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td colspan="2">SUMA DE FACTORES R G P</td> <td>P*</td> <td>180</td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td colspan="6">4 - RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO</td> </tr> <tr> <td>A) BAJA PRESIÓN</td> <td></td> <td>0 a 100</td> <td></td> <td>A) TLV</td> <td>0 a 300</td> </tr> <tr> <td>B) ALTA PRESIÓN</td> <td>p</td> <td>0 a 150</td> <td></td> <td>B) FORMA DEL MATERIAL</td> <td>25 a 200</td> </tr> <tr> <td>C) BAJA TEMPERATURA</td> <td>1) AC. AL CARBÓN (-10 a 0 C)</td> <td>15</td> <td></td> <td>C) EXPOSICIÓN CORTA</td> <td>(/100 A 150)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2) AC. AL CARBÓN ABAJO -10 C</td> <td>50 a 100</td> <td></td> <td>D) ABSORCIÓN POR LA PIEL</td> <td>0 a 300</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3) OTROS MATERIALES</td> <td>0 a 100</td> <td></td> <td>E) FACTORES FÍSICOS</td> <td>0 a 300</td> </tr> <tr> <td>D) ALTA TEMPERATURA</td> <td>1) INFLAMABILIDAD</td> <td>0 a 40</td> <td></td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2) MATERIALES CONSTRUCCIÓN</td> <td>0 a 25</td> <td></td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td>E) CORROSIÓN Y EROSIÓN</td> <td></td> <td>0 a 150</td> <td>10</td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td>F) FUGAS JUNTAS Y EMPAQUES</td> <td></td> <td>0 a 60</td> <td>20</td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td>G) VIBRACIÓN</td> <td></td> <td>0 a 50</td> <td></td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td>H) CONTROL DIFÍCIL DE PROCESO O REACCIÓN</td> <td></td> <td>20 a 300</td> <td></td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td>I) OPERACIÓN RANGO INFLAMABLE</td> <td></td> <td>0 a 150</td> <td></td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td>J) RIESGO DE EXPLOSIÓN MAYOR QUE EL PROMEDIO</td> <td></td> <td>40 a 100</td> <td></td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td>K) POLVOS O NIEBLAS RIESGOSAS</td> <td></td> <td>30 a 70</td> <td></td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td colspan="2">SUMA DE FACTORES R T</td> <td>T*</td> <td>80</td> <td>TEMPERATURA DEL PROCESO</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td colspan="6">5 - RIESGOS DE TOXICIDAD</td> </tr> <tr> <td colspan="6">SUMARIO DE VALORES DE FACTORES</td> </tr> <tr> <td colspan="2">FACTOR DE MATERIAL</td> <td>B*</td> <td>1.87</td> <td>FACTOR DE MATERIAL</td> <td>B*</td> </tr> <tr> <td colspan="2">RIESGOS ESPECIALES MATERIAL</td> <td>M*</td> <td>395</td> <td>RIESGOS ESPECIALES MATERIAL</td> <td>M*</td> </tr> <tr> <td colspan="2">MEZCLADO Y DISPERSIÓN</td> <td>m*</td> <td>0</td> <td>MEZCLADO Y DISPERSIÓN</td> <td>m*</td> </tr> <tr> <td colspan="2">RIESGOS GENERALES DEL PROCESO</td> <td>P*</td> <td>180</td> <td>RIESGOS GENERALES DEL PROCESO</td> <td>P*</td> </tr> <tr> <td colspan="2">RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO</td> <td>S*</td> <td>80</td> <td>RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO</td> <td>S*</td> </tr> <tr> <td colspan="2">RIESGOS POR LAY OUT</td> <td>L*</td> <td>270</td> <td>RIESGOS POR LAY OUT</td> <td>L*</td> </tr> <tr> <td colspan="2">RIESGOS DE TOXICIDAD</td> <td>T*</td> <td>80</td> <td>RIESGOS DE TOXICIDAD</td> <td>T*</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>P*</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>K*</td> <td>55</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="6">9 - CALCULO DE INDICES</td> </tr> <tr> <td colspan="2">INDICE GENERAL DE RIESGO</td> <td colspan="2">RESULTADO</td> <td colspan="2">CATEGORIA</td> </tr> <tr> <td colspan="2">D=B*(1+(M/100))(1+(P/100))(1+(S+Q+L)/100+T/400)</td> <td>D=</td> <td>140</td> <td colspan="2">MUY EXTREMO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CARGA DE FUEGO</td> <td colspan="2">F=(B*K/N)*20,500 (Btu/m²)</td> <td>F=</td> <td>14056</td> </tr> <tr> <td colspan="2">INDICE DE TOXICIDAD DE LA UNIDAD</td> <td colspan="2">U=(T/100)(1+(M+P+S)/100)</td> <td>U=</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td colspan="2">INDICE DE TOXICIDAD MAYOR</td> <td colspan="2">C=Q*U</td> <td>C=</td> <td>423</td> </tr> <tr> <td colspan="2">INDICE DE EXPLOSIÓN</td> <td colspan="2">E=1+(M+P+S)/100</td> <td>E=</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td colspan="2">INDICE DE EXPLOSIÓN AÉREA</td> <td colspan="2">A=b*(1+(m/100)*Q*E*H*(1/300))(1+(p)/1000)</td> <td>A=</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td colspan="2">INDICE TOTAL MOND</td> <td colspan="2">R=D*(1+Ra/c Cuad)(FUEA/1000)</td> <td>R=</td> <td>386</td> </tr> </tbody> </table>							FACTOR		FACTOR			M	SUGERIDO	USADO	SUGERIDO	USADO	2 - RIESGOS ESPECIALES DEL MATERIAL						A) OXIDANTES		0 a 20		1) OXIDANTES MUY FUERTES	0 a 300	B) REACCIÓN PELIGROSA CON EL AGUA		0 a 30		M) SENSIBILIDAD A LA IGNICIÓN	0 a 75	C) MEZCLADO Y DISPERSIÓN	m*	(/90 a 60)	0	N) RIESGOS ELECTROSTÁTICOS	0 a 200	E) COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA		30 a 250		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*	F) POLIMERIZACIÓN ESPONTÁNEA		27 a 75		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*	F) SENSIBILIDAD A LA IGNICIÓN		(/75 a 150)	25	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*	G) DESCOMPOSICIÓN EXPLOSIVA		125		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*	H) DETONACIÓN GASEOSA		150	150	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*	I) FASE CONDENSADA		200 a 1500	200	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*	J) OTROS		0 a 150	20	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*	SUMA DE FACTORES R E M		M*	395	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*	3 - RIESGOS GENERALES DEL PROCESO						A) MANEJO Y CAMBIOS FÍSICOS		10 a 60	30	A) DISEÑO ESTRUCTURAL	0 a 200	B) REACCIÓN ÚNICA CONTÍNUA		25 a 50		B) EFECTO DOMINÓ	0 a 250	C) REACCIÓN ÚNICA BATCH		10 a 60		C) SUBTERRÁNEAS	0 a 150	D) MULTIRREACCIONES		0 a 75		D) DRENAJE SUPERFICIAL	0 a 100	E) TRANSFERENCIA DE MATERIAL		0 a 75	50	E) OTROS	0 a 250	F) CONTENEDORES PORTÁTILES		10 a 100	100	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*	SUMA DE FACTORES R G P		P*	180	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*	4 - RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO						A) BAJA PRESIÓN		0 a 100		A) TLV	0 a 300	B) ALTA PRESIÓN	p	0 a 150		B) FORMA DEL MATERIAL	25 a 200	C) BAJA TEMPERATURA	1) AC. AL CARBÓN (-10 a 0 C)	15		C) EXPOSICIÓN CORTA	(/100 A 150)		2) AC. AL CARBÓN ABAJO -10 C	50 a 100		D) ABSORCIÓN POR LA PIEL	0 a 300		3) OTROS MATERIALES	0 a 100		E) FACTORES FÍSICOS	0 a 300	D) ALTA TEMPERATURA	1) INFLAMABILIDAD	0 a 40		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*		2) MATERIALES CONSTRUCCIÓN	0 a 25		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*	E) CORROSIÓN Y EROSIÓN		0 a 150	10	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*	F) FUGAS JUNTAS Y EMPAQUES		0 a 60	20	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*	G) VIBRACIÓN		0 a 50		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*	H) CONTROL DIFÍCIL DE PROCESO O REACCIÓN		20 a 300		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*	I) OPERACIÓN RANGO INFLAMABLE		0 a 150		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*	J) RIESGO DE EXPLOSIÓN MAYOR QUE EL PROMEDIO		40 a 100		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*	K) POLVOS O NIEBLAS RIESGOSAS		30 a 70		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*	SUMA DE FACTORES R T		T*	80	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*	5 - RIESGOS DE TOXICIDAD						SUMARIO DE VALORES DE FACTORES						FACTOR DE MATERIAL		B*	1.87	FACTOR DE MATERIAL	B*	RIESGOS ESPECIALES MATERIAL		M*	395	RIESGOS ESPECIALES MATERIAL	M*	MEZCLADO Y DISPERSIÓN		m*	0	MEZCLADO Y DISPERSIÓN	m*	RIESGOS GENERALES DEL PROCESO		P*	180	RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	P*	RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO		S*	80	RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO	S*	RIESGOS POR LAY OUT		L*	270	RIESGOS POR LAY OUT	L*	RIESGOS DE TOXICIDAD		T*	80	RIESGOS DE TOXICIDAD	T*			P*	0					K*	55			9 - CALCULO DE INDICES						INDICE GENERAL DE RIESGO		RESULTADO		CATEGORIA		D=B*(1+(M/100))(1+(P/100))(1+(S+Q+L)/100+T/400)		D=	140	MUY EXTREMO		CARGA DE FUEGO		F=(B*K/N)*20,500 (Btu/m ²)		F=	14056	INDICE DE TOXICIDAD DE LA UNIDAD		U=(T/100)(1+(M+P+S)/100)		U=	6	INDICE DE TOXICIDAD MAYOR		C=Q*U		C=	423	INDICE DE EXPLOSIÓN		E=1+(M+P+S)/100		E=	8	INDICE DE EXPLOSIÓN AÉREA		A=b*(1+(m/100)*Q*E*H*(1/300))(1+(p)/1000)		A=	5	INDICE TOTAL MOND		R=D*(1+Ra/c Cuad)(FUEA/1000)		R=	386
		FACTOR		FACTOR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	M	SUGERIDO	USADO	SUGERIDO	USADO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
2 - RIESGOS ESPECIALES DEL MATERIAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
A) OXIDANTES		0 a 20		1) OXIDANTES MUY FUERTES	0 a 300																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
B) REACCIÓN PELIGROSA CON EL AGUA		0 a 30		M) SENSIBILIDAD A LA IGNICIÓN	0 a 75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
C) MEZCLADO Y DISPERSIÓN	m*	(/90 a 60)	0	N) RIESGOS ELECTROSTÁTICOS	0 a 200																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
E) COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA		30 a 250		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
F) POLIMERIZACIÓN ESPONTÁNEA		27 a 75		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
F) SENSIBILIDAD A LA IGNICIÓN		(/75 a 150)	25	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
G) DESCOMPOSICIÓN EXPLOSIVA		125		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
H) DETONACIÓN GASEOSA		150	150	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
I) FASE CONDENSADA		200 a 1500	200	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
J) OTROS		0 a 150	20	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
SUMA DE FACTORES R E M		M*	395	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
3 - RIESGOS GENERALES DEL PROCESO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
A) MANEJO Y CAMBIOS FÍSICOS		10 a 60	30	A) DISEÑO ESTRUCTURAL	0 a 200																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
B) REACCIÓN ÚNICA CONTÍNUA		25 a 50		B) EFECTO DOMINÓ	0 a 250																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
C) REACCIÓN ÚNICA BATCH		10 a 60		C) SUBTERRÁNEAS	0 a 150																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
D) MULTIRREACCIONES		0 a 75		D) DRENAJE SUPERFICIAL	0 a 100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
E) TRANSFERENCIA DE MATERIAL		0 a 75	50	E) OTROS	0 a 250																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
F) CONTENEDORES PORTÁTILES		10 a 100	100	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
SUMA DE FACTORES R G P		P*	180	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
4 - RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
A) BAJA PRESIÓN		0 a 100		A) TLV	0 a 300																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
B) ALTA PRESIÓN	p	0 a 150		B) FORMA DEL MATERIAL	25 a 200																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
C) BAJA TEMPERATURA	1) AC. AL CARBÓN (-10 a 0 C)	15		C) EXPOSICIÓN CORTA	(/100 A 150)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	2) AC. AL CARBÓN ABAJO -10 C	50 a 100		D) ABSORCIÓN POR LA PIEL	0 a 300																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	3) OTROS MATERIALES	0 a 100		E) FACTORES FÍSICOS	0 a 300																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
D) ALTA TEMPERATURA	1) INFLAMABILIDAD	0 a 40		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	2) MATERIALES CONSTRUCCIÓN	0 a 25		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
E) CORROSIÓN Y EROSIÓN		0 a 150	10	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
F) FUGAS JUNTAS Y EMPAQUES		0 a 60	20	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
G) VIBRACIÓN		0 a 50		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
H) CONTROL DIFÍCIL DE PROCESO O REACCIÓN		20 a 300		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
I) OPERACIÓN RANGO INFLAMABLE		0 a 150		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
J) RIESGO DE EXPLOSIÓN MAYOR QUE EL PROMEDIO		40 a 100		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
K) POLVOS O NIEBLAS RIESGOSAS		30 a 70		TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
SUMA DE FACTORES R T		T*	80	TEMPERATURA DEL PROCESO	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
5 - RIESGOS DE TOXICIDAD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
SUMARIO DE VALORES DE FACTORES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
FACTOR DE MATERIAL		B*	1.87	FACTOR DE MATERIAL	B*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
RIESGOS ESPECIALES MATERIAL		M*	395	RIESGOS ESPECIALES MATERIAL	M*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
MEZCLADO Y DISPERSIÓN		m*	0	MEZCLADO Y DISPERSIÓN	m*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
RIESGOS GENERALES DEL PROCESO		P*	180	RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	P*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO		S*	80	RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO	S*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
RIESGOS POR LAY OUT		L*	270	RIESGOS POR LAY OUT	L*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
RIESGOS DE TOXICIDAD		T*	80	RIESGOS DE TOXICIDAD	T*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		P*	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		K*	55																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
9 - CALCULO DE INDICES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
INDICE GENERAL DE RIESGO		RESULTADO		CATEGORIA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
D=B*(1+(M/100))(1+(P/100))(1+(S+Q+L)/100+T/400)		D=	140	MUY EXTREMO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
CARGA DE FUEGO		F=(B*K/N)*20,500 (Btu/m ²)		F=	14056																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
INDICE DE TOXICIDAD DE LA UNIDAD		U=(T/100)(1+(M+P+S)/100)		U=	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
INDICE DE TOXICIDAD MAYOR		C=Q*U		C=	423																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
INDICE DE EXPLOSIÓN		E=1+(M+P+S)/100		E=	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
INDICE DE EXPLOSIÓN AÉREA		A=b*(1+(m/100)*Q*E*H*(1/300))(1+(p)/1000)		A=	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
INDICE TOTAL MOND		R=D*(1+Ra/c Cuad)(FUEA/1000)		R=	386																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											



