

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y**

**COMPORTAMIENTO HUMANO**

Trabajo de fin de carrera titulado:

**“IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”**

Realizado por:

**JOSE AMABLE ROSERO RUIZ**

Director del proyecto:

**Msc. ANTONIO GOMEZ**

Como requisito para la obtención del título de:

**INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

**Quito, 20 de julio del 2015**

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL  
AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020,  
SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

**DECLARACION JURAMENTADA DE AUTORES**

**Yo, JOSE AMABLE ROSERO RUIZ, con cedula de identidad # 170805193-1, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.**

**A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por normativa institucional vigente.**

**José Amable Rosero Ruiz**

**C.C.: 170805193-1**

**IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”**

**DECLARACIÓN FIRMADA DIRECTOR Y LECTORES**

**El presente trabajo de investigación titulado:**

**“IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGOS DE INCENDIO Y DE EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA “**

**Realizado por:**

**JOSE AMABLE ROSERO RUIZ**

**Como requisito para la Obtención del Título de:**

**INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

**Ha sido dirigido por el profesor**

**MSC. ANTONIO GOMEZ**

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

**DECLARATORIA PROFESORES INFORMANTES**

**Los Profesores Informantes:**

**ANTONIO GOMEZ**

**Después de revisar el trabajo presentado,**

**Lo han calificado como apto para su defensa oral ante**

**El tribunal examinador**

**IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL  
AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020,  
SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”**

**DEDICATORIA**

**Dedico el presente trabajo de investigación primero a Dios y a mi querida familia quienes  
supieron motivarme y apoyarme en cada momento.**

**IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”**

**AGRADECIMIENTO**

**Al Profesor Antonio Gómez por su acertada dirección de tesis. Su profesionalismo, apoyo y entrega que fueron determinantes para armar este documento.**

**A mis compañeros de aula, siendo ellos con quienes día a día fuimos avanzando para llegar alcanzar este logro personal y profesional.**

**A la Universidad Internacional SEK, por su esfuerzo integro para formar día a día excelentes profesionales.**

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

Índice general de contenidos

CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. El problema de la investigación.....	1
1.1.1. Planteamiento del problema .....	1
1.1.2. Objetivo general .....	4
1.1.3. Objetivos específicos.....	4
1.1.4. Justificaciones. ....	4
1.2. Marco teórico.....	5
1.2.1. Estado actual del conocimiento sobre el tema .....	5
1.2.2. Marco conceptual .....	7
1.2.3. Hipótesis.....	14
1.2.4. Identificación y caracterización de variables .....	15
2. CAPITULO II .....	16
MÉTODO.....	16
2.1. Tipo de estudio. ....	16
2.3 Método.....	17
2.2. Población y muestra.....	17
3 CAPITULO III.....	26
RESULTADOS .....	26

Anexo “A”: Cuadro de Método de riesgo de incendio y explosión

Elaboración: José A Rosero R.

# IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

## RESUMEN.

La presente investigación pretende determinar las consecuencias de los accidentes mayores como son incendio y explosión en el área de almacenamiento de un terminal de productos limpios analizando exclusivamente la unidad de almacenamiento de mayor capacidad y la cual es a la vez la más cercana a la población que se integró al entorno del terminal después de su construcción las consecuencias en caso de incendio y explosión afectarían directamente a la población circundante, determinaremos por medio del estudio zona s de afectación por medio de la evaluación de riesgo de incendio, determinaremos el radio de afectación , para poder determinar el número y gravedad de víctimas.

Aplicando la modelos de simulación podemos tomar medidas correctivas determinar vías y espacios seguros de trabajo, determinados los radios de afectación no pudimos dar cuenta que se afectaría a la población cercana al tanque en mayor porcentaje que a las instalaciones de la empresa debido a que este tanque se encuentra muy distante de la unidades operativas.

Ahora podemos tomar medidas con la población de control y mitigación de efectos mientras se toman medidas definitivas como puede ser la determinación de franjas de seguridad alrededor del terminal.

# IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

## SUMMARY.

This research aims to determine the consequences of major accidents such as fire and explosion in the storage area of a terminal clean products exclusively analyzing the storage unit and higher capacity which is both closest to the population He joined to the terminal building after setting the consequences in case of fire and explosion would directly affect the surrounding population, determine through the study area s of involvement by the fire risk assessment, determine the radius of involvement, to determine the number and severity of casualties.

Applying simulation models can take corrective action to determine routes and safe workplaces, certain affectation radios could not account that affect the population close to the tank at a higher rate than the company premises because this tank It is far from the operating units.

Now we can take steps to control population and mitigating the effects as definitive measures such as determining safety strips are made around the terminal

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1. El problema de la investigación

##### 1.1.1. Planteamiento del problema

##### 1.1.1.1. Diagnostico

El compromiso por conseguir ambientes saludables de trabajo, reducir los accidentes y sus efectos derivados por el desarrollo de las actividades del Terminal de Productos Limpios, compromete a los profesionales en seguridad y salud a trabajar de forma preventiva y determinar las condiciones más favorables para realizar estas actividades sin causar efectos a la salud de los trabajadores durante el cumplimiento de sus labores diarias, una parte muy importante es determinar el nivel de riesgo a los que se encuentran expuestos, debido a la naturaleza de las actividades y producto que almacena el terminal el factor de mayor riesgo que hay que considerar es el de incendio y explosión.

Las grandes cantidades de líquidos inflamables y combustibles almacenados en tanques atmosféricos de techo fijo y flotante de gran tamaño, siempre van a presentar una gran superficie de incendio, mismos que pueden generar una gran carga térmica que afectaría a las personas en diferente grado de acuerdo al nivel de exposición, el nivel de energía generado puede ser tan alto que podría afectar en forma importante a grandes distancias de la fuente generadora, debemos también tomar en cuenta también el riesgo de exposición a explosiones o deflagraciones explosivas de una nube de gas inflamable que se

## IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

halla en espacio abierto, las mismas que generarían una onda de presión que alcanzaría una sobrepresión destructora en su entorno.

Dentro de todos estos aspectos debemos tomar en cuenta también el hecho del crecimiento poblacional indiscriminado que se ha permitido en las zonas aledañas al terminal, que con toda seguridad sufrirían los efectos nocivos generados por un incendio o una explosión en uno de los tanques de almacenamiento, por eso consideramos importante siempre determinar las áreas afectadas por la energía térmica de un incendio o una explosión de grandes proporciones.

Últimamente se ha conseguido un gran desarrollo en la investigación científica sobre incendios y una herramienta de gran utilidad es el análisis de peligro de incendio, debido a que nos proporciona un esquema flexible para estimar el impacto de cualquier clase de programa o estrategia de seguridad contra incendios en términos de reducción de pérdidas, muertes, daños a personas, daños a la propiedad.

Es importante la evaluación del riesgo y la simulación de los efectos de incendio o explosión debido a que la información obtenida nos ayuda a determinar las zonas que podrían ser afectadas y las consecuencias esperadas de un evento de esta magnitud, las medidas preventivas y las medidas de debemos tomar durante una emergencia, para mitigar sus efectos

### **1.1.1.2.Pronóstico**

En caso de presentarse una emergencia en el terminal de productos Limpios, las consecuencias asociadas a un evento menor o mayor puede implicar grandes daños para la salud de los trabajadores, el ambiente y los bienes de la empresa en tal magnitud que puede

## IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

afectar seriamente la provisión de productos limpios en la zona centro norte del país, que es de la que se encarga de proveer de combustible el terminal.

Además debemos considerar también una variable muy importante, la falta de control de la Municipalidad del Distrito Metropolitano ha permitido el aumento indiscriminado de asentamientos poblacionales muy cercanos a las instalaciones, lo que incrementa el riesgo de afectación a la comunidad cercana.

Basados en los aspectos mencionados con anterioridad, siempre será importante considerar como pueden afectar los procesos productivos al ser humano y su entorno.

Los diferentes niveles de afectación producidos en caso de emergencia por la ausencia de medios de control de incendios y explosión, de la clasificación de zonas de intervención y riesgo, de simulación de efectos, pueden deteriorar en mayor o menor grado la salud del trabajador, el factor socioeconómico de la familia, de la comunidad, del ambiente, afectar directamente la imagen institucional y su confianza ante la sociedad en general.

Con la identificación, medición, evaluación y gestión de los riesgos de incendio y explosión, se reducirá el riesgo de exposición del trabajador, mantendremos el bienestar de los trabajadores, comunidad, producción.

### **1.1.1.3. Control pronóstico**

Identificando, midiendo, evaluando y gestionando eficazmente los factores de riesgo de incendio y explosión, definiremos claramente, las zonas de afectación, y las zonas de intervención en caso de emergencia, es decir áreas de la comunidad que podrían ser afectadas, tomando en cuenta población, entorno, bienes, nos ayuda a determinar cuáles son

## IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

los requerimientos de personal, económicos, materiales, las necesidades de apoyo externo para poder enfrentar una emergencia y minimizar los efectos.

### **1.1.2. Objetivo general**

Identificar, evaluar el riesgo de incendio y explosión en el tanque de gasolina 1020 del terminal de productos limpios, establecer zonas de intervención y simular los efectos en caso de incendio y explosión.

### **1.1.3. Objetivos específicos.**

1. Identificar los riesgos de incendio y explosión causados por las actividades de almacenamiento de Productos limpios del Terminal en el tanque 1020, determinar el índice de riesgo y explosión.
2. Simular los efectos de incendio y explosión determinar el alcance de los mismos.
3. Determinar las zonas de intervención en caso de emergencia.

### **1.1.4. Justificaciones.**

Debido a la cantidad de producto almacenado en el tanque 1020, los afectos en caso de emergencia pueden llegar a considerarse como desastrosos, no solo para el personal y las instalaciones de la empresa, considerando que las condiciones del entorno han cambiado radicalmente desde su construcción en lo que se refiere al incremento indiscriminado de la población alrededor del terminal.

Determinando el efecto, es decir el probable daño que puede ser ocasionado por una explosión o incendio en el tanque, podemos gestionar de manera preventiva, las medidas de detección, notificación y control del factor de riesgo de incendio y explosión.

# IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

Y de forma integral en la respuesta a las emergencias que podrían presentarse, que por medio de la simulación de efectos, se determinaría áreas seguras de evacuación, puntos de encuentro, medios necesarios para la evacuación, programación de capacitación, desarrollo de planes de emergencia internos y externos que involucren a la población que podría ser afectada, diseño de redes de control de incendio.

## **1.2. Marco teórico**

### **1.2.1. Estado actual del conocimiento sobre el tema**

Los incendios en tanques de almacenamiento de líquidos inflamables de techo flotante, ocurren a menudo, aproximadamente un tercio de todos los incendios ocurren a causa de relámpagos, Los métodos tradicionales fallan en prevenir incendios en los tanques cada año, una revisión de incendios en tanques de petróleo entre los años 1951 y 2003 (Persson y Lonnermark, 2004) se descubrió que:

- Hay 15 a 20 incendios en tanque reportados cada año, desde incendios del sello de borde hasta fuegos que destruyeron campos enteros de tanques.
- 1/3 de los 480 fuegos revisados se debieron a los relámpagos.

Otro estudio (Rasmussen, 1995) reveló que:

- 16 de 20 accidentes incluyendo instalaciones de almacenaje del petróleo en Norteamérica se debieron a rayos de relámpago.
- De todas las causas naturales, el relámpago inició 61% de los accidentes en los sitios de almacenaje y procesamiento.

## IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

Se usan tanques con techos flotantes para almacenar líquidos inflamables como petróleo crudo, la gasolina, y el diesel porque su diseño ayuda a reducir la evaporación del producto almacenado, pero este diseño introduce un nuevo problema por la probabilidad de vapores combustibles donde se conectan el techo y el esqueleto del tanque, Como resultado, el área arriba del techo hasta la cima del esqueleto está clasificado como un área Clase I, División 1 los sellos destinados a prevenir estos vapores de escapar se desgastan y se agrietan con el tiempo, y con el oxígeno presente alrededor del tanque y vapores inflamables en el sello, solo se necesita un elemento de calor para iniciar el incendio.

