

## Consultoría Especializada

### I.- SINTESIS DEL ANALISIS DE RIESGO

En este capítulo se deberá de realizar una síntesis, destacando los puntos más relevantes a la descripción del Análisis de Riesgo, identificando volúmenes de almacenamiento de material inflamable o explosivo, radios máximos potenciales de afectación. Esta síntesis no debe exceder de 15 cuartillas.

El dictamen o resolución de las alternativas y soluciones adoptadas del presente Estudio de Análisis de Riesgo se dirigirán siempre a **COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.** con R.F.C. **CEX 980921 3U5**, como **Representante Legal** el **ING. JAVIER VARGAS SANCHEZ** y **LIC. MARCELA ALEJANDRA ESCÁRCEGA ÁLVAREZ**, con domicilio para oír notificaciones.

el cual es responsable y Promovente del proyecto denominado "**Estación COMBU-EXPRES, S.A. de C.V.**" (Gasolinera).

El proyecto se realizara en Calzada de la Estación S/N esq. Héroes, San Miguel de Allende, Gto., con coordenadas geográficas 100° 45' 29.99" Longitud oeste, 20° 54' 54.81" Latitud norte y con una altitud de 1,871 m.s.n.m.; en una superficie de **680.25 m<sup>2</sup>**, de acuerdo a Escritura No. 36717, Volumen CCXCV, y de una superficie de **679.59 m<sup>2</sup>**, de acuerdo a Levantamiento topográfico.

El proyecto es una Estación de Servicio, la cual consta de dos isletas para el despacho de bombustible (gasolinas Magna, Premium y Diesel), la capacidad de almacenamiento será de 60,000.00 Lts. para Gasolina Magna, 40,000.00 Lts. de Gasolina Premium de y 40,000.00 Lts. de Diésel, además de considerarse las construcción de **Planta Alta**: Área de dispensarios, Bodega de sucios, Sanitarios públicos, Estacionamiento, Área de tanques, Áreas verdes, Banquetas, Escaleras, Tienda de conveniencia y Circulaciones; **Planta Baja**: Bodega de limpios, Cuarto de máquinas, Control eléctrico, Facturación, Baño empleados, Cuarto de liquidación.

El desarrollo del proyecto en el que se promocionaran en una superficie en una superficie de **680.25 m<sup>2</sup>**, de acuerdo a Escritura No. 36717, Volumen CCXCV, y de una superficie de **679.59 m<sup>2</sup>**, de acuerdo a Levantamiento topográfico, distribuidos de la siguiente manera:

#### CUADRO. DISTRIBUCION DE SUPERFICIES EN PLANTA BAJA DEL PROYECTO A DESARROLLAR

AREAS	SUPERFICIE M <sup>2</sup>	PORCENTAJE
AREA DE DISPENSARIOS	91.43	13.44%
BODEGA DE SUCIOS	1.97	0.29%
BAÑOS PUBLICOS (MUJERES)	9.31	1.37%
BAÑOS PUBLICOS (HOMBRES)	12.5	1.84%

## Consultoría Especializada

AREAS	SUPERFICIE M <sup>2</sup>	PORCENTAJE
ESTACIONAMIENTO	41.82	6.15%
AREA DE TANQUES	98.86	14.53%
AREAS VERDES	47.7	7.01%
BANQUETAS	30.63	4.50%
ESCALERAS	5.75	0.85%
TIENDA DE CONVENIENCIA	62.6	9.20%
CIRCULACIONES	277.68	40.82%
<b>TOTAL PLANTA BAJA</b>	<b>680.25</b>	<b>100.00%</b>

### CUADRO. DISTRIBUCION DE SUPERFICIES EN PLANTA ALTA DEL PROYECTO A DESARROLLAR

AREAS	SUPERFICIE M <sup>2</sup>	PORCENTAJE
BODEGA DE LIMPIOS	7.49	14.84%
CUARTO DE MAQUINAS	7.17	14.20%
CONTROL ELECTRICO	6.71	13.29%
FACTURACION	5.911	11.71%
BAÑO EMPLEADOS	13.63	27.00%
CUARTO DE LIQUIDACION	9.57	18.96%
<b>TOTAL PLANTA ALTA</b>	<b>50.481</b>	<b>100.00%</b>

Dentro del proceso de construcción el proyecto es una alternativa a la demanda de desarrollo comercial y de servicios de la zona en la cual se localiza el predio; es una zona comercial y de servicios consolidada, derivado de su colindancia con la Av. Calzada de la Estación, dentro de la mancha urbana de la cabecera municipal de San Miguel de Allende, Gto.