CAPÍTULO 6

10.- FACTORES DE CORRECCIÓN POR MEDIDAS DE SEGURIDAD		VALOR		VALOR
K1.- CONTROL DE RIESGOS EN CONTENEDORES			K4.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO	
A) RECIPIENTES A PRESIÓN		0.9	A) PROTECCIÓN A ESTRUCTURAS	1
B) TANQUES VERTICALES ATMOSFÉRICOS		1	B) BARRERAS CONTRA INCENDIO	0.97
C) TUBERÍA 1.- DISEÑO POR TENSIÓN		0.9	C) PROTECCIÓN A EQUIPOS	0.97
		0.9	PRODUCTO DE FACTORES P.C.I.	K4= 0.9409
D) CONTENEDORES ADICIONALES		0.95	K5.- AISLAMIENTO DE MATERIALES	
E) DETECCIÓN Y RESPUESTA DE FUGAS		1	A) SISTEMAS DE VÁLVULAS	0.95
F) DESECHO DE MATERIAL FUGADO		0.9	B) VENTILACIÓN	0.9
		0.623295	PRODUCTO DE FACTORES A.M.	K5= 0.855
K2.- CONTROL DE PROCESO			K6.- COMBATE DE INCENDIOS	
A) SISTEMA DE ALARMAS		0.95	A) ALARMA DE EMERGENCIA	0.9
B) ENERGÍA DE EMERGENCIA		0.9	B) ENTINGUIDORES PORTÁTILES	0.95
C) SISTEMA DE ENFRIAMIENTO		0.95	C) SUMINISTRO DE AGUA CONTRA INCENDIO	0.95
D) SISTEMA DE GAS INERTE		1	D) SISTEMAS DE ROCIADORES O MONITORES	1
E) ACTIVIDADES DE ANÁLISIS DE RIESGOS		1	E) ESPUMA Y GAS INERTE	1
F) SISTEMAS DE PARO		0.85	F) BRIGADA	0.95
G) CONTROL POR COMPUTADORA		1	G) APOYO EXTERNO Y/O INTERNO	0.9
H) PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIÓN O REACCIÓN PELIGROSA		1	H) VENTILACIÓN DE HUMO	0.9
I) INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN		0.9	PRODUCTO DE FACTORES DE SEGURIDAD	C.I= 0.62502638
J) SUPERVISIÓN DE PLANTA		0.95	11.- SUMARIO DE FACTORES DE SEGURIDAD	
		0.59030269	C.R.C. K1=	0.623295
K3.- ACTITUD DE SEGURIDAD			C.P. K2=	0.59030269
A) INVOLUCRAMIENTO DE LA GERENCIA		0.95	A.S. K3=	0.88445
B) ENTRENAMIENTO EN SEGURIDAD		0.95	P.C.I. K4=	0.9409
C) PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO		0.98	A.M. K5=	0.855
		0.88445	C.I. K6=	0.62502638
12.- CÁLCULO DE ÍNDICES FINALES		VALOR	CATEGORIA	
CARGA DE FUEGO				
F=F*K1*K4*K5		F= 7048	LIGERO	
ÍNDICE DE EXPLOSIÓN				
Ef=E*K2*K3		Ef= 3.94	MODERADO	
ÍNDICE DE EXPLOSIÓN AÉREA				
Af=A*K1*K5*K6		Af= 1.61	LIGERO	
ÍNDICE TOTAL MOND				
Rf=R*K1*K2*K3*K4*K5*K6		Rf= 63.18	BAJO	
13.- COMENTARIOS ADICIONALES				

**MODELACION DE EL O LOS EVENTOS PROBABLES MAXIMOS DE RIESGO.**

De acuerdo con los resultados obtenidos de la jerarquización de los riesgos y la identificación de eventos, se realizó la estimación de consecuencias de los escenarios más críticos en la planta.