De forma general este tipo de accidentes no ocurren muy frecuentemente, sin embargo es importante estudiar este tipo de fenómenos ya que siempre las consecuencias son consideradas desastrosas, como se demuestra en la tabla 01, la cantidad de víctimas en caso de incendio siempre son altas,

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

**Tabla 1.1.** (\*) Este decenio comprende desde 1990 hasta el primer trimestre de 1996.

Distribución de accidentes por decenios <sup>2</sup>									
Decenio	Incendios			Explosiones			Total incendios y explosiones		
	Número	Victimas	Promedio víctimas de incendio	Número	Victimas	Promedio víctimas de incendio	Número	Victimas	Promedio víctimas de incendio
1900-09	8	2.678	334,7	2	420	210,0	10	3.098	309,8
1910-19	2	689	344,5	8	2.973	371,6	10	3.662	366,2
1920-29	4	770	192,5	–	–	–	4	770	192,5
1930-39	3	749	249,7	3	395	131,7	6	1.144	190,6
1940-49	7	1.261	180,1	10	1.923	192,3	17	3.184	187,3
1950-59	6	562	93,7	3	1.644	548,0	9	2.206	245,3
1960-69	10	1.208	120,8	3	625	208,3	13	1.833	141,0
1970-79	32	2.904	90,7	15	1.298	86,5	47	4.202	89,4
1980-89	52	4.146	79,7	27	4.782	177,1	79	8.928	113,0
1990-96(*)	54	4.316	79,9	42	3.635	86,5	96	7.951	82,8
1900-1996	178	19.283	108,3	113	17.635	156,6	291	36.978	127,1

### 1.2.2. Marco conceptual

Unidades de Procesos Pertinentes.

Son aquellas que presentan un impacto significativo respecto al riesgo de incendio o explosión. En ciertos casos, tal como ocurre con los almacenes, la “Unidad de Proceso Pertinente” se identifica como el material que se almacena.

Factor Material.

Es una medida de la intensidad de liberación de energía de un compuesto químico, de una mezcla de compuestos o sustancias, y se determina considerando los dos riesgos fundamentales del material: la Inflamabilidad (Ni) y la Reactividad (Nr).

## IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

### Riesgos Generales del Proceso.

Son aquellos que aumentan la magnitud de un incidente probable. Se aplican a cierto tipo de procesos, su disposición y las condiciones de drenaje, aun cuando pueden estudiarse para el manejo y almacenamiento de productos.

### Riesgos Especiales del Proceso.

Son aquellos que contribuyen a los incidentes que aumentan la probabilidad de un incendio o explosión. Estos se revisan en función de la “Unidad de Proceso Pertinente” que se evalúa.

### Factor de Riesgos de la Unidad.

Es simplemente el producto del “Factor de Riesgos Generales del Proceso” y el “Factor de Riesgos Especiales del Proceso”, y representa la medida de la magnitud del deterioro probable relativo debido a la exposición combinada de los varios factores contribuyentes usados en el cálculo, así como también representa los efectos totales del incendio, más los daños de explosión resultantes de la liberación de energía de un combustible o de una sustancia reactiva.

### Factor de Daño.

Es la magnitud del deterioro probable relativo debido a la exposición, el cual es el resultado concreto del “Factor de Riesgos de la Unidad”.

### Índice de Incendio y Explosión.

## IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

Expresa la medida del deterioro probable en una planta de proceso. Los factores variados que contribuyen a éste, tales como el tipo de reacción, temperatura del proceso, presión, cantidad de combustible, indican la magnitud y probabilidad de una liberación de combustible o energía debida a fallos de control, fallos o vibración de los equipos y/o a otra fatiga por tensión.

### Radio de Exposición.

Representa la distancia a la cual llega el daño en todos sus sentidos, desde la que se calcula el Área de Exposición probable, como resultado de los efectos combinados del “Factor de Riesgos de la Unidad” y el “Factor Material” especificado, correspondiente a la misma.

### Daño Básico Máximo Probable de la Propiedad.

Se obtiene a partir del “Valor Económico de la Sustitución” del equipo, o equipos involucrados, dentro del “Área de Exposición”.

### Daño Efectivo Máximo Probable de la Propiedad.

Representa la pérdida por daño a una entidad que puede resultar del peor incidente probable, considerando que los sistemas de protección funcionan según diseño. En el caso de que falle alguno de estos sistemas, la pérdida podría alcanzar el “Daño Básico Máximo Probable de la Propiedad”. El “Daño Efectivo Máximo Probable de la Propiedad” también proporciona una aproximación al número posible de días perdidos que puede esperarse.

### Factores de Bonificación para el Control de las Pérdidas.

## IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

Representan tres clases fundamentales que pueden usarse para reducir el “Daño Básico Máximo Probable de la Propiedad” hasta un “Daño Efectivo Máximo Probable de la Propiedad”; estas clases son el Control del Proceso, el Aislamiento de Materiales y la Protección contra Incendios. Cuando los días perdidos pueden representar una amplia interrupción de la fabricación es razonable reconsiderar los factores de bonificación del control de pérdidas para conseguir una aplicación más ajustada.

### Máximos Días Probables Perdidos.

Representan el tiempo de paro no programado, que puede producirse por un incendio, explosión, fallo mecánico, fallo en el servicio de instalaciones u otras condiciones.

### Riesgo Crítico.

Cualquier suceso, tal como una emisión, fuga, vertido, incendio o explosión, que sea consecuencia de un desarrollo incontrolado de una actividad industrial, que suponga una situación de grave riesgo, catástrofe o calamidad pública, inmediata o diferida, para las personas, el medio ambiente y los bienes, bien sea en el interior o exterior de las instalaciones, y en el que esté implicadas una o varias sustancias peligrosas contempladas en el RD 886/88 y RD 952/90.

### BLEVE.

Acrónimo de la expresión inglesa “Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion”. Estallido producido por calentamiento externo de un recipiente que contiene un líquido a presión, al perder resistencia mecánica el material de la pared y estanqueidad bruscamente. El estallido es particularmente violento, pues al estar el líquido interior muy sobrecalentado,

## IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

se produce su ebullición a partir de la nucleación homogénea instantánea de una gran parte del mismo.

### Bola de Fuego.

En la literatura anglosajon “Fireball”. Llama de propagación por difusión, formada cuando una masa importante de combustible asciende por contacto con llamas estacionarias contiguas. Se forma un globo incandescente que asciende verticalmente y que se consume con gran rapidez.

### Borbollón.

Traducción del vocablo anglosajón “boilover”. En efecto, el borbollón, definido como “erupción que hace el agua de abajo para arriba, elevándose sobre la superficie”, coincide notablemente con el fenómeno físico normalmente conocido por “boilover”

### Combustión.

Se entiende por tal la oxidación por aire (comburente) rápida y muy exotérmica de materias reductoras (combustibles). Se manifiesta mediante la llama, que en los accidentes industriales es siempre muy turbulenta. Cuando la combustión se produce con aportación de combustible y comburente por separado, se producen las llamas de difusión; por el contrario, cuando se desarrollan en una mezcla ya existente de combustible y comburente, se producen llamas premezcladas. A su vez las llamas pueden ser estacionarias o progresivas (estas si se desplazan en el espacio a través de una mezcla de combustible-comburente existente –llama premezclada- o que se va formando – llama de difusión-).

### Dardo de Fuego.

## IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

En la literatura anglosajona “Jet Fire”. También denominado lengua de fuego. Llama estacionaria de difusión de gran longitud y poca anchura, como la producida por un soplete oxiacetilénico. Provocada por la ignición de chorros turbulentos.

Deflagración.

Combustión de llama premezclada progresiva, caracterizada por una disminución de densidad. Su propagación es subsónica.

Explosión.

Equilibrado en un tiempo muy corto de una masa de gases en expansión contra la atmósfera que la rodea. Si la energía necesaria para la expansión de los gases procede de una reacción química, se dice que la explosión es química. Por el contrario, cuando la energía procede de alguna otra fuente, se trata de una explosión física. En este segundo caso se requiere que la materia esté confinada, mientras que en el primero no es necesario.

Incendio de Charcos.

En inglés “Pool fire”. Se aplica combustión estacionaria con llama de difusión, de un líquido en un recinto descubierto de dimensiones dadas.

Llamarada.

En la literatura anglosajona “Flash Fire”. Llama progresiva de difusión o pre mezcla con baja velocidad de llama. No produce onda de presión.

Poder emisor.

## IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

Flujo de energía radiante emitido por un elemento de superficie, que depende básicamente de la temperatura alcanzada por el mismo (ley de Stefan-Boltzmann) y de su composición y estado.

Radiación térmica.

Ondas electromagnéticas (correspondientes al banda de longitudes de onda entre 0,1 y 1.000 m), originadas por las sustancias a alta temperatura (y en particular, por los productos de combustión), que pueden afectar perjudicialmente a seres vivos e instalaciones a distancia.

Riesgo.

Referido a un accidente, se define como la contingencia de sus consecuencias (o daño). Tiene carácter cuantitativo, siendo su expresión más generalizada el producto de la probabilidad de ocurrencia del accidente considerado (absoluta o referida a un período de tiempo determinado) por las consecuencias esperadas.

Toxicidad.

Capacidad de una sustancia para causar efectos adversos en los organismos vivos.

UVCE.

Acrónimo de la expresión inglesa “Unconfined Vapour Cloud Explosion” Deflagración explosiva de una nube de gas inflamable que se halla en un espacio amplio, cuya onda de presión alcanza una sobrepresión máxima del orden de 1 bar en la zona de ignición.

# IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

Velocidad de combustión.

Velocidad de consumo del combustible en una llama estacionaria, en función de la velocidad de las reacciones químicas de combustión.

Velocidad de llama.

Velocidad de avance del frente de llama en una llama que se propaga o progresa.

Zona definida de influencia (zona definida o zona de influencia).

La zona abarcada por el radio (o envolvente en su caso), que delimita los alcances de los valores umbrales del riesgo en el caso de producirse la situación de accidente más desfavorable en base a los Estudios de Seguridad y Análisis Cuantitativo de Riesgo.

## **1.2.3. Hipótesis**

¿Se puede evaluar el riesgo de incendio y explosión de un tanque de almacenamiento de gasolina determinar sus efectos y las zonas de intervención, en caso de emergencia?

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

**1.2.4. Identificación y caracterización de variables**

<b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b>	<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>
1. ALMACENAMIENTO DE MATERIAL FLAMABLE	1. RIESGO DE INCENDIO
2. TIEMPO	2. INTENSIDAD DEL EFECTO
DISTANCIA	3. EFECTOS DE LA RADIACION TERMICA
DIAMETRO DEL TANQUE	4. RADIACION TERMICA
3. CONDICIONES ATMOSFERICAS	5. INTENSIDAD DE LA RADIACION TERMICA
ONDA DE PRESION	6. SOBREPRESION

## 2. CAPITULO II

### MÉTODO.

#### 2.1. Tipo de estudio.

Exploratorio.

El objetivo es descubrir respuestas a ciertas interrogantes por medio de procedimientos científicos, desarrollados con la finalidad de incrementar la certeza de la información reunida, la cual es de interés para dar respuesta a la interrogante cuando no se tiene una idea específica de lo que se desea estudiar o cuando el fenómeno es poco conocido por el investigador.

Muchos estudios exploratorios tienen como objetivo, establecer formulaciones precisas de un problema de investigación, establecer hipótesis, definir el problema y determinar la metodología para formular un estudio de investigación

Un estudio exploratorio puede tener otras funciones como: aumentar la familiaridad del investigador con el fenómeno que se desea estudiar, por medio de un estudio más consecuente y mejor estructurado; establecer preferencias para posteriores investigaciones.

#### 2.2 Modalidad de investigación

**De campo:** Se recogerán los datos directamente en el área de almacenamiento de productos limpios identificando y evaluando los factores de riesgo de incendio y explosión, determinando áreas de intervención seguras.

# IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

## **2.3 Método.**

Método inductivo deductivo.