Se tiene como parte fundamental del proyecto, acatar las obligaciones establecidas por PEMEX en cuanto la modernización permanente de las estaciones de servicio concesionado, elevar la calidad de la atención al público aprovechando las condiciones generadas por el diseño, el cual incluye una tienda de conveniencia dentro de la estación de servicio. Por este motivo, no se tiene contemplado ningún plan de crecimiento a futuro.

Todo lo anterior, bajo un estricto manejo de las gasolinas que por definición son sustancias altamente peligrosas, no obstante, si se contemplan las medidas de seguridad y el equipamiento adecuado esta actividad puede realizarse sin poner en peligro a los usuarios trabajadores y vecinos de la "**Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.**" (Gasolinera).

# Consultoría Especializada

La capacidad de almacenamiento será de Gasolina Magna 60,000.00 Lts. De Gasolina Premium de 40,000.00 Lts. Y de Diésel de 40,000.00 Lts.

Por las características del Proyecto se realizaron las simulaciones de Riesgo de la siguiente manera:

<b>Escenario 1 Riesgo de Inflamabilidad</b>	
Daño Máximo Probable	Derrame en llenado de <b>Gasolina Magna</b> al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>incendio por fricción</b> .
Daño Máximo Catastrófico	Derrame en llenado de <b>Gasolina Premium</b> al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>incendio por fricción</b>
<b>Escenario 2 Riesgo de Explosividad</b>	
Daño Máximo Probable	Derrame en llenado de <b>Gasolina magna</b> al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>explosión por acumulación de gases</b> .
Daño Máximo Catastrófico	Derrame en llenado de <b>Gasolina Premium</b> al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>explosión por acumulación de gases</b> .
<b>Escenario 3 Riesgo de Toxicidad</b>	
Daño Máximo Esperado	Derrame en llenado de Gasolina Magna al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>evaporación del combustible</b> , se analizan concentraciones de 100 ppm, 300 ppm, y 500 ppm a una altura de 0.00 m.
	Derrame en llenado de Gasolina Magna al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>evaporación del combustible</b> , se analizan concentraciones de 100 ppm, 300 ppm, y 500 ppm a una altura de 1.50 m
	Derrame en llenado de Gasolina Magna al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>evaporación del combustible</b> , se analizan concentraciones de 300 ppm, 500 ppm, y 1,000 ppm a una altura de 3.00 m

El área de estudio, se generó a partir de una modelación de riesgo, en donde se calcularon los eventos con mayor probabilidad de incidencia, obteniendo un radio de **29.22 m. como zona de amortiguamiento y 16.88 m. para el área de amortiguamiento** en un escenario de incendio, de las modelaciones realizadas, esté escenario fue el que mayor distancia alcanzó, por lo que al final se optó por considerar un área de estudio de 500 mts. a partir del centroide del área de despacho.

	<b>Toxicidad (concentración)</b>	<b>Inflamabilidad (radiación térmica)</b>	<b>Explosividad (sobre presión)</b>
Zona de alto riesgo	idlh	5kw/m <sup>2</sup> ó 1,500 btu/pie <sup>2</sup> h	1.0 lb/plg <sup>2</sup>
Zona de amortiguamiento	Tlv8 O tlv15	1.4kw/m <sup>2</sup> ó 440 btu/pie <sup>2</sup> h	0.5 lb/plg <sup>2</sup>

Nota.