Los materiales peligrosos que se manejan en las actividades descritas en este estudio poseen características inflamables, siendo su principal riesgo el de incendio y explosión; por lo que los principales criterios para establecer la zonas de salvaguardia son las siguientes:

Afectaciones de riesgos de Incendio y Explosión.

Riesgo	Zona	Límite establecido	Conclusiones
Explosión	Alto Riesgo	1.0 psi	Demolición parcial de casas que quedan inhabitables.
	Amortiguamiento	0.5 psi	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos.
Incendio	Alto Riesgo	5 kW/m ²	El umbral de dolor se alcanza en aprox. 15 segundos
	Amortiguamiento	1.4 KW/m ²	Niveles de radiación que pueden tolerarse a durante periodos de tiempo relativamente prolongados.



Efectos de los materiales peligrosos.

Efectos Térmicos.

La radiación térmica procedente de un incendio puede causar efectos adversos tanto en personas como en instalaciones. De una manera directa, los sujetos expuestos pueden sufrir quemaduras de diverso grado, con resultados de muerte a partir de ciertos valores de la intensidad de la radiación recibida y del tiempo de exposición. Por otro lado, los efectos térmicos pueden afectar a edificios o instalaciones, debilitando sus estructuras y destruyéndolos total o parcialmente, lo que puede dar origen a muerte o heridas en individuos no expuestos directamente a la radiación.

Otro caso que ocurre con cierta frecuencia es que un incendio, en una instalación determinada, se puede extender a otras que inicialmente no estaban afectadas (efecto dominó), lo que puede llevar consigo consecuencias finales más allá de las que cabría esperar, considerando aisladamente la instalación en la que se origina el accidente.

Personas.- Los efectos de la radiación térmica sobre personas dependen fuertemente del tipo de accidente involucrado. Así, en un incendio de líquido en charco, por lo general, las personas expuestas a niveles peligrosos de radiación reaccionan a tiempo, buscando refugio o escapando. En este caso, a medida que las víctimas potenciales se alejan del foco emisor, la radiación recibida disminuye. Por el contrario, en un incendio de chorro la posibilidad de reacciones individuales de protección disminuye, debido al corto tiempo de respuesta.

La gravedad de una quemadura depende principalmente de la cantidad de tejido destruido y de la extensión de superficie corporal afectada. Otros factores (edad,



localización de la quemadura, severidad de las heridas asociadas) también afectan a la capacidad de recuperación tras una quemadura.

De acuerdo con la profundidad del daño causado en la piel, las quemaduras se clasifican en cuatro grados.

En las quemaduras de primer grado se afecta la epidermis, produciéndose enrojecimiento y algo de dolor. Las quemaduras de segundo grado atraviesan la epidermis y parte de la dermis, produciendo ampollas, de profundidad variable que pueden ser muy dolorosas.

En las quemaduras de tercer grado se ve afectada la dermis en toda su profundidad. No suele haber sensación de dolor porque las terminaciones nerviosas que la transmiten han sido destruidas, junto con los vasos sanguíneos, glándulas sudoríparas, glándulas sebáceas, folículos capilares, etc.

Se denominan quemaduras de cuarto grado a aquellas que llegan más allá de la dermis, afectando músculos y huesos.

A menudo, el grado de destrucción de los órganos de la dermis se determina por la rapidez de la respuesta de protección que se produce cuando la intensidad de la radiación sobrepasa un cierto nivel. Para que esta respuesta tenga lugar, tiene que transmitirse un flujo de calor suficiente a través de la piel, hasta alcanzar las terminaciones nerviosas adecuadas. Si la dosis térmica recibida (función de la intensidad de radiación y del tiempo de exposición) es lo suficientemente elevada, se alcanza el umbral de dolor, dando origen a actos automáticos, así como a respuestas conscientes.



Existe evidencia experimental que sitúa el umbral de dolor en el momento en que se alcanza una temperatura de 45°C a una profundidad de 0.1 mm bajo la superficie externa de la piel. A partir de aquí la formación de ampollas ocurre rápidamente, al llegar la temperatura a los 55°C . El tiempo necesario para alcanzar el umbral de dolor disminuye a medida que aumenta la intensidad de la radiación recibida.

Para una radiación de 1.74 KW/m^2 , el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente un minuto, mientras que si triplicamos esta intensidad, el tiempo necesario se reduce a 16 segundos.

Como elemento de comparación, la intensidad de radiación que recibimos procedente del sol puede estimarse en torno a 1 KW/m^2 , y niveles de radiación equivalentes a 1.6 KW/m^2 pueden tolerarse durante períodos de tiempo relativamente prolongados.

Como se ha indicado, las quemaduras aparecen rápidamente tras alcanzarse el umbral de dolor. Por ejemplo, a un nivel de radiación de 9.5 KW/m^2 se alcanza el umbral de dolor en aproximadamente 8 segundos, y si prosigue la exposición a la radiación con la misma intensidad pueden producirse quemaduras de segundo grado en unos 20 segundos.

De los datos de Eisenberg y Cools, se desprende que con una exposición de 1.43 segundos de duración y una intensidad de radiación de 131 KW/m^2 se alcanzan quemaduras de segundo grado. Si la intensidad de radiación aumenta hasta 146 KW/m^2 se alcanza el umbral de mortalidad. Por otro lado un nivel de radiación de 128 KW/m^2 , produciría un 100% de mortalidad si la exposición se prolonga hasta 10.1 segundos.



Edificios y estructuras.- Los efectos de la radiación térmica son obviamente diferentes para estructuras de distintas naturalezas. La incidencia de la radiación térmica sobre estructuras combustibles puede causar la ignición y combustión de las mismas.

Por el contrario, en materiales no combustibles, como, estructuras metálicas, el efecto más peligroso de la incidencia de la radiación es el de disminuir la resistencia del material, con el consiguiente riesgo de colapso de la estructura. A este respecto, la incidencia directa de la llama es más peligrosa que la radiación térmica sin contacto con la estructura.

Cuando se evalúa el daño a edificios y estructuras, es muy importante determinar si ocurre la ignición del material considerado. A este respecto, cabe resaltar que los tratamientos superficiales de los distintos materiales pueden modificar fuertemente sus características de ignición.

Se considera que a 37.5 KW/m^2 el valor de la intensidad de radiación es suficiente para causar daños en equipo de proceso.

Para la simulación de riesgos de incendio es recomendable considerar los siguientes niveles:

<i>Zona de alto riesgo:</i>	5 kW/m^2
<i>Zona de amortiguamiento:</i>	1.4 kW/m^2



Explosiones.

A consecuencia de las explosiones, las personas pueden sufrir de forma directa diversos daños que van desde ruptura de tímpano a la muerte por hemorragia pulmonar o por proyección del cuerpo. Los daños indirectos incluyen heridas por fragmentos de cristal y proyectiles, así como muerte provocada por el colapso de edificios y estructuras.

Por su parte, los daños estructurales presentan una amplia variación, desde la ruptura de cristales hasta la demolición completa de estructuras, destrucción de instalaciones de proceso y formación de cráteres.

En la tabla siguiente se muestran los niveles de daño que cabe esperar para distintos valores de sobrepresión.

Puede observarse que con sobrepresiones relativamente bajas (5 psi manométricos) resulta previsible que ocurran daños importantes en edificios, llegando en ocasiones a la demolición completa de los mismos.

A sobrepresiones aún menores (2 psi) puede ocurrir la destrucción parcial de paredes y techumbres, con el consiguiente peligro de bajas humanas en comparación, la resistencia del organismo a los efectos directos de las explosiones es sorprendentemente alta.

El nivel al que ocurre la destrucción parcial de paredes y techos es inferior al umbral para ruptura del tímpano (el 1% de probabilidad de ruptura de tímpano ocurre a 2.4 psi), y está muy por debajo del umbral de mortalidad por hemorragia pulmonar (14.5 psi).



Tabla de sobrepresiones y su afectación.