El propósito de la investigación es describir situaciones y efectos, es, decir cómo y de qué manera se manifiesta determinado fenómeno, cuales son los efectos que produciría es evento, para lo que utilizaremos el método deductivo, partiendo de principios generales y con la ayuda de una serie de reglas de inferencia, se demuestran teoremas o principios secundarios, este es un método muy riguroso y certero por lo que podemos estar seguros de que si las premisas o principios generales son verdaderos las conclusiones, entonces las conclusiones también lo serán, este método formal afecta a la forma de los razonamientos no al contenido, con la finalidad de ordenar la observación tratando de extraer conclusiones de carácter universal desde la acumulación de datos particulares, utilizaremos el método inductivo.

Mediremos y evaluaremos diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar, desde el punto de vista científico, seleccionaremos una serie de datos e información y evaluaremos cada una de ellas independientemente, para así describir los riesgos de incendio y explosión del tanque de almacenamiento de gasolina del Terminal de Productos Limpios

## **2.2. Población y muestra.**

El Terminal, inició sus operaciones en el año 1980, recibe combustibles provenientes de los poliductos Esmeraldas - Quito, Santo Domingo – Beaterio y Shushufindi Quito. Por otra parte abastece al Terminal Ambato y Depósito Riobamba a través del poliducto Quito-Ambato, y comercializa a través de auto tanques de combustibles al Distrito Metropolitano

**IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”**

de Quito, la zona de influencia la conforman las provincias de Pichincha, Carchi, Imbabura,

Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo.

**Ubicación: Parroquia, Cantón, Ciudad.**

- Coordinadas UTM PSAD 56: UTM: 774059E y 9964842N

(Ubicación Cartográfica)

- Superficie: 288.753 m<sup>2</sup>

El Terminal de Productos Limpios “El Beaterio” está ubicado en la avenida El Beaterio y avenida Pedro Vicente Maldonado (km 10.5 panamericana Sur), parroquia Turubamba, cantón Quito, sector El Beaterio, a una altura de 2850 msnm al Sur de la ciudad de Quito, Distrito Metropolitano.

Según las actividades que realiza este Terminal es responsable y ejecutor del transporte, recepción, almacenamiento y comercialización de productos limpios como son, gasolinas: extra, súper y base; diesel dos, diesel premium y jet fuel a las zonas norte y centro del país y toda el área de influencia del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). Recibe combustibles por medio de los poliductos “Esmeralda-Quito-Macul” y “Shushufindi-Quito” y despacha (bombea) por medio del poliducto “Quito-Ambato-Riobamba” a las ciudades de Ambato y Riobamba (desde el segundo semestre del 2014 a Riobamba). Igualmente distribuye combustible por medio de auto tanques a las diferentes estaciones de servicio, parque automotor y empresas de generación eléctrica.

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

Administrativamente depende de la Intendencia de Terminales Norte, la cual depende de la Superintendencia de Terminales y Poliductos Norte, Subgerencia y Gerencia de Transporte.

Las instalaciones están limitadas al Norte por la avenida El Beaterio (vía de ingresa al Terminal) y, terrenos e infraestructura del Ministerio de Obras Públicas; Al Sur por la cooperativa de vivienda Estela Maris; al Este la línea férrea, cerca la cual se encuentran las cooperativas (barrios): Caupicho, San Blas, Jesús de Nazaret y Nueva Loja, y al Oeste por una vía pública y terrenos del Ministerio de Salud.

El Terminal está conformado por la siguientes áreas:

- Administrativa (Superintendencia, Intendencias y Jefaturas de las diferentes áreas operativas).
- Estación Reductora: Poliducto Esmeraldas-Quito-Macul y Poliducto Shushufindi-Quito, con sus respectivos tanques de interfaces.
- Estación de Bombeo: Poliducto Quito - Ambato - Riobamba; y, Mantenimiento electromecánico del Poliducto.
- Patio de Tanques de Almacenamiento, incluidos los de Jet Fuel.
- Área de Despacho Productos Limpios: Islas de Carga, Carga Ventral y Patio de Bombas.
- Planificación Operativa (Coordinación de Gestión Empresarial).

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

Extra.

- Planta de Jet Fuel y Mezclas: filtrado de Jet Fuel y preparación de Gasolina
- Piscina (Separador) API y Área de Remediación Contaminados.
- Mantenimiento de Terminales Norte.
- Integridad y Confiabilidad de Poliductos y Terminales.
- Laboratorio de Control de Calidad.
- Dispensario Médico (Salud Ocupacional).
- Sucursal Quito-Comercialización.
- Bodegas Central (Principal) y de Comercialización.
- Restauración Ambiental (RAM).
- Seguridad, Salud y Ambiente (SSA).
- Seguridad Física y ARCH (Agencia de Regulación y Control Hidrocarb.)
- Mantenimiento Civil Menor (Cuerpo de Ingenieros del Ejército).
- Parqueadero de Auto Tanques.
- Área de Bancos y Comercializadoras.
- Telecomunicaciones

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

<b>EP PETROECUADOR</b> <b>TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS</b> <b>"EL BEATERIO"</b> <b>INFORME AMBIENTAL ANUAL AÑO 2014</b>					
PRODUCTO	TANQUE DE MACENAMIENT	CAPACIDAD TOTAL		CAPACIDAD OPERATIVA	
		GALONES	BARRILES	GALONES	BARRILES
EXTRA	1003	4.023.541,00	95.798,60	3.937.598,00	93.752
	1014	669.340,00	15.936,67	645.096,00	15.359
	1024	637.207,00	15.171,60	636.634,00	15.157
	<b>TOTAL</b>	<b>5.330.088,00</b>	<b>126.906,86</b>	<b>5.219.328,00</b>	<b>124.269,7</b>
SUPER	CI-02	1.909,00	45,45	1.500,00	35
	1001	2.261.509,00	53.845,45	2.201.830,00	52.424
	1012	1.447.887,00	34.473,50	1.385.626,00	32.991
	<b>TOTAL</b>	<b>3.711.305,00</b>	<b>88.364,40</b>	<b>3.588.956,00</b>	<b>85.451,3</b>
DIESEL OIL	1011	1.493.618,00	35.562,33	1.445.818,00	34.424
	1013	900.834,00	21.448,43	868.234,00	20.672
	<b>TOTAL</b>	<b>2.394.452,00</b>	<b>57.010,76</b>	<b>2.314.052,00</b>	<b>55.096,4</b>
DIESEL PREMIUM	CI-01	1.470,00	35,00	1.200,00	28
	1010	4.606.584,00	109.680,57	4.453.584,00	106.037
	1022	2.477.843,00	58.996,26	2.369.597,00	106.037
	1023	546.627,00	13.014,93	546.052,00	106.037
	1025	638.333,00	15.198,40	637.819,00	106.037
	<b>TOTAL</b>	<b>8.270.857,00</b>	<b>196.925,17</b>	<b>8.008.252,00</b>	<b>424.179</b>
JET A1	1017	1.163.607,00	27.704,93	1.099.607,00	26.181
	1018	473.199,00	11.266,64	453.199,00	10.790
	1019	474.309,00	11.293,07	452.116,00	10.764
	1016	1.163.687,00	27.706,83	1.043.687,00	24.849
	<b>TOTAL</b>	<b>3.274.802,00</b>	<b>77.971,48</b>	<b>3.048.609,00</b>	<b>72.585,9</b>
ASOLINA BASE NE	1005	1.234.568,00	29.394,48	1.204.416,00	28.676
	1009	280.942,00	6.689,10	274.485,00	6.572
	<b>TOTAL</b>	<b>1.515.510,00</b>	<b>36.083,57</b>	<b>1.478.901,00</b>	<b>35.249</b>
DIESEL 1	1008	123.948,00	2.951,14	121.248,00	2.886
PROCESOS	1007	2.261.953,00	53.856,02	2.201.092,00	52.406
	1020	1.655.812,00	39.424,10	1.544.190,00	36.766
	<b>TOTAL</b>	<b>3.917.765,00</b>	<b>93.280,12</b>	<b>3.745.282,00</b>	<b>89.173,3</b>
INTERFASE	1621	21.700,00	516,67	20.168,00	480
	1622	21.713,00	516,98	20.181,00	480
	505	121.274,00	2.887,48	117.972,00	2.808
	509	80.138,00	1.908,05	78.471,00	1.868
	<b>TOTAL</b>	<b>244.825,00</b>	<b>5.829,17</b>	<b>236.792,00</b>	<b>5.637,90</b>

El despacho promedio, días calendario, del Terminal El "BEATERIO" es, aproximadamente, de 1'825.000 galones entre todos los combustibles que distribuye.

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”



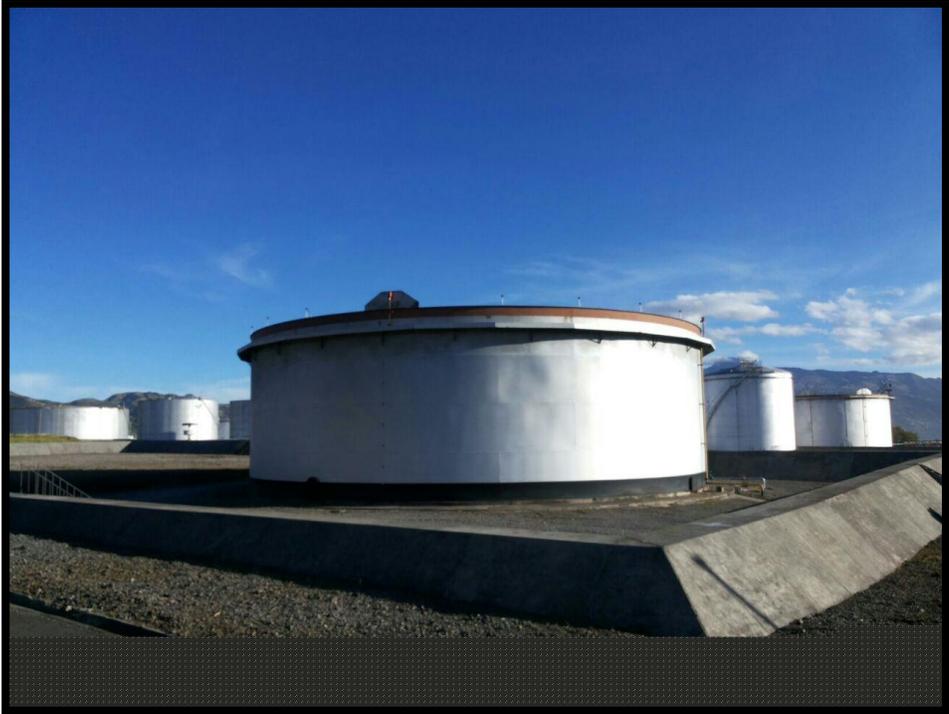
La construcción del Terminal fue planificada, coordinada y ejecutada por la Empresa Nacional de Ferrocarriles del Estado (ENFE), por la Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE) y por la Cía. española Heredia Moreno entre los años de 1973 y 1975, época en la cual funcionaba el poliducto “Durán-Quito”.

En la actualidad este Terminal es abastecido a través de dos poliductos: el “Esmeraldas-Quito” con una tubería de 12” y 16” de diámetro y una longitud de 253 Km desde la Refinería de Esmeraldas hasta el Terminal El Beaterio en Quito; y, el “Shushufindi-Quito” con una tubería de 4” y 6” de diámetro y una longitud de 304,8 Km desde el Complejo Industrial Shushufindi hasta el referido Terminal. Así mismo desde la Estación de Bombeo se envía combustibles a la ciudad de Ambato por medio del poliducto “Quito-Ambato” con una tubería de 6” de diámetro y 110,4 Km de longitud.

Las instalaciones son consideradas como entes de valor estratégico nacional debido a que desde este centro operativo se abastece de productos a la ciudad de Quito y la zona centro norte del país, por medio de auto tanques y el poliducto “Quito-Ambato”.