Sobrepresión (psi)	Tipo de daño
0.03	Rotura ocasional de cristales grandes sometidos a tensiones.
0.04	Ruido fuerte. Rotura de cristales por onda sonora.
0.1	Rotura de cristales pequeños sometidos a tensión
0.3	Límite de proyectiles. 95% de probabilidades de no sufrir daños importantes. Daños menores a casas. Rotura del 10% de los cristales.
0.5-1.0	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos.
0.7	Daños estructurales menores en las casas.
1.0	Demolición parcial de casas, que quedan inhabitables.
1-2	Fallo de paneles y mamparas de madera, aluminio, etc.
2	Colapso parcial de paredes y techos de casas.
2-3	Destrucción de paredes de cemento de 20 a 30 cm. de grosor.
2.4	Umbral (1%) de ruptura de tímpano.
2.5	Destrucción del 50% de la obra de ladrillo en edificaciones. Distorsiones en estructuras de acero.
3-4	Ruptura de tanques de almacenamiento.
5-7	Destrucción prácticamente completa de casas.
7	Vuelcan vagones de tren cargados.
7-8	Rotura de paredes de ladrillo de 20 a 30 cm. de grosor.
10	Probable destrucción total de edificios. Máquinas pesadas (3,500 Kg) desplazadas y dañadas.
12.2	90% de probabilidad de ruptura de tímpano.
14.5	1% de probabilidad de muerte por hemorragia pulmonar.
25.5	90% de probabilidad de muerte por hemorragia pulmonar.
28.0	Formación de cráter



Para la evaluación de consecuencias originadas por explosión se debe considerar las siguientes zonas de acuerdo a los daños que puede ocasionar el accidente en:

<i>Zona de alto riesgo:</i>	<i>1.0 psi</i>
<i>Zona de amortiguamiento:</i>	<i>0.5 psi</i>

La simulación del escenario de riesgo que se puede presentar en el lugar, es una herramienta valiosa también para determinar las distancias de evacuación segura de la población que se encuentre cercana de la emergencia, en caso necesario.

El desarrollo de los modelos matemáticos heurísticos (basados en la experiencia) lleva a los algoritmos computarizados, ofrece una alternativa adecuada para poder modelar (simular) el escenario de riesgo en forma rápida con el mínimo de información. Ya sea en el lugar por medio de computadoras portátiles o en la base (equipos de cómputo de escritorio)

La selección de los escenarios de riesgo para ser modelados, se realizó bajo los siguientes criterios:

- ✓ Propiedades fisicoquímicas y peligrosas de los materiales que se manejan.
- ✓ Cantidad de material peligroso que se procesa, maneja o almacena.
- ✓ Tipo y grado de peligrosidad del material seleccionado.
- ✓ Áreas problema detectadas mediante la metodología ¿Que pasa si...?.



Para la simulación de los eventos máximos probables de riesgos en esta planta, se utilizaron 4 modelos.

1. El Modelo Poder Emisivo de la llama, el cual se utiliza para determinar las radiaciones térmicas originadas por incendios ocurridos en almacenes de papel.
2. Modelación de escenarios BLEVE, para determinar las afectaciones en los tanques de almacenamiento de gas L.P.
3. El Modelo de Ondas de Calor por derrame de gasolina.
4. El modelo de nubes explosivas provocado por la explosión de una nube de gas L.P.



MODELO 1
PODER EMISIVO DE LA LLAMA.

La Combustión es una reacción química en la que se libera energía a partir de la oxidación de un material determinado, por lo que el fuego o incendio es una consecuencia visible de ésta.

Es importante evaluar la radiación térmica en los incendios debido a que a través de este mecanismo es que la energía calorífica se transmite a los alrededores causando pérdidas a fin de estimar daños a personas y objetos, determinar las necesidades de agua de enfriamiento y así como de comprobar las resistencias de las instalaciones de emergencia.

La radiación térmica que incide sobre el objeto o persona, depende de las condiciones atmosféricas (Temperatura Ambiente, Humedad Relativa), geometría de la llama (diámetro, altura e inclinación), y características fisicoquímicas del producto incendiado, por lo que éstos factores deben conocerse.

Para la estimación de daños se cuenta con Valores de referencia de radiaciones térmicas y zonas de planificación (Intervención y Alerta).

Los modelos más utilizados para la evaluación de radiaciones térmicas son el Modelo de Emisión Puntiforme y Modelo del Cuerpo Sólido.

Para el presente estudio se utilizó el Modelo de Cuerpo Sólido.



Este modelo se utilizó para determinar las radiaciones térmicas originadas por incendios ocurridos en almacenes de papel.

Las consideraciones que se utilizan son las siguientes:

- Que el almacén de rollos se quema en su totalidad en un tiempo de 20 horas (Se considera éste almacén debido a que es el que tiene mayor capacidad y el tiempo a la experiencia de incendios en otras plantas papeleras).
- De la cantidad de material quemado durante el incendio, se considera que el total de combustión (100 %) de éste material, es el que interviene en el calor de formación.
- Poder Emisivo del Cuerpo Negro (E_b) (KW / m^2)

$$E_b = s (KW / m^2 K^4) (T_F^4 (K) - T_A^4 (K)) (KW / m^2)$$

$$s = \text{Constante de Stefan-Boltzman } (5.672 \times 10^{-11} KW / m^2 K^4)$$

T_F = Temperatura de la llama del cartón (1000 °K de Bibliografía)

T_A = Temperatura Ambiente (300 °K, Temperatura promedio en Culiacán, Sinaloa)

$$E_b = 5.672 \times 10^{-11} \times (1000^4 - 300^4) = 56.24$$

Poder Emisivo del Cuerpo Negro = 56.24 KW/m²



➤ Emisividad de la Flama (ϵ)

$$\epsilon = 1 - \exp(-K X_f)$$

K = Factor de extinción (2.6 m^{-1} , para el papel corrugado)

X_f = Camino recorrido por la llama (120 m, el largo del almacén)

$$\epsilon = 1 - \exp(-2.6 \cdot 120) = 1$$

Emisividad de la Flama = 1

➤ Poder Emisivo de la Llama (E) (KW)

$$E = E_b / d^2$$

E = Emisividad de la llama (KW)

E_b = Poder emisivo del cuerpo negro (KW/m^2)

d = distancia de afectación (m)

Para determinar la distancia de afectación se considera primeramente una emisividad de la llama de 10 KW. Esta se seleccionó para definir zonas de daños, con éste nivel de radiación, es capaz de causar muertes a personas expuestas y en poco tiempo causan quemaduras de tercer grado, las cuales son potencialmente fatales; a 5.0 KW pueden causar quemaduras de segundo grado en la piel desnuda en un tiempo de 45 segundos de exposición, y de 0.5 KW se presentan quemaduras leves en la piel.



Para E = 10.0 KW

$$d = (56.24/10)^{1/2} = 2.37$$

Distancia de Afectación = 2.37 m

Para E = 5.0 KW

$$d = (56.24/5.0)^{1/2} = 3.35$$

Distancia de Afectación = 3.35 m

Para E = 0.5 KW

$$d = (56.24/0.5)^{1/2} = 10.60 \text{ m}$$

Distancia de Afectación = 10.60 m

Tabla de resultados.

Emisividad de la llama (E). KW	Distancia de afectación (d). m
10.0	2.37
5.0	3.35
0.5	10.60

Las áreas afectadas en la planta se muestran en el siguiente plano.



MODELO 2

**AFECTACIONES POR BLEVE EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE
GAS L.P.**

Un BLEVE (Explosión de Vapores en Expansión de líquido Hirviendo), se puede definir como la falla de un contenedor en el momento y tiempo cuando el líquido contenido se encuentra a una temperatura mayor que el punto de ebullición a presión atmosférica. El BLEVE involucra recipientes a presión que contienen gases licuados.

Las causas de las BLEVES son:

- Recipientes a Presión insuficiente para soportar o contener una presión interna misma. Esto puede deberse a la presión interna excesiva o por que la resistencia del recipiente se vea reducida debido al calentamiento o daño mecánico.
- Los BLEVES más comunes ocurren cuando un recipiente a presión está parcialmente lleno con líquido es expuesto al fuego, el escenario del accidente es el siguiente:
 - Un recipiente a presión parcialmente lleno con líquido se encuentra sujeto a altos flujos de calor provenientes de una fuente de ignición.
 - La temperatura del líquido se incrementa causando un incremento en la presión interna del tanque. Cuando la presión de vapor alcanza la presión de calibración de la válvula de venteo de seguridad, la válvula de relevo abre, comienza a ventearse al exterior vapor.



- Simultaneo al paso anterior la temperatura de la porción del cuerpo del tanque que no está en contacto con el líquido (espacio vacío) se incrementa dramáticamente.
- El calor debilita la resistencia mecánica del tanque alrededor del espacio vacío y se induce estreses térmicamente cerca de la interfase vapor-líquido.
- Los estreses térmicamente inducidos, debilitan por calor al tanque, y una alta presión interna se combina para causar una ruptura súbita y violenta del tanque.
- Los fragmentos del tanque son propulsados hacia todas direcciones con gran fuerza.
- La mayoría de líquido remanente super calentado vaporiza extremadamente rápido debido a la liberación de la presión, y el resto es mecánicamente atomizado para formar pequeñas gotas debido a la fuerza de la explosión. Se crea una bola de fuego por la inflamación del vapor y líquido.

Varios investigadores han desarrollado relaciones empíricas para poder estimar el tamaño de una bola de fuego creada por un BLEVE, éstas relaciones empíricas se desarrollaron en base a los datos obtenidos de los accidentes ocurridos en décadas pasadas y han podido reproducir los resultados reales con aproximación aceptable.



Las ecuaciones son las siguientes:

$$d = 5.55 W^{0.33}$$

$$t = 0.33 W^{0.33}$$

donde:

d = diámetro de la bola de fuego (m)

t = Duración de la bola de fuego (seg)

W = Peso del combustible (Kg)

El modelo se aplica a los tres tanques de almacenamiento de gas L.P. con los que cuenta la planta y posteriormente se observan las áreas afectadas en los planos correspondientes.

Tanque de almacenamiento de gas L.P. con capacidad de 1000 litros.

Capacidad del Tanque:	1000 litros
Presión del Tanque:	6 Kg/cm ²
Densidad del Gas:	585 Kg / m ³
Peso del Combustible:	585 Kg

$$d = 5.55 \times 585^{0.33} = 45.44 \text{ m}$$

$$t = 0.33 \times 585^{0.33} = 2.45 \text{ seg}$$

Diámetro de la Bola de Fuego: 45.44 m

Duración de la Bola de Fuego: 2.45 seg



Tanque de almacenamiento de gas L.P. con capacidad de 600 litros.

Capacidad del Tanque:	600 litros
Presión del Tanque:	6 Kg/cm ²
Densidad del Gas:	585 Kg / m ³
Peso del Combustible:	585 Kg

$$d = 5.55 \times (585 \times 0.6)^{0.33} = 38.39 \text{ m}$$

$$t = 0.33 \times (585 \times 0.6)^{0.33} = 2.07 \text{ seg}$$

Diámetro de la Bola de Fuego: 45.44 m

Duración de la Bola de Fuego: 2.45 seg

Tanque de almacenamiento de gas L.P. con capacidad de 300 litros.

Capacidad del Tanque:	300 litros
Presión del Tanque:	6 Kg/cm ²
Densidad del Gas:	585 Kg / m ³
Peso del Combustible:	585 Kg

$$d = 5.55 \times (585 \times 0.3)^{0.33} = 30.54 \text{ m}$$

$$t = 0.33 \times (585 \times 0.3)^{0.33} = 1.65 \text{ seg}$$

Diámetro de la Bola de Fuego: 30.54 m

Duración de la Bola de Fuego: 1.65 seg



Tabla resumen de resultados.

Capacidad del tanque de almacenamiento de gas L.P. (litros)	Diámetro de la bola de fuego. (m)	Duración de la bola de fuego. (seg)
1,000	45.44	2.45
600	38.39	2.07
300	30.54	1.65

Las afectaciones dentro de la planta son marcadas en los planos siguientes.



MODELO 3

ONDAS DE CALOR POR DERRAME DE GASOLINA

Durante los accidentes con materiales peligrosos los efectos que éstos pueden producir sobre los alrededores, son diversos. La formación de nubes tóxicas, inflamables y/o explosivas e incendios que producen ondas de calor son posibles escenarios que pueden presentar como consecuencia de los accidentes con éste tipo de materiales.

Los modelos matemáticos para el pronóstico de los efectos producidos por éstos escenarios, han sido ya desarrollados desde hace algún tiempo. Sin embargo, la complejidad para resolverlos y las limitantes que se presentan no justificaban el esfuerzo invertido para su aplicación. La atención a los incidentes con materiales peligrosos requiere una pronta y efectiva respuesta, el desarrollo de los equipos de cómputo personales (PC), son en la actualidad la herramienta que pone a nuestro alcance la oportunidad de poder emplear los modelos matemáticos de manera rápida y confiable.

En los Estados Unidos de Norteamérica han desarrollado de manera conjunta un software simple que cubre las necesidades al poder evaluar las consecuencias de accidentes con materiales peligrosos. El programa ha sido denominado ARCHIE (Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation), siendo una herramienta útil en la evaluación de escenarios de riesgo.

El propósito de éste modelo es calcular el radio de una zona circular alrededor de un incendio en la cual personas no protegidas o expuestas pueden experimentar quemaduras letales debida a la exposición de radiación térmica.



Adicionalmente, el modelo calcula el radio de la zona en el cual los individuos expuestos puedan presentar quemaduras de segundo grado y/o dolor severo.

El modelo requiere cuatro valores de parámetros como datos:

1. Peso Molecular del líquido.
2. Gravedad Especifica del líquido.
3. Temperatura de Ebullición Normal del líquido (°F)
4. Area del charco de Incendio (ft²)

Los resultados que proporciona el modelo son el radio del charco incendiado (radio de las llamas), el radio desde el centro del charco en el cual el personal expuesto puede recibir quemaduras fatales, y el radio desde el centro del charco en el cual el personal expuesto puede recibir quemaduras de segundo grado o dolores severos.

El modelo considera que la velocidad del viento en el área del charco incendiado es insuficiente como para causar que la flama en la dirección del viento sufra cambios, resultando así zonas de riesgo estimadas en formación circular.

También asume que la gente se encuentra viendo en dirección de la flama en lugar abierto y que llevan expuesta la piel. En otras palabras, su piel no está protegida completamente de los efectos de la radiación térmica por cualquier otro tipo de ropa.

Las zonas de riesgo estimadas se basan en la aceptación de que la flama es de forma circular. Cualquier desviación a esa forma puede invalidar los resultados del modelo.



El modelo asume que el dióxido de carbono o el vapor de agua en el aire no absorben cualquier radiación térmica, proporcionando una barrera a la gente expuesta.

Basados en datos experimentales, una radiación de intensidad de 5 KW/m^2 (1600 Btu/hr-ft^2) se seleccionó para el propósito de definir zonas de daños, ya que éste flux térmico puede causar quemaduras de segundo grado en la piel desnuda en 45 segundos. Un incidente con un nivel de flux de 10 KW/m^2 (3200 Btu/hr-ft^2) se escogió ya que este nivel de radiación es capaz de causar muertes en personas expuestas y se espera que en poco tiempo cause quemaduras de tercer grado, las cuales son potencialmente fatales.

Datos Alimentados al Programa

Descripción del escenario	Derrame de Gasolina del Tanque de Almacenamiento
Material Peligroso	Gasolina
Punto de Ebullición	140 °F
Peso Molecular	58
Gravedad Específica	0.73
Area del Charco	49.07 m

Resultados Obtenidos

Radio del Charco	2.194 m
Altura de la flama	8.53 m
Radio de la zona fatal	7.62 m
Radio de la zona de daños	10.97 m



MODELO 4

MODELO DE NUBES EXPLOSIVAS.

El modelo de evaluación de daños provocados por la explosión de una nube de gas o vapor inflamable involucra el cálculo para determinar el potencial explosivo aproximado de sustancias empleadas en la industria. Dentro de las instancias que se contemplan en el modelo como factibles de formar nubes explosivas se tienen:

- A).- Gases comprimidos a una presión de 500 psi o más.
- B).- Gases mantenidos en estado líquido por efecto de alta presión o baja temperatura.
- C).- Líquidos combustibles o inflamables mantenidos a una temperatura superior a la de su punto de ebullición.

Dentro de las posiciones inherentes al modelo se tienen:

- La fuga de material (almacenado o en proceso), es instantánea, incluyéndose escapes paulatinos de gas a menos que se trate de fugas en tuberías de gran capacidad.
- El material fugado se vaporiza en forma instantánea formándose inmediatamente la nube; la vaporización y formación de la nube se efectúa de acuerdo con las propiedades termodinámicas del gas o líquido antes de producirse la fuga.



- Se asume una nube de forma cilíndrica cuya altura corresponde a su eje vertical. Se supone que la nube cilíndrica no es distorsionada por el viento ni por estructuras o edificios cercanos.
 - La composición de la nube es uniforme y su concentración corresponde a la media aritmética de los límites superior e inferior de explosividad del material.
 - La temperatura del aire ambiente se considera constante e igual a 21° C.
 - El calor de combustión del material se transforma a un equivalente en peso de Trinitrotolueno (Calor de combustión de TNT = 1830 btu/lb).
 - Se considera que una nube originada en el interior de un edificio, formará una nube de las mismas dimensiones que una originada en el exterior del mismo.
- Para determinar la magnitud de fuga del material explosivo en la planta, se pueden considerar dos criterios o tipos de daños probables:

- A).- Daño máximo probable (DMP).
- B).- Daño máximo catastrófico (DMC).

La magnitud de la fuga bajo un escenario de DMP se estima considerando:

- El tamaño de la fuga estará determinado por el contenido del mayor recipiente de proceso o conjunto de recipientes de proceso conectados entre sí, sin estar aislados uno del otro por válvulas automáticas o a control remoto. Si existen estas válvulas se considerará el contenido del mayor recipiente.
- No se considerará como limitante en la formación de una nube, la existencia de fuentes de ignición en las cercañas de una posible fuga.