Para el almacenamiento de los productos, el Terminal dispone de un área de tanques estacionarios verticales, debidamente identificados de acuerdo al producto que contiene, con cubetos o diques diseñados para contener el producto en caso de derrame, con una capacidad de almacenamiento de 26 335 352 galones, 627.032 barriles (100.074 m<sup>3</sup>) y una capacidad operativa de 605.585 barriles (96.651 m<sup>3</sup>), distribuidos en 19 tanques.

**IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”**



**ILUSTRACIÓN 0-1 TANQUE 1020**





## IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

La percepción sistemática, dirigida a captar los aspectos más significativos de los objetos, hechos y realidades, proporciona la información empírica necesaria para plantear nuevos problemas, formular hipótesis y su posterior comprobación.

**TABLA DESCRIPCION DE EQUIPOS 0-1**

EQUIPO	UTILIZACION
EXPLOSIMETRO	MEDICION DE ATMOSFERAS PELIGROSAS CONCENTRACION DE GASES
LUXOMETRO	MEDICION DE NIVELES DE ILUMINACION
FLUJOMETRO	MEDICION DE FLUJO EN LINEAS SCI
TERMOMETRO	MEDICION DE TEMPERATURAS DE EQUIPOS Y FLUIDOS ALMACENADOS
MULTIMETRO	MEDICION DE TIERRA
DECAMETRO	MEDICION DE DISTANCIAS
MULTIGAS	MEDICION DE GASES EN SUSPENSION
ANEMOMETRO	MEDICION DE CONDICIONES ATMOSFERICAS

Determinaremos los efectos de la radiación térmica en incendios de líquidos y gases, los modelos de vulnerabilidad de las personas por accidentes mayores método Probit, explosiones de nubes de vapor no confinadas, por medio de métodos estandarizados para el efecto internacionalmente probados y utilizados

### 3 CAPITULO III.

## RESULTADOS

### 3. Levantamiento de datos.

El índice de incendio y explosión desarrollado por la empresa DOW, y respaldado por la AICHE (American Institute of chemical Engineers), es un índice de riesgo de incendio exclusivo para incendios y explosión desarrollado para empresas químicas con riesgo de incendio significativo, los objetivos del método son: cuantificar el daño esperado ocasionado por un incendio o una explosión, identificar los equipos que generen el mayor riesgo potencial y priorizar las medidas a adoptar.

Primera fase.- se debe determinar la unidad de proceso objeto de estudio, se consideraran dentro de la misma unidad de proceso todos aquellos equipos próximos entre si que manipulen los mismo materiales en condiciones de trabajo similares

Índice de DOW de incendio y explosión,- El análisis de riesgo de incendio y explosión se realizó aplicando la metodología propuesta para el cálculo del Índice de Dow establecida en la Guía IIE en su 5ª edición :

1. Plano parcelado exacto de la planta.
2. Comprensión del flujo del proceso y las instalaciones de éste.
3. Hoja de trabajo del Índice de Incendio y Explosión.
4. Hoja de trabajo del análisis de riesgos.
5. Hoja de trabajo de recapitulación.

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

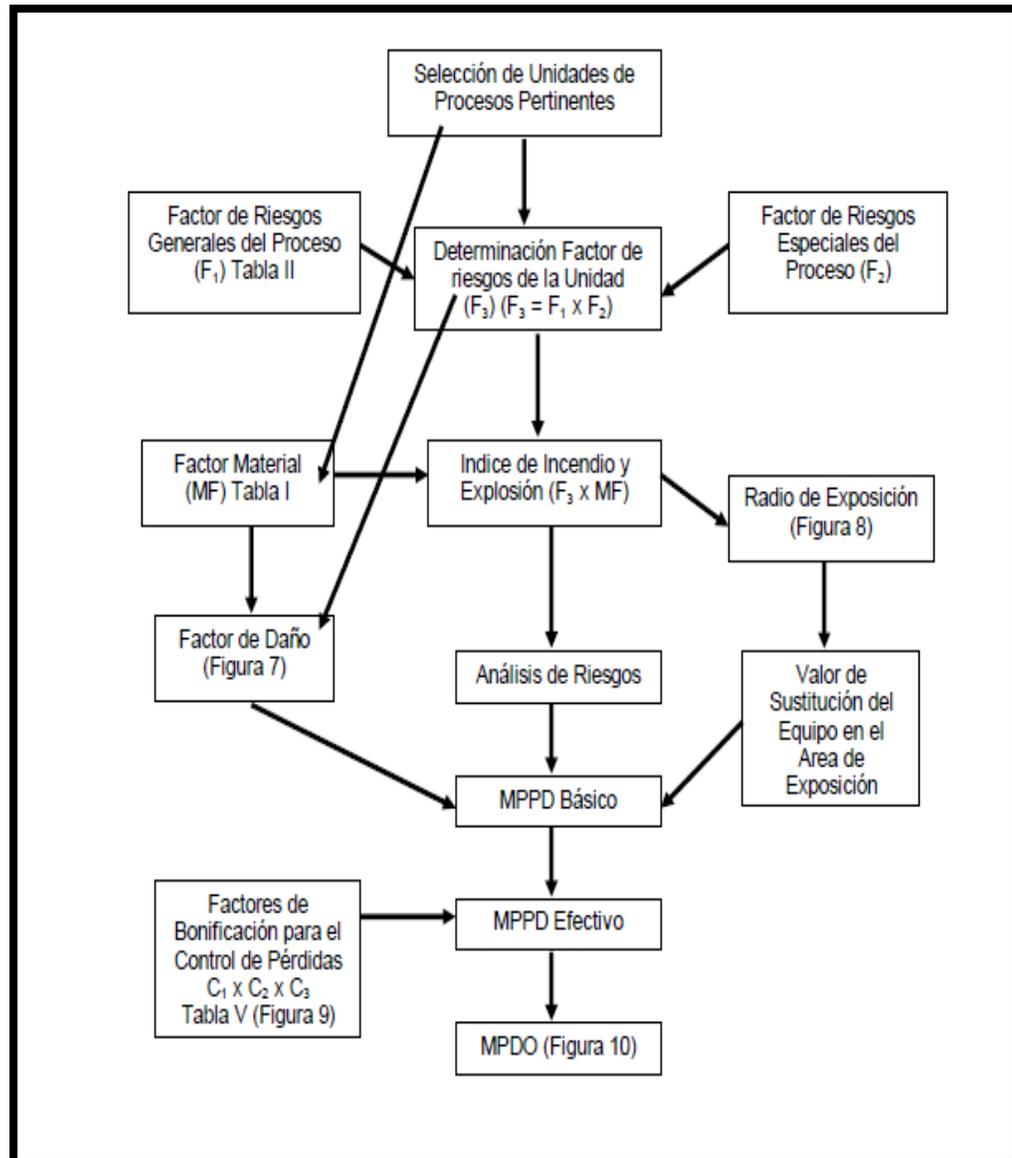
6. Calculadora y compás de dibujo.
7. Guía IIE en su 7ª edición.
8. Datos de costo para los equipos de proceso instalados en la planta.

Una vez que se cuenta con estos elementos, se procede al desarrollo del estudio sobre la base del cálculo de los diferentes factores.

Seleccionar las Unidades del Proceso:

En este estudio, de las Unidades de Proceso existentes en el Terminal, se seleccionó una unidad de Proceso (almacenamiento), mismas que presentan impactos significativos respecto a incendio y explosión por el material combustible y la cantidad del mismo que se emplea como parte fundamental de cada uno de ellos. Se consideraron no más de cuatro Unidades de Procesos Pertinentes conforme lo establece la Guía IIE en su 7º edición:

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”



PROCEDIMIENTOS PARA EL CÁLCULO DEL ANALISIS DE RIESGOS

- Plano parcelado exacto de la planta.
- Comprensión del flujo del proceso y las instalaciones de éste.
- Hoja de trabajo del Índice de Incendio y Explosión (Diagrama A).

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

d) Hoja de Trabajo del análisis de riesgos (Diagrama B).

e) Hoja de trabajo de recapitulación (Diagrama C).

f) Calculadora y compás de dibujo.

g) Guía IIE

h) Datos de costo para los equipos de proceso instalados en la planta.

2. para efectos de este estudio hemos considerado el tanque de almacenamiento de gasolina 1020 por su cercanía a zonas pobladas del entorno del terminal y la cantidad de producto almacenada, tomando en cuenta también el tipo de tanque

3. Determinamos el Factor Material (MF) para cada una de las “Unidades de Proceso”. Estos se obtienen a partir de la Tabla I o apéndice A basándonos en el producto almacenado en el tanque.

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

**APENDICE A FACTOR MATERIAL (MF)**

COMPUESTO	MF	T <sub>a</sub> °K	H <sub>o</sub> Mcal/Kg	Clasificación NFPA			T <sub>i</sub> °C	T <sub>e</sub> °C
				N <sub>s</sub>	N <sub>i</sub>	N <sub>r</sub>		
Epiclorhidrina	24	974	4,0	3	2	2	41	115
Estearato bárico	4	374	4,9	0	1	0	-	-
Estearato de zinc	4	538	5,6	0	1	0	-	-
Estireno	24	993	9,7	2	3	2	32	146
Etano	21	597	11,3	1	4	0	Gas	-89
Etanolamina	4	660	5,3	2	1	0	85	172
Etilamina	21	740	9,1	3	4	0	< -18	17
Etil - benceno	16	830	9,8	2	3	0	15	136
Etil - butilamina	16	860	9,4	3	3	1	18	111
Etilendiamina	10	708	6,9	3	2	0	43	116
Etilenglicol	4	683	4,1	1	1	0	111	197
Etilenglicol - dimetil - éter	10	674	6,4	2	2	0	40	79
Etilenimina	29	1092	7,2	3	3	3	-11	56
Etileno	24	1005	11,6	1	4	2	Gas	-104
Etil - éter	21	761	8,0	2	4	0	-45	35
2 - Etil - hexanol	14	691	9,0	2	1	1	85	182
Etil - mercaptano	21	522	7,1	2	4	0	27	35
Etil - propil - éter	16	748	8,4	1	3	0	-20	64
Fenol	4	822	7,4	3	1	0	79	181
Flúor	29	-	-	4	0	3	-	154
Fluorobenceno	24	992	7,4	2	3	2	-15	85
Formaldehido	24	987	4,4	2	4	2	Gas	-19
Formiato de etilo	16	788	4,8	2	3	0	-20	54
Formiato de metilo	21	814	3,6	2	4	1	-19	32
Furano	21	838	7,0	1	4	1	0	31
Gas Mapp	21	1044	10,8	1	4	1	Gas	-
Gasolina	16	691	10,4	1	3	0	-43	38 / 204
Glicerina	4	684	3,8	1	1	0	160	290
Gliconitrilo	14	882	4,2	1	1	1	-	-
Heptano	16	587	10,7	1	3	0	0	91
Hexaclorobutadieno	14	626	1,1	2	1	1	-	210
Hexanal	16	620	8,6	2	3	0	32	131
Hexano	16	581	10,7	1	3	0	-22	69
Hidracina	40	1338	4,0	3	3	4	38	113
Hidracina	24	1338	4,3	3	3	2	38	113
Hidrógeno	21	301	28,7	0	4	0	Gas	-252
Hidroperóxido t - butilo	-24	919	6,6	1	3	2	< 27	-

4. Evaluamos cada uno de los Factores que contribuyan al Riesgo relacionados en la hoja de trabajo del IIE, tanto para riesgos Generales del Proceso como en el de riesgos Especiales del proceso, tenemos que tomar en cuenta también la penalización que se deba aplicar .