Bajo un escenario de DMC, la magnitud de la fuga se estima considerando:

1. El tamaño de fuga estará determinado por el contenido del mayor recipiente del proceso o conjunto de recipientes del proceso conectados entre sí.
2. Se considerará la destrucción o daños graves de tanques de almacenamiento mayores, como formadores de nubes explosivas catastróficas.
3. Se considerarán las fugas en tuberías de gran capacidad que sean alimentadas desde instalaciones remotas exteriores o interiores, asumiendo que la tubería será dañada seriamente y que la duración de la fuga es de $\frac{1}{2}$ hora.
4. Se incluirán los gases líquidos empleados como combustibles.

Una vez que se produce la explosión, se genera una serie de ondas expansivas circulares, de tal forma que las ondas de mayor presión están situadas formando una circunferencia cercana al centro de la nube y las de menor presión se sitúan en circunferencias de diámetros mayores.

El objetivo del modelo es determinar la magnitud de los diámetros asociados a la sobrepresión de las ondas y los daños producidos en instalaciones.



Tanque de almacenamiento de gas L.P. de 1000 litros.

Datos Alimentados al Programa:

Material Peligroso: Gas L.P.
Ubicación:..... Parque Industrial EL
Quemadito, Culiacán,
Sinaloa
Descripción:..... Tanque de Gas L.P.
localizado a un costado del
comedor de obreros
Capacidad:..... 1000 Litros

Propiedades Físicoquímicas del Material.

Temperatura Normal de Ebullición:..... - 40.00 °F (-40°C¹)
Peso Molecular:..... 63.60 lb/lb mol
Presión de Vapor a la
Temperatura del Contenedor:..... 100.00 psia (7.05 Kg/cm²).
Relación de Calores Específicos
Cp/Cv:..... 1.30
Límite Inferior de Explosividad:..... 1.98 % volumen
Límite Superior de Explosividad:..... 9.06 % volumen
Calor de Combustión:..... 19512.00 Btu/lb
Factor de Explosión del Gas:..... 0.03
Límite de Toxicidad de los
Vapores del Gas (TLV):..... 800.00 p.p.m.

Características del Contenedor (Tanque):

Tipo de Contenedor:.....	Cilíndrico Horizontal
Diámetro del Tanque:.....	1.76 m.
Longitud del Tanque:.....	2.32 m.
Peso Total Contenido:.....	33.30 lb (15.14 m).
Peso del Gas Bajo Presión:.....	33.30 lb (15.14 m).
Volumen Total del Tanque:.....	35.28 ft ³ (1.00 m ³).
Relación de Volumen vapor/gas en el tanque:.....	37.40 ft ³ (1.06 m ³).
Diámetro del Orificio de la Descarga:.....	0.80 pg (0.20 m).
Coefficiente de Descarga del Orificio:.....	0.98
Temperatura Dentro del Tanque:.....	59.00 °F (15°C)
Contenido del Tanque Durante las Ondas de Calor:.....	33.30 lb (15.14 m).
Presión de Ruptura del Tanque:.....	200.00 psia (14.10 Kg /cm ²).

Características del Medio Ambiente.

Temperatura Ambiente Promedio:.....	24.00 °C
Precipitación pluvial promedio.....	658.00 ml..
Velocidad del Viento:.....	2.00 m.p.s.
Estabilidad Atmosférica:.....	Estable

Resultados:

Wg).- Peso del gas en la nube.....	6.248 lb
V) .- Fracción de material en la nube.....	0.055 %
D) .- Diámetro de la nube.....	12.080 ft
Ed).- Energía desprendida(DMP).....	0.000610 Ton de TNT.
Ed).- Energía desprendida(DMC).....	0.003048 Ton de TNT

PRESION [psi]	DIAMETRO (DMP) [m]	DIAMETRO (DMC) [m]
0.5	33.364	57.052
1.0	20.675	35.354
2.0	12.534	21.433
3.0	10.338	17.677
5.0	7.546	12.904
7.0	6.203	10.606
10.0	5.169	8.838
20.0	4.161	7.115
30.0	3.101	5.303



Tanque de almacenamiento de gas L.P. de 600 litros.

Datos Alimentados al Programa:

Material Peligroso: Gas L.P.
Ubicación:..... Parque Industrial
EL Quemadito,
Culiacán, Sinaloa.
Descripción:..... Tanque de Gas L.P.
localizado al costado Este
del comedor de obreros
Capacidad:..... 600 Litros

Propiedades Fisicoquímicas del Material.

Temperatura Normal de Ebullición:.....- 40.00 °F (-40°C)
Peso Molecular:..... 63.60 lb/lb mol
Presión de Vapor a la
Temperatura del Contenedor:.....100.00 psia (7.05 Kg/cm²).
Relación de Calores Específicos
Cp/Cv:..... 1.30
Límite Inferior de Explosividad:..... 1.98 % volumen
Límite Superior de Explosividad:..... 9.06 % volumen
Calor de Combustión:..... 19512.00 Btu/lb
Factor de Explosión del Gas:..... 0.03
Límite de Toxicidad de los
Vapores del Gas (TLV):..... 800.00 p.p.m.

Características del Contenedor (Tanque):

Tipo de Contenedor:.....	Cilíndrico Horizontal
Diámetro del Tanque:.....	1.76 m.
Longitud del Tanque:.....	1.32 m.
Peso Total Contenido:.....	19.98 lb (15.14 m).
Peso del Gas Bajo Presión:.....	19.98 lb (15.14 m).
Volumen Total del Tanque:.....	22.44 ft ³ (1.06 m ³).
Diámetro del Orificio de la Descarga:.....	0.80 pg (0.20 m).
Coefficiente de Descarga del Orificio:.....	0.98
Temperatura Dentro del Tanque:.....	59.00 °F (15°C)
Contenido del Tanque Durante las Ondas de Calor:.....	19.98 lb (15.14 m).
Presión de Ruptura del Tanque:.....	200.00 psia (14.10 Kg /cm ²).

Características del Medio Ambiente.

Temperatura Ambiente Promedio:.....	24.00 °C
Precipitación pluvial promedio.....	658.00 ml.
Velocidad del Viento:.....	2.00 m.p.s.
Estabilidad Atmosférica:.....	Estable

Resultados:

Wg).- Peso del gas en la nube.....	3.749 lb
V) .- Fracción de material en la nube.....	0.055 %
D) .- Diámetro de la nube.....	9.357 ft
Ed).- Energía desprendida(DMP).....	0.000366 Ton de TNT.
Ed).- Energía desprendida(DMC).....	0.001829 Ton de TNT

PRESION [psi]	DIAMETRO (DMP) [m]	DIAMETRO (DMC) [m]
0.5	28.141	48.120
1.0	17.438	29.819
2.0	10.572	18.078
3.0	8.719	14.909
5.0	6.365	10.884
7.0	5.231	8.946
10.0	4.360	7.455
20.0	3.509	6.001
30.0	2.616	4.473



Tanque de almacenamiento de gas L.P. de 300 litros.

Datos Alimentados al Programa:

Material Peligroso: Gas L.P.
Ubicación:..... Parque Industrial
EL Quemadito,
Culiacán, Sinaloa.
Descripción:..... Tanque de Gas L.P.
localizado al costado Este
del comedor de obreros
Capacidad:..... 300 Litros

Propiedades Fisicoquímicas del Material.

Temperatura Normal de Ebullición:..... - 40.00 °F (-40°C)
Peso Molecular:..... 63.60 lb/lb mol
Presión de Vapor a la
Temperatura del Contenedor:.....100.00 psia (7.05 Kg/cm²).
Relación de Calores Específicos
Cp/Cv:..... 1.30
Límite Inferior de Explosividad:..... 1.98 % volumen
Límite Superior de Explosividad:..... 9.06 % volumen
Calor de Combustión:..... 19512.00 Btu/lb
Factor de Explosión del Gas:..... 0.03
Límite de Toxicidad de los
Vapores del Gas (TLV):..... 800.00 p.p.m.

Características del Contenedor (Tanque):

Tipo de Contenedor:.....	Cilíndrico Horizontal
Diámetro del Tanque:.....	1.76 m.
Longitud del Tanque:.....	0.66 m.
Peso Total Contenido:.....	9.99 lb .
Peso del Gas Bajo Presión:.....	9.99 lb .
Volumen Total del Tanque:.....	11.22 ft ³ (0.53 m ³).
Diámetro del Orificio de la Descarga:.....	0.80 pg (0.20 m).
Coefficiente de Descarga del Orificio:.....	0.98
Temperatura Dentro del Tanque:.....	59.00 °F (15°C)

Contenido del Tanque Durante las Ondas de Calor:.....	19.98 lb (15.14 m).
Presión de Ruptura del Tanque:.....	200.00 psia (14.10 Kg /cm ²).

Características del Medio Ambiente.

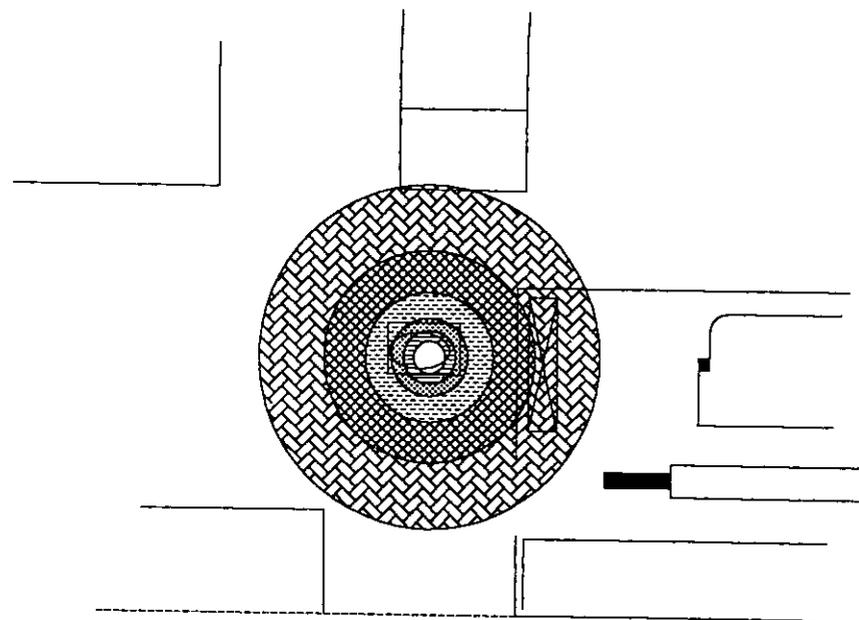
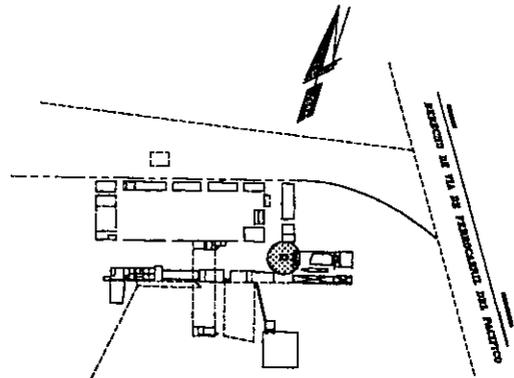
Temperatura Ambiente Promedio:.....	24.00 °C
Precipitación pluvial promedio.....	658.00 ml..
Velocidad del Viento:.....	2.00 m.p.s.
Estabilidad Atmosférica:.....	Estable

Resultados:

Wg).- Peso del gas en la nube.....	1.874 lb
V) .- Fracción de material en la nube.....	0.055 %
D) .- Diámetro de la nube.....	6.615 ft
Ed).- Energía desprendida(DMP).....	0.000183 Ton de TNT.
Ed).- Energía desprendida(DMC).....	0.000914 Ton de TNT

PRESION [psi]	DIAMETRO (DMP) [m]	DIAMETRO (DMC) [m]
0.5	22.332	38.187
1.0	13.838	23.663
2.0	08.390	14.346
3.0	06.919	11.832
5.0	05.051	08.637
7.0	04.152	07.099
10.0	03.460	05.916
20.0	02.785	04.762
30.0	02.076	03.549

Las afectaciones de las ondas explosivas que pueden originarse de estos tanques se presentan en los siguientes planos.



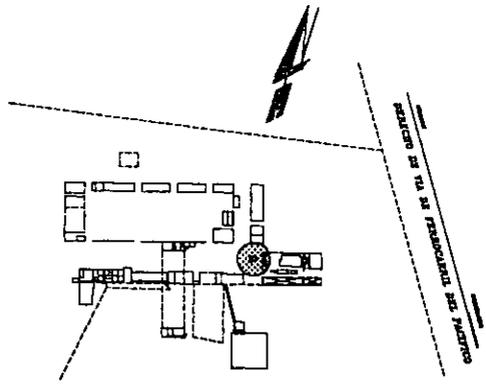
<i>PRESION</i> <i>psi</i>	<i>DIAMETRO</i> <i>m</i>	
0.5	38.18	
1.0	23.66	
2.0	14.34	
5.0	8.63	
10.0	5.91	
30.0	3.54	



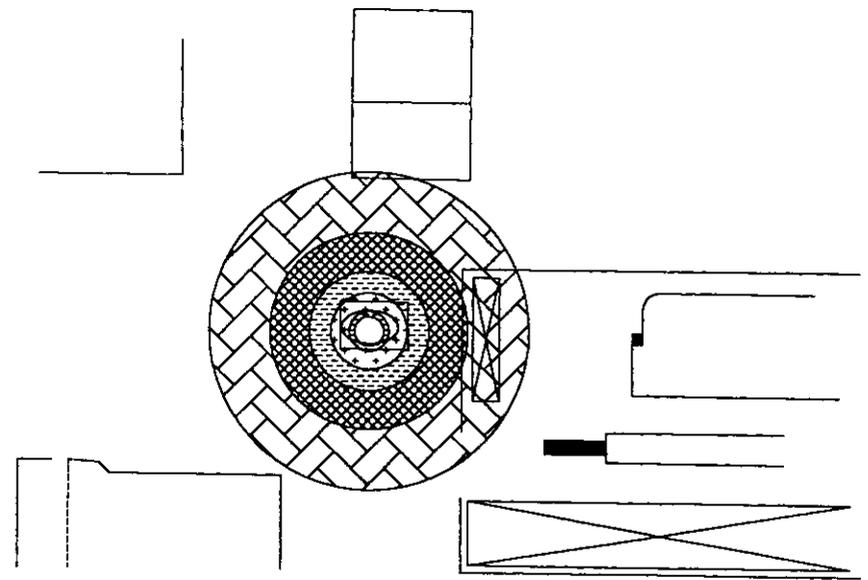
SE
SISTEMAS DE CONTROL Y SEGURIDAD S.A. S. de C.V.
CALLE DE LA INDUSTRIA, 157
C.P. 06000, MEXICO D.F.



SE
SISTEMAS DE CONTROL Y SEGURIDAD S.A. S. de C.V.
CALLE DE LA INDUSTRIA, 157
C.P. 06000, MEXICO D.F.
PR-CLP-000-RFC-05



PRESION psi	DIAMETRO m	
0.5	22.32	
1.0	13.83	
2.0	8.39	
5.0	5.05	
10.0	2.78	
30.0	2.07	





DESCRIPCION DE MEDIDAS DE SEGURIDAD Y OPERACION PARA ABATIR EL RIESGO.

De acuerdo al grado de riesgo existente en la planta, se han instalado los dispositivos necesarios para reducir los riesgos de accidentes industriales.

Para las distintas secciones que forman parte del proceso, desde el almacenamiento de materias primas (rollos de papel), hasta el proceso de obtención de cartón corrugado y su almacenamiento, existe un completo sistema para abatir riesgos de incendios. Este consiste en una Red de Agua Contra Incendio diseñada para hacer frente a emergencias por incendios. En las áreas de almacenamiento de materiales inflamables y combustibles se cuenta también con hidrantes y monitores, los cuales se han instalado para atender los posibles accidentes debidos a incendios.

También existen sistemas de extinción móviles, consistentes en extintores de distintas clases y capacidad, los cuales se han elegido atendiendo al tipo de clase de incendio que se pueda originar.

Como medidas de operación para abatir los riesgos, se han instalado Sistemas de Alarma, diseñados de tal forma que se pueda conocer en forma, desde el inicio, cuál es la forma de reducir el riesgo a la mayor brevedad posible.

También en la parte operativa, existe en forma integrada, las Brigadas de Emergencia para combatir incendios, las cuales han recibido capacitación y equipo necesarios para hacer frente a las emergencias por incendios.

Adicionalmente, para llevar a cabo la mitigación de riesgos en la planta, se han instalado medidas de seguridad de acuerdo a los Programas de Trabajo y de



Mantenimiento del equipo involucrado en el proceso, así como la elaboración de Planes para Emergencia tales como el Plan de Evacuación.

En general los riesgos potenciales existentes en una planta corrugadora, son los debidos al manejo de materiales combustibles, papel básicamente en sus diversas etapas del proceso: Materia prima, material en proceso, y producto terminado.

DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD CON QUE SE CUENTA PARA EL CONTROL DE EVENTOS EXTRAORDINARIOS.

Dentro de los materiales manejados en la empresa, se ha descrito con anterioridad que los riesgos que existen es debido al manejo y almacenamiento de papel, así como por los combustibles empleados para servicios auxiliares.

La empresa cuenta con dispositivos para disminuir o hacer frente a los incidentes que pudieran presentarse; así pues se dispone con una red hidráulica contra incendio, un sistema de rociadores y extintores.

Por otra parte se han instalado Sistemas de Alarma diseñados de tal forma que se pueda conocer desde el inicio cuál es la forma de reducir el riesgo a la brevedad posible. Con lo que respecta a los combustibles, cada uno de los recipientes de almacenamiento cuenta con un dique de contención para derrames.

Se ha elaborado un Plan de Emergencias para evacuar al personal de la empresa en caso de ser necesario y de acuerdo a la magnitud del incidente.