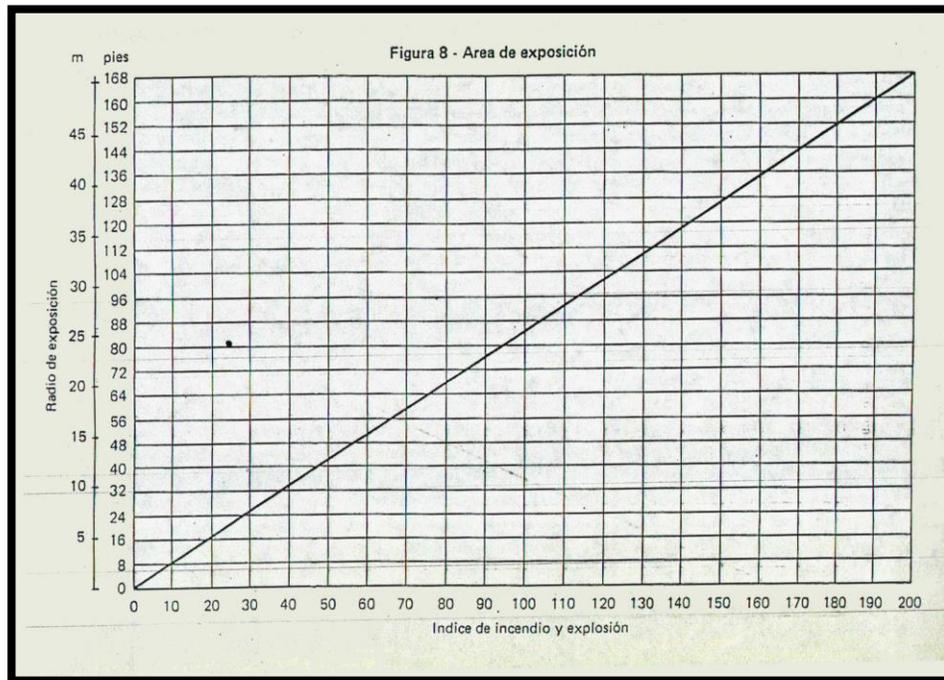
IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

INDICE DE INCENDIO Y EXPLOSION			
			
<b>DIAGRAMA "A"</b>			
		Localización:	Fecha:
Planta:	Unidad:	A cargo de:	
<b>MATERIALES Y PROCESOS</b>			
Materiales:			
Catalizadores		Disolventes	
<b>FACTOR MATERIAL (VER TABLA I, APENDICE A)</b>			
<b>1. RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (VER TABLA II)</b>		Penalización	Penalización usada
FACTOR BASE		1,00	1,00
A. Reacciones exotérmicas (Factor 0.30 a 1.25)			
B. Reacciones endotérmicas (Factor 0.20 a 0.40)			
C. Transferencia y manejo materiales (Factor 0.25 a 0.85)			
D. Unidades de proceso cerradas (Factor 0.30 a 0.90)			
E. Acceso			
F. Desagües (Factor 0.25 a 0.50)			
FACTOR DE RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (F <sub>1</sub> )			
<b>2. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO</b>			
FACTOR BASE		1,00	1,00
A. Temperatura del proceso (Usar sólo una)			
1. Superior al punto de inflamación		0,30	
2. Superior al punto de ebullición		0,60	
3. Superior al punto de autoignición		0,75	
B. Presión baja (Inferior a la atmosférica)		0,50	
C. Operación en o cerca condiciones inflamabilidad			
1. Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior		0,50	
2. Alteración del proceso o fallo de purga		0,30	
3. Siempre en condiciones de inflamabilidad		0,80	
D. Explosión de polvo (Factor 0.25 a 2.00) (Ver Tabla III)			
E. Presión (Ver Figura 2)			
F. Temperatura baja (Factor 0.20 a 0.50)			
G. Cantidad de material inflamable			
1. Líquidos o gases en procesos (Ver Figura 3)			
2. Líquidos o gases almacenados (Ver Figura 4)			
3. Sólidos combustibles almacenados (Ver Figura 5)			
H. Corrosión y erosión (Factor 0.10 a 0.75)			
J. Fugas por uniones y empaquetaduras (Factor 0.10 a 1.50)			
K. Uso de calentadores con llama abierta (Ver Figura 6)			
L. Sistema Intercambio térmico con aceite caliente (Factor 0.15 a 1.5) (Ver Tabla IV)			
M. Compresores, bombas y equipos rotativos		0,50	
FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (F <sub>2</sub> )			
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F <sub>1</sub> X F <sub>2</sub> = F <sub>3</sub> )			
INDICE DE INCENDIO Y EXPLOSION (F <sub>3</sub> X MF) = IIE			

5. Con los datos obtenidos del Factor General de Riesgo y el Factor Especial del Riesgo, obtenemos el “Factor de Riesgo de la Unidad”. Este determina el grado de exposición al riesgo de la “Unidad de Proceso” y junto con el MF determinamos el “Factor Daño” que representa el grado de exposición a pérdidas.

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

6. Por medio del producto del “Factor de riesgo de la Unidad” y el “Factor Material” obtenemos el IIE. Con el cual vamos a determinar el área de exposición del tanque 1020.



7. Una vez que hemos calculado el costo de los equipos ubicados dentro del área de exposición este valor lo utilizamos para obtener el Daño Básico Máximo Probable de la Propiedad (MPPD Básico).

$$\text{Valor de sustitución (costo calculado)} = \text{Costo original} \times 0,82 \times \text{Factor de escala.}$$

El 0,82 es un valor de origen estadístico para los elementos no sometidos a pérdida o sustitución, tales como preparación del lugar, carreteras, líneas subterráneas y cimientos, ingeniería, etc.

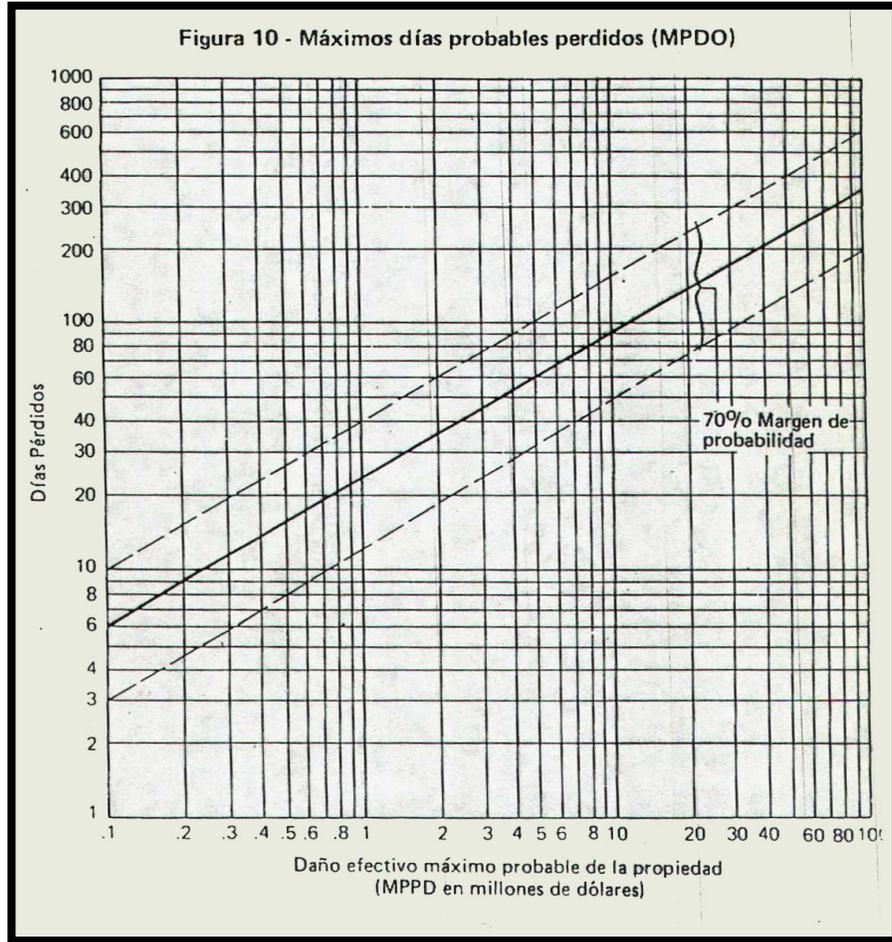
IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

8. El MPPD Básico lo podemos reducir al Daño Máximo Probable de la propiedad Efectivo mediante la aplicación de varios Factores de Bonificación y/o la relocalización de ciertos equipos de valor alto en áreas exteriores al “Área de Exposición”.

Tabla V

9. El Daño Efectivo Máximo Probable de la Propiedad (MPPD Efectivo) lo determinamos para obtener los Máximos Días Probables Perdidos (MPDO), la paralización de los procesos productivos los podemos evaluar en base al siguiente cuadro

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”



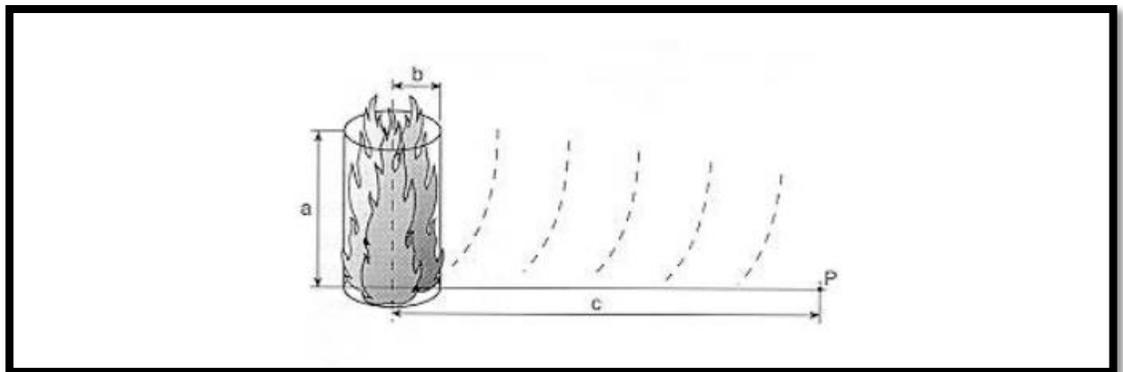
10. El MPPD Efectivo representa la pérdida probable que puede ocurrir si un incidente de una magnitud razonable aconteciera y funcionarían los distintos equipos de protección. El fallo de funcionamiento de alguno de los equipos protectores revertiría el problema de la pérdida probable al MPPD Básico.

Hemos determinado el IIE de nuestro proceso es decir el almacenamiento, mezcla y trasvase del tanque de gasolina 1020 del Terminal, de igual forma hemos determinado el área de exposición y los costos en general que podríamos esperar de un desastre de gran magnitud.

## IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

Estos datos entregados por el IIE en lo que se refiere pueden ser determinados también por medio del método de radiación térmica en incendios de líquidos y gases, el modelo de partida para la evaluación de la radiación térmica se basa en un incendio de base circular situado en el interior del tanque que puede variar su altura dependiendo del nivel del tanque es decir la capacidad operativa a la que se encuentre, consideramos la fase de incendio estacionario independientemente de la fase inicial y de su desarrollo, el tamaño de la superficie formada es importante y a efectos de cálculo se adopta la superficie del tanque que es constante.

Para poder determinar la intensidad de la radiación térmica recibida por un ser vivo u objeto situado en el campo de influencia de un incendio debemos tomar en cuenta de las condiciones atmosféricas (humedad ambiente), de la geometría del incendio (diámetro de la base del incendio, altura de las llamas y la distancia al punto irradiado) y de las características físico-químicas del producto en combustión.



$$q = d F E$$

siendo:  $q$  = Intensidad de irradiación a una distancia determinada (kW/m<sup>2</sup>).

$d$  = Coeficiente de transmisión atmosférica (adimensional).

# IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

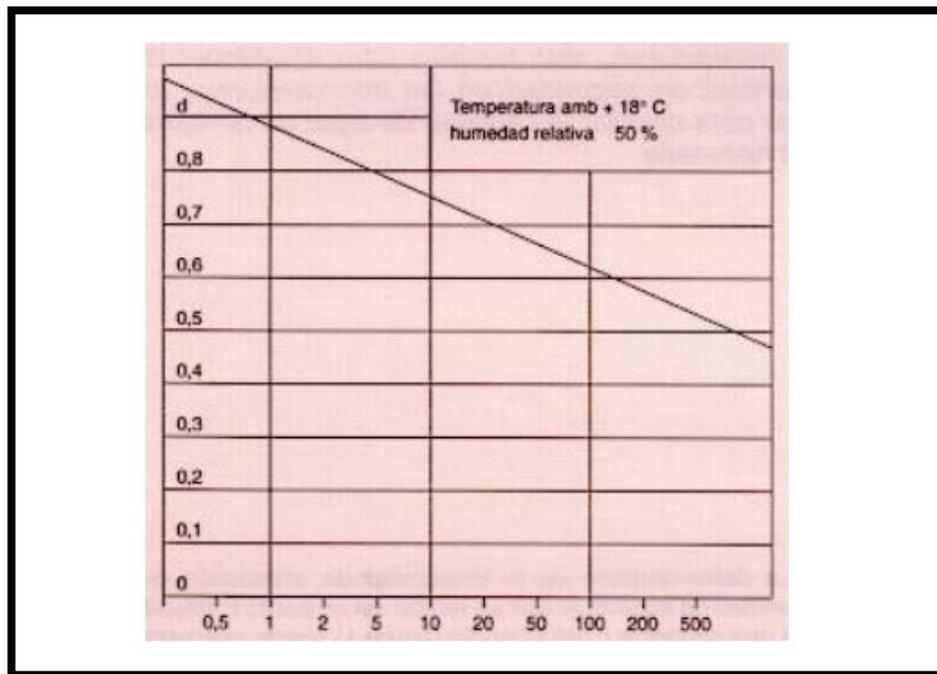
F = Factor geométrico de visión, de vista o de forma (adimensional).

E = Intensidad media de radiación de la llama kW/m<sup>2</sup>).

Fig. 1: Forma de incendio cilíndrico vertical

A continuación describiremos los métodos de cálculo más usuales para cada uno de los tres parámetros que es preciso conocer para evaluar la intensidad de la irradiación.

Coefficiente de transferencia atmosférica.



La presión parcial del vapor de agua se calcula a partir de la humedad relativa del aire ambiental y de los valores de las presiones de vapor saturado a diferentes temperaturas.

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

Temperatura °C	Presión de vapor (Pa)	Temperatura °C	Presión de vapor (Pa)
0	600	19	2170
2	700	20	2310
4	800	21	2450
6	920	22	2610
8	1060	23	2770
10	1210	24	2940
11	1300	25	3130
12	1380	26	3320
14	1580	27	3520
15	1680	28	3730
16	1790	29	3950
17	1920	30	4190
18	2040		

Así para un caso determinado, la presión parcial de vapor se calcula multiplicando la humedad relativa por la presión de vapor saturado a la temperatura existente.

Una fórmula empírica empleada normalmente es la siguiente, propuesta por Pietersen y Huerta (TNO):

$$d = 2,02 (P_v \cdot x)^{-0,09}$$

siendo:

$P_v$  = Presión parcial del vapor de agua a la temperatura determinada (Pa).

$x$  = Longitud de recorrido de la radiación, distancia desde la superficie de llama al blanco receptor (m).

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

Factor de visión geométrico

Factor de visión horizontal, $F_h$										
a/b	0.1	0.2	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	6.0	10.0	20.0
c/b										
1.10	0.132	0.242	0.332	0.354	0.360	0.362	0.362	0.362	0.363	0.363
1.20	0.044	0.120	0.243	0.291	0.307	0.310	0.312	0.312	0.313	0.313
1.30	0.020	0.065	0.178	0.242	0.268	0.274	0.277	0.270	0.278	0.279
1.40	0.011	0.038	0.130	0.203	0.236	0.246	0.250	0.251	0.252	0.253
1.50	0.005	0.024	0.097	0.170	0.212	0.222	0.226	0.229	0.231	0.232
2.00	0.001	0.005	0.027	0.073	0.126	0.145	0.158	0.160	0.164	0.166
3.00	0.000	0.000	0.005	0.019	0.050	0.071	0.091	0.095	0.103	0.106
4.00	0.000	0.000	0.001	0.007	0.022	0.038	0.057	0.062	0.073	0.076
5.00	0.000	0.000	0.000	0.003	0.011	0.021	0.037	0.043	0.054	0.061
10.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.007	0.009	0.017	0.026
20.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.003	0.003
50.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Factor de visión vertical, $F_v$										
1.10	0.330	0.415	0.449	0.453	0.454	0.454	0.454	0.454	0.454	0.454
1.20	0.196	0.308	0.397	0.413	0.416	0.416	0.416	0.416	0.416	0.416
1.30	0.130	0.227	0.344	0.376	0.383	0.384	0.384	0.384	0.384	0.384
1.40	0.086	0.173	0.296	0.342	0.354	0.356	0.356	0.357	0.357	0.357
1.50	0.071	0.135	0.253	0.312	0.329	0.312	0.333	0.333	0.333	0.333
2.00	0.028	0.056	0.128	0.194	0.236	0.245	0.248	0.249	0.249	0.249
3.00	0.009	0.019	0.047	0.086	0.132	0.150	0.161	0.163	0.165	0.166
4.00	0.005	0.010	0.024	0.047	0.080	0.100	0.115	0.119	0.123	0.124
5.00	0.003	0.006	0.015	0.029	0.053	0.069	0.086	0.091	0.097	0.099
10.00	0.000	0.001	0.003	0.006	0.013	0.019	0.029	0.032	0.042	0.046
20.00	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.004	0.007	0.009	0.014	0.020
50.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.004
Factor de visión máximo, $F_{max}$										
1.10	0.356	0.481	0.559	0.575	0.580	0.581	0.581	0.581	0.581	0.581
1.20	0.201	0.331	0.466	0.505	0.517	0.519	0.520	0.521	0.521	0.521
1.30	0.132	0.236	0.367	0.448	0.468	0.472	0.474	0.474	0.475	0.475
1.40	0.094	0.177	0.323	0.398	0.427	0.433	0.436	0.436	0.437	0.437
1.50	0.072	0.138	0.271	0.355	0.392	0.400	0.404	0.404	0.405	0.406
2.00	0.028	0.056	0.129	0.208	0.267	0.285	0.294	0.296	0.299	0.300
3.00	0.009	0.019	0.048	0.088	0.141	0.160	0.183	0.189	0.195	0.197
4.00	0.005	0.010	0.024	0.047	0.083	0.106	0.129	0.134	0.143	0.147
5.00	0.003	0.005	0.015	0.029	0.054	0.073	0.094	0.100	0.111	0.117
10.00	0.000	0.001	0.003	0.006	0.013	0.019	0.030	0.034	0.045	0.055
20.00	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.004	0.007	0.009	0.014	0.022
50.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.004

Incendio de forma cilíndrica vertical

## IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

Corresponde a un depósito cilíndrico ardiendo y adopta la forma similar a un cilindro en el que:

a = Altura de la llama

b = Radio del recipiente

c = Distancia entre P y el centro de la base de las llamas

El valor de la altura a de la llama se puede calcular con la fórmula empírica:

$$a = 29 b^{0,7} m^{0,6}$$

que depende de la dimensión conocida b y del parámetro m que es el caudal de producto evaporado también llamado tasa de combustión ( $Kg/m^2 s$ ).

Esta es una parte importante de la simulación de danos que podemos esperar, ya que nos permite prever y asegurar un plan de contingencia que nos permita recuperar la operatividad de la planta o del área afectada a la brevedad posible que nos asegure la continuidad del negocio.

Con estos datos como base ahora vamos a determinar los efectos que podría ocasionar este desastre a los seres humanos que se podrían encontrar dentro de la zona de exposición que determinamos anteriormente y cuáles serían los pronósticos esperados de víctimas debido al crecimiento indiscriminado de la población en el sector del terminal.

Los modelos de vulnerabilidad sirven para determinar las consecuencias a las personas y edificios expuestos a una determinada carga térmica, tóxica o de sobrepresión estos modelos se basan en experiencias realizadas con animales en laboratorio o en estudios

## IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

de las muertes o lesiones de accidentes ocurridos, uno de los modelos de vulnerabilidad se destaca el método PROBIT, que es un método estadístico que nos da una relación entre la función de probabilidad y una determinada carga de exposición a un riesgo, utilizamos este método ya que este se centra fundamentalmente sobre la vulnerabilidad de personas.

En este método se parte de una manifestación física de un incidente y nos da como resultado una previsión de los daños a las personas expuestas al incidente es decir, número de heridos, número de víctimas, etc.).

La fórmula empleada para este modelo de vulnerabilidad se basa en una función matemática lineal de carácter empírico extraída de estudios experimentales:

$$Pr = a + b \ln V \quad (1)$$

Donde:

Pr = PROBIT o función de probabilidad de daño sobre la población expuesta.

a = Constante dependiente del tipo de lesión y tipo de carga de exposición.

b = Constante dependiente del tipo de carga de exposición.

V = Variable que representa la carga de exposición.

El valor PROBIT permite determinar el porcentaje de la población expuesta que se verá afectada a un determinado nivel de lesiones o por muerte a causa de una carga de exposición determinada

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%	Pr	%		
0	0	3,72	10	4,16	20	4,48	30	4,75	40	5,00	50	5,25	60	5,52	70	5,84	80	6,28	90	7,33	99,0
2,67	1	3,77	11	4,19	21	4,50	31	4,77	41	5,03	51	5,28	61	5,55	71	5,88	81	6,34	91	7,37	99,1
2,95	2	3,82	12	4,23	22	4,53	32	4,80	42	5,05	52	5,31	62	5,58	72	5,92	82	6,41	92	7,41	99,2
3,12	3	3,87	13	4,26	23	4,56	33	4,82	43	5,08	53	5,33	63	5,61	73	5,96	83	6,48	93	7,46	99,3
3,25	4	3,92	14	4,29	24	4,59	34	4,85	44	5,10	54	5,36	64	5,64	74	5,99	84	6,55	94	7,51	99,4
3,36	5	3,96	15	4,33	25	4,61	35	4,87	45	5,13	55	5,39	65	5,67	75	6,04	85	6,64	95	7,58	99,5
3,45	6	4,01	16	4,36	26	4,64	36	4,90	46	5,15	56	5,41	66	5,71	76	6,08	86	6,75	96	7,65	99,6
3,52	7	4,05	17	4,39	27	4,67	37	4,92	47	5,18	57	5,44	67	5,74	77	6,13	87	6,88	97	7,75	99,7
3,59	8	4,08	18	4,42	28	4,69	38	4,95	48	5,20	58	5,47	68	5,77	78	6,18	88	7,05	98	7,88	99,8
3,66	9	4,12	19	4,45	29	4,72	39	4,97	49	5,23	59	5,50	69	5,81	79	6,23	89	7,33	99	8,09	99,9

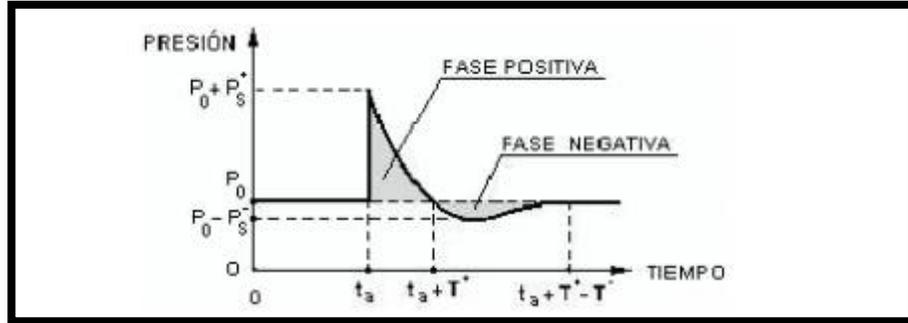
Las explosiones que vamos a analizar en esta investigación consideradas en este documento son las Explosiones de Nubes de Vapor No Confinadas, traducción de la expresión inglesa Unconfined Vapour Cloud Explosion (UVCE) que se puede definir como: Deflagración explosiva de una nube de gas inflamable que se halla en un área abierta, cuya onda de presión alcanza una sobrepresión.