DEFINICION DE LAS ZONAS DE PROTECCION ALREDEDOR DE LA INSTALACION.

De acuerdo a los resultados obtenidos, en caso de presentarse algún incidente (incendio Gas L.P.) se debe evacuar al personal que labore o habite en una distancia no mayor de 45.44m para el tanque de 1000 litros.

RESPUESTA A LA LISTA DE COMPROBACIONES DETALLADA DE SEGURIDAD.

Las medidas de seguridad específicas se han establecido como resultado del recorrido por las instalaciones, en base a las cuales se hará la comprobación de las condiciones de seguridad de la planta.

Las inspecciones planeadas en las instalaciones, han llevado a la creación de auditorías internas de seguridad y de protección ambiental, las cuales han seguido formatos reconocidos para la realización de las mismas.

DRENAJES Y EFLUENTES ACUOSOS.

El sistema de drenajes está constituido de manera tal que los efluentes acuosos sean descargados a lugares específicos, existiendo drenajes de servicios, industriales y pluviales.

La distribución de drenajes es conforme al diseño de las instalaciones y tomando en cuenta las condiciones topográficas, fuentes de abastecimiento de agua, y cuerpos receptores. Se anexa Plano de Distribución de los drenajes.



El sistema de segregación de drenajes consiste en la separación de la red colectora de descargas residuales provenientes del uso de agua de servicios, del proceso industrial y de las aguas pluviales. La segregación aparece identificada en el Plano de drenajes.

FRECUENCIA DE MONITOREO DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA DE LOS EFLUENTES.

La caracterización de los parámetros que indican la calidad del agua de los efluentes, se realiza con la frecuencia establecida en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas, haciendo el estudio de los parámetros requeridos por las mismas Normas, cuya aplicación en materia de aguas residuales es para la industria del papel.

Los gastos volumétricos de efluentes se han evaluado al momento de realizar el análisis de la calidad de las descargas de aguas, aplicándose métodos de cálculo hidráulico para su determinación, sin que exista una bitácora de registro para ello.

TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN ACTUAL DE LOS EFLUENTES.

Los efluentes que provienen del área de procesos industriales reciben un tratamiento físico, por medio del cual se separan las grasas y aceites en trampas separadoras, en las que por diferencia de densidades y de solubilidad, se logra la separación de la materia orgánica.

Después de la separación, el agua clarificada se trata en una fosa de deaereación, en la que se eliminan los olores y otras impurezas. La fosa de deaereación está



hecha a base de tierra y permite la infiltración del agua clarificada a los mantos freáticos.

El agua de servicios de limpieza sanitarios no recibe tratamiento especial alguno.

La descarga final del agua industrial, después del tratamiento de sedimentación primaria es a los mantos freáticos.

El agua de servicios sanitarios es descargada a un canal de agua que contiene agua pluvial y de servicios de otras comunidades e industrias del corredor industrial.



CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES.

La División Corrugado Noroeste cuenta con la infraestructura necesaria para las actividades que desarrolla, además cuenta con programas tanto de contratación de personal como de capacitación y adiestramiento, definido e implementado en todos sus niveles.

Los Programas de Capacitación y Adiestramiento de la empresa se establecen de acuerdo a los programas establecidos por la Dirección General de Capacitación y Productividad de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social . Además se han desarrollado Programas de Capacitación y Desarrollo basados en programas anuales de actividades de la propia división.

En la planta Smurfit Cartón y Papel de México S.A. de C.V. no existen riesgos por fugas de productos tóxicos o carcinogénicos, debido a que en la planta no se manejan productos de esa naturaleza.

En el proceso de fabricación de papel corrugado no se utilizan sustancias químicas peligrosas en cuanto a propiedades y cantidades suficientes, cuyo manejo implique riesgos potenciales de afectación o contaminación al medio ambiente.

Los riesgos potenciales de afectación por explosión tienen una baja probabilidad de ocurrencia en las áreas de almacenamiento de materiales inflamables y combustibles, ya que los materiales almacenados presentan mayor riesgo de incendio que de explosión. Es mayor la probabilidad de presencia de nubes inflamables, que llevarían a la generación de incendios en presencia de fuentes de ignición, que la formación de una explosión, la cual se genera normalmente en



áreas confinadas y no en espacios abiertos. Los materiales combustibles e inflamables de las instalaciones están correctamente ubicados en un área abierta, y sin problemas de ventilación.

En términos generales, los riesgos principales se deberán a la posible formación de incendios o conatos de incendio, debido a que las sustancias manejadas en este proceso son combustibles, además de las sustancias empleadas para la generación de servicios auxiliares.

De acuerdo al Estudio de análisis de riesgo en operación y tomando en cuenta la jerarquización de riesgos, la situación más preocupante sería el caso de que se llegase a incendiar una de las bodegas donde se almacena el papel, siendo la de mayor interés el almacén de rollos ya que tiene una capacidad de almacenamiento de 4800 ton, en segundo lugar existe el riesgo en el manejo de Gas L.P. y gasolina, ya que si llegase a explotar el tanque de Gas L.P., o si la gasolina se llegase a derramar y se incendiara, se ocasionarían daños importantes.

La empresa ha instalado los dispositivos necesarios para reducir los riesgos de accidentes industriales. Existen extintores y sistema contra incendio de distintas clases y capacidad, también se han instalado sistemas de alarmas y se han elaborado planes para emergencia, tales como el plan de evacuación. Estas medidas de mitigación disminuyen el riesgo y de acuerdo a los resultados obtenidos por la aplicación del índice Mond, la planta se encuentra dentro de los niveles de aceptabilidad de riesgos.

A pesar de esto, se detectaron áreas de oportunidad en materia de seguridad, higiene y de protección ambiental, por lo que es importante que la planta pueda implementar las siguientes recomendaciones.



- Elaborar el manual de operación de la planta, donde se incluyan procedimientos de arranque y de paros de planta en casos normales y de emergencia.
- Hacer una revisión de las condiciones de funcionamiento de las instalaciones eléctricas.
- Implementar programas de mantenimiento preventivo y predictivo a equipos, tuberías y accesorios, incluyendo al Sistema de Protección Contra Incendio.
- Orden y limpieza en las diversas áreas de la planta, y manejar de manera adecuada los desechos y residuos de las diferentes etapas de proceso.
- Revisar que todos los extintores se encuentren libres y en buenas condiciones de operación, además de que cumplan con la señalización adecuada y se encuentren dentro de la N.O.M. correspondiente.
- Revisar que los pasillos y áreas de acceso se encuentren totalmente libres, evitando obstruirlas con material o rollos de papel.
- Proporcionar un mantenimiento adecuado a los montacargas para evitar fugas de fluido hidráulico.
- El almacenaje de los productos químicos debe hacerse tomando en cuenta la peligrosidad y reactividad de los mismos, así como también llevar su identificación correspondiente.
- En el área de almacenamiento de rollos se recomienda que todos los rollos estén flejados y se coloquen exclusivamente en las áreas destinadas para ello.



- En el área exterior de la planta se recomienda una mayor limpieza e higiene, así como la recolección de desechos para evitar seguir degradando la calidad del suelo.

- Tener en buen estado y limpios los pisos, canaletas, paredes y diques de los tanques de almacenamiento de combustibles.

- Mejorar el tratamiento de las aguas residuales para evitar la contaminación de la laguna, ya que se observaron manchas de aceite y residuos de tintas. Es necesario verificar las condiciones de operación del equipo Alar que se adquirió para el tratamiento de aguas residuales, a fin de mejorar su funcionamiento.



CAPÍTULO 8

BIBLIOGRAFÍA.

- Hanz Lenz., "Historia del papel en México y cosas relacionadas 1525-1985". Editorial. Porrúa. México, 1990.
- Austin, George T.; "Manual de procesos químicos en la industria". Ed. Mc Graw Hill. 5ª edición. México 1988.
- Casey. "Pulp and Paper, Chemistry and Chemical Technology, 3d. Edition. Wiley-Interscience, New York, 1980.
- Memoria Estadística de la Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y Papel (CNICP). México, 2000.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y Normas Oficiales Mexicanas en materia de protección ambiental. INE. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. México, 1996.
- Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- Grimaldi & Simonds. "Seguridad Industrial". Editorial Mc Graw Hill. México, 1989.
- Asfahl, C. Ray. "Seguridad Industrial y Salud". Ed. Prentice Hall. México, 2000.



- Modelos Atmosféricos para Simulación de Contaminantes y Riesgos Industriales. (SCRI) Sistemas Heurísticos. S.A. de C.V.
- Análisis de Seguridad en Procesos (ASP). Celanese Mexicana S.A de C.V. 3ª. Edición 1990.
- Dow Chemical Co. "Dow's Process Safety Guide". 2nd Edition. Midland, MI.
- Lewis D.J. "The Mond Fire, Explosion and Toxicity Index". Thirteenth Loss Prevention Symposium. New York 1979.
- Pfenning D. & Mannan M. "Hazard assessment and risk analysis techniques and process industries". Course text. Jones and Neuse inc. Texas, 1988.