Las explosiones no confinadas ocurren al aire libre y generalmente son originadas por un escape rápido de un fluido inflamable junto a una dispersión moderada para formar una nube inflamable muy grande de aire e hidrocarburo las explosiones de nubes de vapor no confinadas son deflagraciones, en el caso en el que no se alcanzase una deflagración, tendríamos un incendio rápido en forma de llamarada que se podría definir como un incendio con llama progresiva de difusión o premezclada con baja velocidad de llama sin producir onda de presión, su efecto más importante sería la radiación térmica.

La onda de choque que se propaga en el aire tiene una serie de características o parámetros que pueden ser medidos y otros que pueden correlacionarse según los daños provocados.

## IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

El parámetro generalmente más definido y medido es la sobrepresión generada por la onda de presión no perturbada conforme se propaga a través del aire.



Antes de la llegada del frente de choque, la presión existente es la presión ambiental atmosférica  $P_0$ , en el tiempo de llegada de la onda de choque, la presión sube abruptamente en una onda ideal  $+ P_0$ . A partir de ese momento la presión decae hasta alcanzar la presión ambiental en un tiempo  $t_a + T^+$ , pasando seguidamente por una disminución de presión o vacío de amplitud  $P_0$  y finalmente retorna al valor ambiental  $P_0$  en un tiempo total  $t_a + T^+ + T^-$ .

El valor  $P_0 + P_s^*$  o simplemente  $P_0 + P_s^*$  recibe el nombre de sobrepresión incidente máxima y es la sobrepresión que se registraría en un lado de una estructura por lo cual se la llama también sobrepresión lateral máxima o simplemente sobrepresión máxima, a sobrepresión máxima que existe en una onda de choque antes de que sea afectada por alguna estructura u obstáculo, es por lo tanto frecuentemente referenciada como la sobrepresión lateral máxima, esta sobrepresión lateral máxima se define como la presión que se registraría con un sensor situado en el lado de una estructura paralelo a la dirección de propagación de la onda de choque.

**IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”**

Presentación y análisis de resultados.

Aplicación de índice de incendio y explosión al tanque de almacenamiento de gasolina 1020.

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

INDICE DE INCENDIO Y EXPLOSION (IEE ; DOW)			
Localización	TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS QUITO	Fecha	lunes, 01 de junio de 2015
Planta ALMACENAMIENTO	Unidad TANQUE 1020	A cargo de	JOSE AMABLE ROSERO
MATERIALES Y PROCESOS			
Materiales	Gasolina		
Catalizadores	Disolventes		
FACTOR MATERIAL (VER TABLA I, APENDICE A)			16,00
	Penalización	Penalización usada	
1. RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (VER TABLA II)			
FACTOR BASE		1,00	1,00
A	Reacciones exotérmicas (Factor 0,30 a 1,25)		0,00
B	Reacciones endotérmicas (Factor 0,20 a 0,40)		0,00
C	Transferencia y manejo de materiales (Factor 0,25 a 0,85)		0,85
D	Unidades de proceso cerradas (Factor 0,30 s 0,90)		0,30
E	Acceso		0,00
F	Desagües (Factor 0,25 a 0,50)		0,50
FACTOR DE RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (F1)		2,65	
2. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO			
FACTOR BASE		1,00	1,00
A. Temperatura del proceso (Usar solo una)			0,30
B. Presión baja (Inferior a la atmosférica)		0,50	0,00
C. Operación en o cerca condiciones inflamabilidad			
1	Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior	0,50	0,50
2	Alteración del proceso o fallo de purga	0,30	0,00
3	Siempre en condiciones de inflamabilidad	0,80	0,00
D. Explosión de polvo (Factor 0,25 a 2,00) (Ver Tabla III)			
E. Presión (Ver Figura 2)			0,39
F. Temperatura baja (Factor 0,20 a 0,50)			0,20
G. Cantidad de material inflamable			
1	Líquidos o gases en procesos (Ver Figura 3)		1,50
2	Líquidos o gases almacenados (Ver Figura 4)		0,30
3	Sólidos combustibles almacenados (Ver figura 5)		0,00
H. Corrosión y erosión (Factor 0,10 a 0,75)			0,00
J. Fugas por uniones y empaquetaduras (Factor 0,10 a 1,50)			0,00
K. Uso de calentadores con llama abierta (Ver figura 6)			0,10
L. Sistema intercambio térmico con aceite caliente (Factor 0,15 a 1,5) (Ver Tabla IV)			0,15
M. Compresores bombas y equipos rotativos		0,50	0,00
FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (F2)		4,44	
FACTOR DE RIESGOS DE LA UNIDAD (F1 x F2 = F3)		11,77	
INDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN (F3 x MF) = IIE			188,36

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

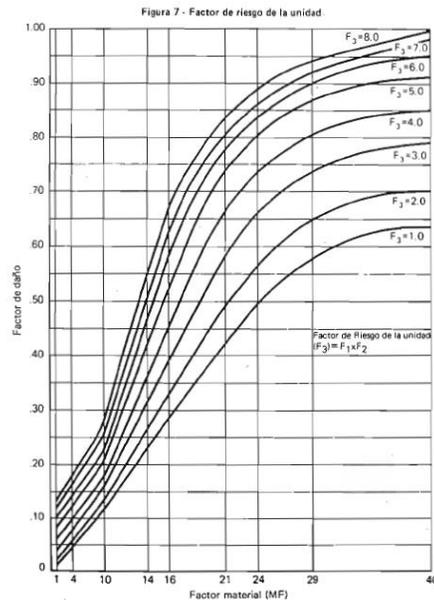
<b>IIE (Calculado)</b>		<b>188,36</b>
	<b>GAMA DEL IIE</b>	<b>GRADO DE PELIGRO</b>
1	1 - 60	Ligero
2	61 - 96	Moderado
3	97 - 127	Intermedio
4	128 - 158	Intenso
5	159 - Más	Grave
<b>GRADO DE PELIGRO</b>		<b>GRAVE</b>

Ahora ya podemos determinar las zonas de exposición del incendio y determinar los efectos ocasionados.

Factor de daño.

Figura 7 Factor de riesgo de la unidad

<b>MF</b>	<b>16,00</b>
<b>F3</b>	<b>11,77</b>
<b>FACTOR DE DAÑO</b>	<b>0,63</b>

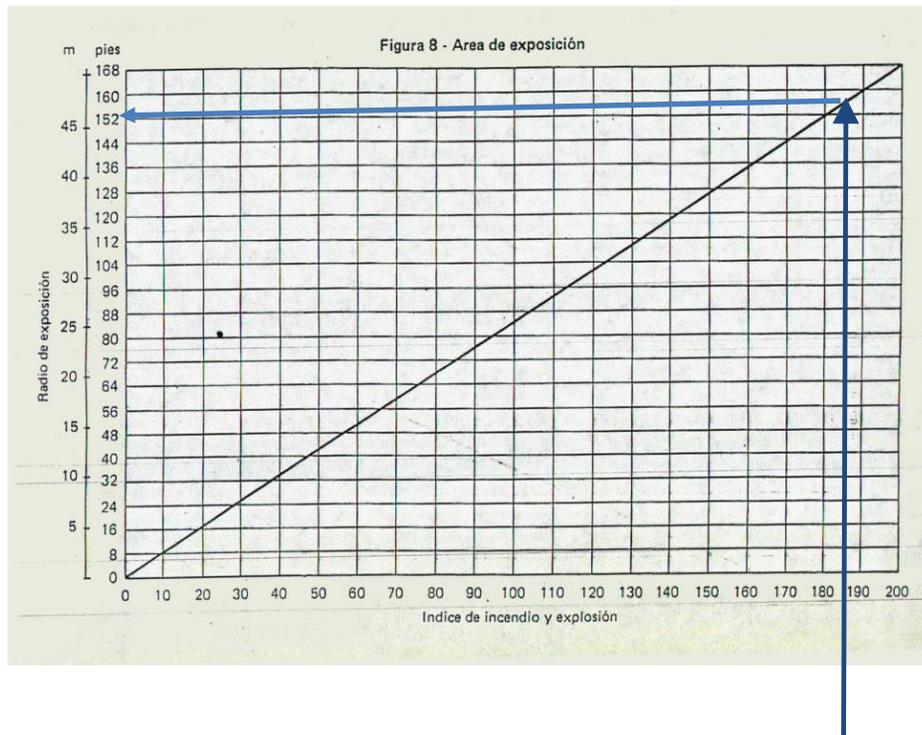


Radio de exposición.

Factor de riesgo de la unidad 11,77

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

Factor material	16
Factor de daño	0,63
IEE	188,36



Radio de afectación 49 m

Área afectada 7542 m<sup>2</sup>

Las condiciones de esta unidad de almacenamiento presentan un 63 de probabilidad de daño a 7542 m<sup>2</sup>, esto quiere decir que lo que se encuentre dentro de su radio de explosión entra en esta posibilidad de daño, con una diferenciación corregida por la distancia al foco del incendio.

Aplicando el modelo de simulación de ALOHA determinamos las distancias a las cuales tendríamos efectos a la salud de las personas

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

Text Summary ALOHA® 5.4.1 

**SITE DATA:**  
Location: TERMINAL BEATERIO, ECUADOR  
Building Air Exchanges Per Hour: .5 (user specified)  
Time: April 15, 2010 1937 hours ST (user specified)

**CHEMICAL DATA:**  
Chemical Name: GASOLINA Molecular Weight: 72.00 g/mol  
ERPG-1: 50 ppm ERPG-2: 150 ppm ERPG-3: 1000 ppm  
IDLH: 500 ppm LEL: 13000 ppm UEL: 78000 ppm  
Ambient Boiling Point: 69.7° C  
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.13 atm  
Ambient Saturation Concentration: 187,728 ppm or 18.8%

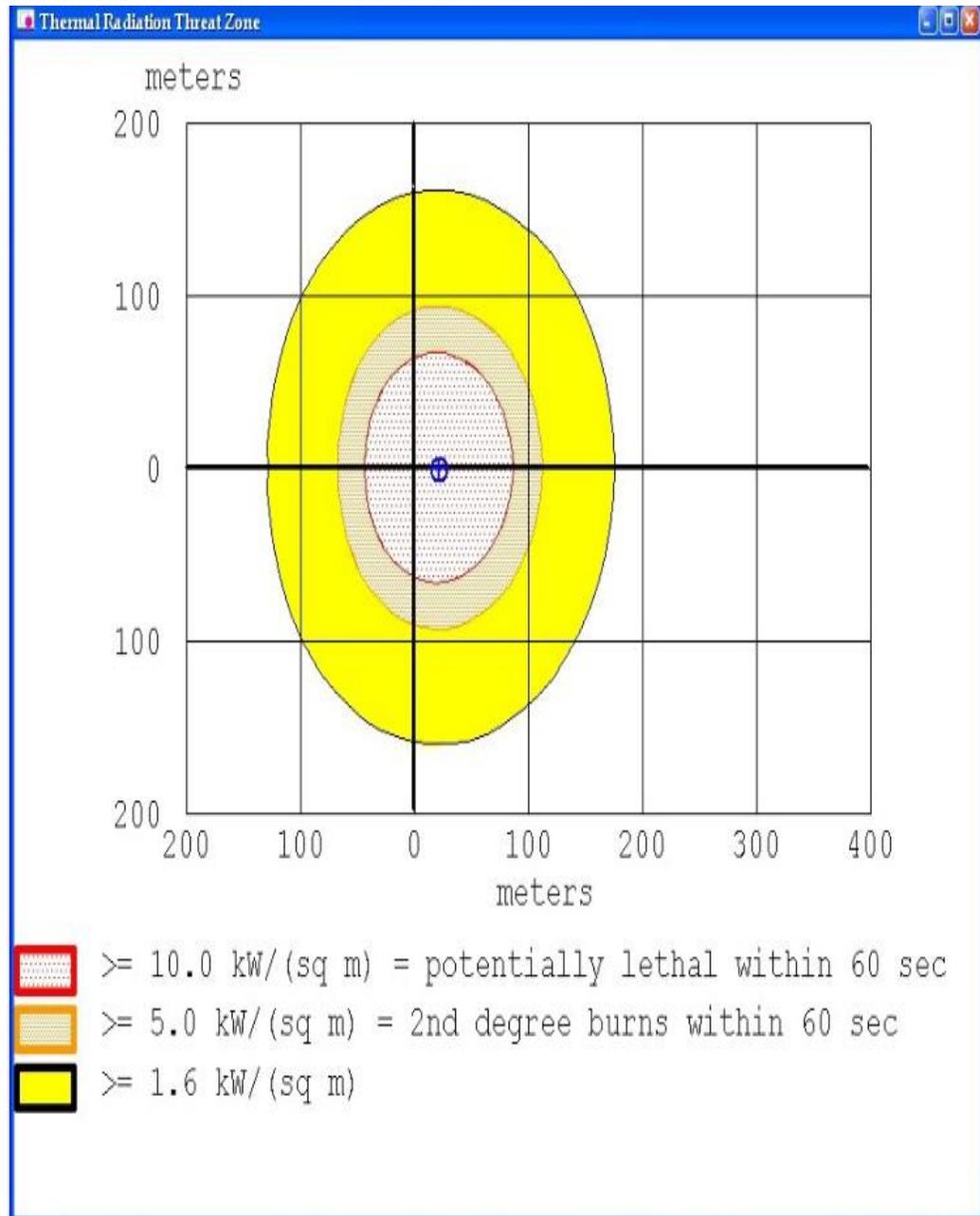
**ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)**  
Wind: 7.5 meters/second from SE at 3 meters  
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 4 tenths  
Air Temperature: 22.4° C Stability Class: D  
No Inversion Height Relative Humidity: 32%

**SOURCE STRENGTH:**  
Leak from hole in vertical cylindrical tank  
Flammable chemical is burning as it escapes from tank  
Tank Diameter: 30.33 meters Tank Length: 12.15 meters  
Tank Volume: 8,778 cubic meters  
Tank contains liquid Internal Temperature: 22.4° C  
Chemical Mass in Tank: 2,176,847 kilograms  
Tank is 70% full  
Circular Opening Diameter: 18 meters  
Opening is 8.6 meters from tank bottom  
Max Flame Length: 47 meters  
Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour  
Max Burn Rate: 3,660 kilograms/min  
Total Amount Burned: 219,211 kilograms  
Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.  
The puddle spread to a diameter of 30 meters.

**THREAT ZONE:**  
Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire  
Red : 88 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)  
Orange: 114 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)  
Yellow: 177 meters --- (1.6 kW/(sq m))

**THREAT AT POINT:**  
Thermal Radiation Estimates at the point:  
Downwind: 21 meters Off Centerline: 0 meters  
Max Thermal Radiation: 95.3 kW/(sq m)

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

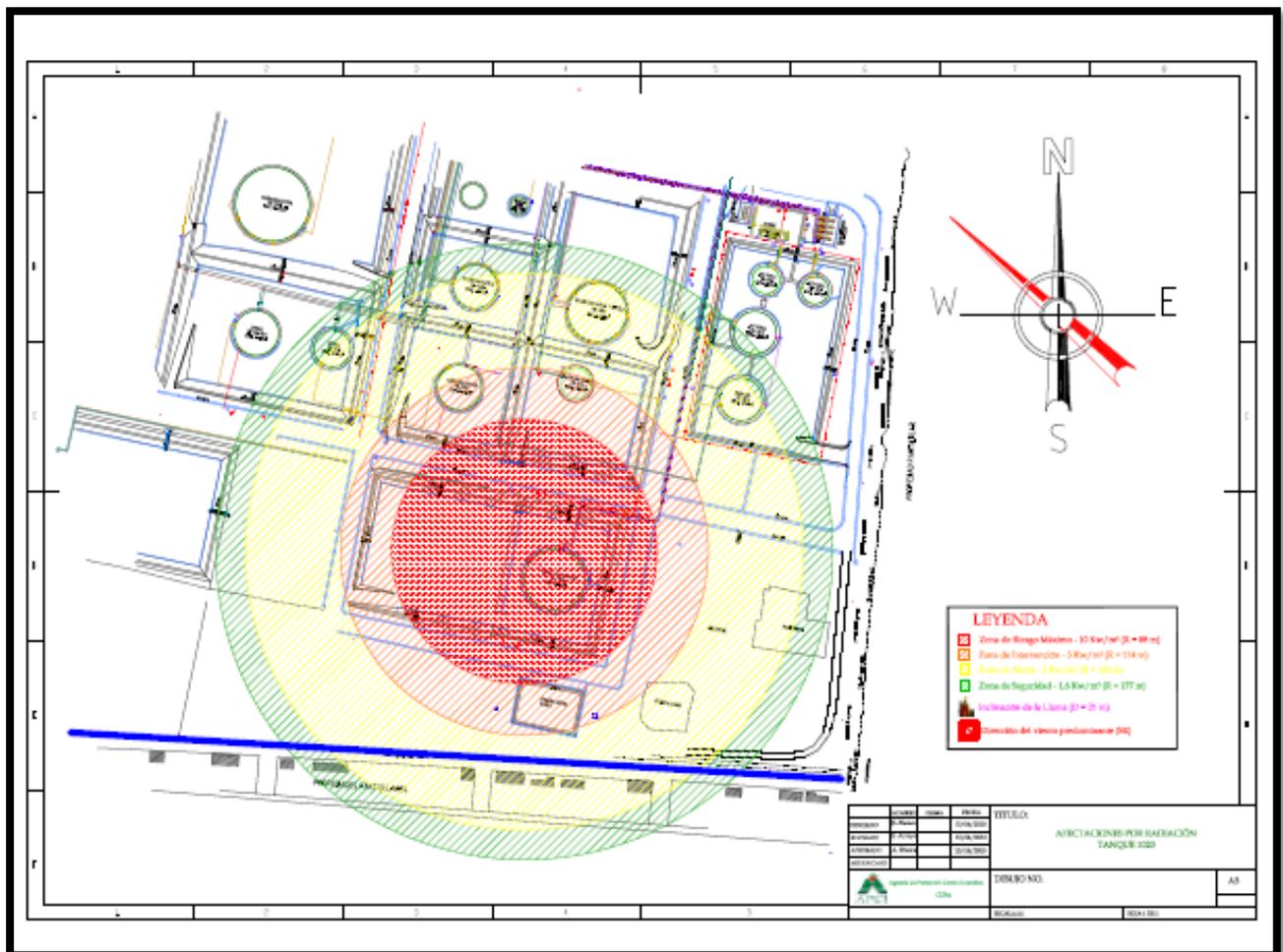


IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

4 CAPITULO.

DISCUSION

4.1 Conclusiones.



IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

Parámetros Calculados por la Modelación	
Longitud Máxima de la Llama	47 m
Tiempo de Combustión	NOTA: el cálculo de la modelación se limita a una (1) hora
Velocidad de Combustión	3,66E3 Kg/min
Masa Total Combustionada	2,19211E5 Kg
PROBITs por Radiación. Total de Muertos Esperados	1
PROBITs por Radiación. Total de Lesionados Esperados con Quemaduras de II Grado	0
PROBITs por Radiación. Total de Lesionados Esperados con Quemaduras de I Grado	0
Distancia de la Zona de Exclusión Roja (Radiación recibida: 10.0 KW/m <sup>2</sup> con exposición letal dentro de los primeros 60 seg)	88 m
Distancia de la Zona de Exclusión Naranja (Radiación recibida: 5.0 KW/m <sup>2</sup> con exposición a quemaduras de II grado dentro de los primeros 60 seg)	114 m
Distancia de la Zona de Exclusión Amarilla (Radiación recibida: 2.0 KW/m <sup>2</sup> con exposición a quemaduras de I grado dentro de los primeros 60 seg)	162 m
Límite de Zona de Seguridad Verde (Radiación Máxima Permisible: 1.6 KW/m <sup>2</sup> )	177 m

Aunque la ocurrencia de un incendio en un cubeto con un derrame total de uno de los tanques en su interior es muy poco probable, se muestran las evaluaciones calculadas como muestra de las implicaciones que tienen un caso extremo de este tipo las fallas de los controles y las acciones de mitigación requeridas.

Los análisis PROBITs muestran la PROBABILIDAD de ocurrencia de daños a personas por el efecto de la Radiación Térmica en caso que el intervalo de evacuaci

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

exceda los 60 seg de exposición dentro de las áreas que limitan las Zonas de Riesgo

Máximo, Zona de Intervención, Zona de Alerta y Zona de Seguridad, respectivamente.

Los incendios, que han sido evaluados pueden causar la muerte o lesiones a trabajadores y otros ciudadanos, provocar la evacuación de urbanizaciones vecinas y afectar desfavorablemente al medio ambiente en general.

Las afectaciones de radiaciones hasta 10 KW/m<sup>2</sup> (Zona de Riesgo Máximo) por posible incendio de los charcos afectan directamente los linderos cercanos de los terceros. Pueden provocar la muerte de las personas que se expongan por intervalos mayores de 60 segundos.

Las afectaciones de radiaciones en el orden de los 5 KW/m<sup>2</sup> (Zona de Intervención) producto de un incendio en las áreas de los charcos afectan directamente a terceros. Pueden provocar quemaduras de 2do grado en personas que se expongan por intervalos mayores de 60 segundos.

Las afectaciones de radiaciones en el orden de los 2 KW/m<sup>2</sup> (Zona de Alerta) producto de un incendio en las áreas de los charcos afectan directamente a terceros. Pueden provocar quemaduras de 1er grado, fatigas, o dolores menores, en personas que se expongan por intervalos mayores de 60 segundos.

# IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

## 4.2 Recomendaciones

Deberán implementarse estudios de fiabilidad de equipos y componentes a fin de garantizar una política prevencionista de defensa desde la profundidad para controlar la posibilidad de ocurrencia de los accidentes mayores descritos.

Las zonas de evacuación del personal de la instalación deberá reorganizarse, siempre que el evento lo permita, fuera de los límites marcados como Zona de Seguridad (Zona Verde).

Deberán implementarse acciones de controles estrictos sobre fuentes de energías existentes, y posibles con aparición esporádica, que puedan constituir causa directa de la combustión de la sustancia derramada sin control.

Deberá implementarse un estudio para poder determinar una zona de seguridad que no permita asentamientos humanos dentro de esta franja.

Rediseñar los sistemas de control de incendio que se ubica para control de tanque se encuentran ubicados dentro de la zona de mayor riesgo y son de operación manual, en caso de incendio sería casi imposible hacer control desde los monitores ubicados para el efecto.

Implementar con carácter emergente una revisión y adecuación de los procedimientos actuales para gestionar respuestas ante emergencias que incluyan la posibilidad de ocurrencia de accidentes graves y mayores.

La modelación de una condición desfavorable de alto impacto debe utilizarse como principio de concientización en los trabajadores por la gravedad del impacto que implica, comunicar de los riesgos existentes a los centros poblados cercanos, trabajar en forma conjunta en un plan de emergencia en base a los datos evidenciados en esta investigación

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS LIMPIOS, TANQUE 1020, SIMULACION DE EFECTOS EN CASO DE EMERGENCIA”

BIBLIOGRAFIA

SEGURIDAD INDUSTRIAL EN PLANTAS QUIMICAS Y ENERGETICAS.

José María Stock.

NTP 321 EXPLOSIONES DE NUBES DE VAPOR NO CONFINADAS  
EVALUACION DE LA SOBRE PRESION.

NTP291 MODELOS DE VULNERABILIDAD DE LAS PERSONAS POR  
ACCIDENTES MAYORES METODO PROBIT

NTP 326 RADIACION TERMICA EN INCENDIOS DE LIQUIDOS Y GASES  
MANUAL DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS decimoséptima edición  
editorial MAPFRE.

PRINCIPIOS DE LA QUIMICA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS  
Richard L tuve

ANALISIS DE RIESGOS EN INSTALACIONES INDUSTRIALES Joaquín  
Coral.

NFPA 921 GUIA PARA LA INVESTIGACIONDE INCENDIOS Y  
EXPLOSIONES EDICION 2001.

QUE FALLO DESASTRES EN PLANTAS CON PROCESOS QUIMICOS  
COMO EVITARLOS Trevor Kletz