- 1) En modelaciones por toxicidad, deben considerarse las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, deberá utilizarse estabilidad clase "f" y velocidad del viento de 1.5 m/s.
- 2) Para el caso de simulaciones por explosividad, deberá considerarse en la determinación de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.

# Consultoría Especializada

Para la modelación de los diferentes escenarios, se tomaron en consideración los siguientes datos:

Las condiciones climatológicas tomadas para la modelación fueron las que se tienen reportadas para el municipio de San Miguel de Allende.

La humedad, velocidad y dirección del viento, se obtuvieron de los datos publicados por la estación climatológica La Mina, San Miguel de Allende, la cual pertenece a la Red de Estaciones climatológicas de la Fundación Guanajuato Produce A.C., para los cuales se consideró el promedio del periodo comprendido del 22 de enero de 2014 al 22 de enero de 2015.

En el caso de la temperatura, se recurrió a los datos registrados por la Estación La Begoña, misma que se localiza cercana a la zona de estudio, misma que señala una temperatura media anual de 17.6° C

Con lo anterior, se tiene que los parámetros meteorológicos considerados para las diferentes modelaciones son los que se muestran en el siguiente cuadro:

PARAMETROS METEREOLÓGICOS CONSIDERADOS	
Temperatura	17.6° C
Humedad relativa	60.86 %
Velocidad del viento	1.14 m/seg.
Dirección del viento	Suroeste (225°)

Los valores de cada una de las sustancias involucradas en los diferentes escenarios modelados fueron tomados de las Hojas de Seguridad emitidas por PEMEX para cada una de estas sustancias (Gasolina Magna, Gasolina Premium y Diésel)

PARAMETROS DE LA SUSTANCIA	
Peso molecular, (de acuerdo a la formula C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	72 kg/mol
Capacidad calorífica del vapor a presión cte	0.00222 J/kg – K
La temperatura de ebullición de la gasolina	298.0 °K
Calor de vaporización a TBP	1,046.7 J/kg
Capacidad calorífica del líquido	0.00222 J/kg – K
Densidad del líquido	0.00076 kg/m <sup>3</sup>
Densidad del líquido (gasolina Magna)	0.68 Kg/lt.
Densidad del líquido (gasolina Premium)	0.76 Kg/lt.

# Consultoría Especializada

---

Para determinar la masa del combustible se utilizó la siguiente fórmula

$$\text{Masa} = (\text{volumen}) \times (\text{densidad}).$$

En donde el volumen se determinó bajo la siguiente fórmula

$$\text{Volumen} = (\text{Flujo volumétrico}) \times (\text{Tiempo de derrame de la fuga})$$

$$\text{Volumen} = 0.83 \text{ lt./seg.} \times 2 \text{ seg.} = 1.66 \text{ lt}$$

$$\text{Masa (gasolina magna)} = 1.66 \text{ lt.} \times 0.68 \text{ kg/lt.} = \mathbf{1.13 \text{ kg}}$$

$$\text{Masa (gasolina premium)} = 1.66 \text{ lt.} \times 0.76 \text{ kg/lt.} = \mathbf{1.26 \text{ kg}}$$

## MEDIDAS Y SISTEMAS DE CONTROL

**Sistema de Control de Fugas.-** Sistema de monitoreo con registro las 24 hrs, que valida la disminución del nivel de los depósitos de combustible contra el consumo de combustible despachado por las bombas.

**Paro automático de bombas.-** Dispositivo controlado por una válvula solenoide que impide que siga abasteciéndose combustible a un vehículo cuando ha ocurrido un percarce entre la manguera y la bomba despachadora. Esto reduce la cantidad de combustible derramado exclusivamente al que contenga la manguera de despacho, que no excede de los cinco litros.

**Instalación eléctrica anti explosión.-** Las bombas sumergibles, interruptores de luz y luminarias están construidos herméticamente con la finalidad de aislar la corriente estática o las chispas que se producen al iniciar el flujo de electrones con los vapores de gasolina.

**Sistema de recuperación de vapor.** Este sistema es accionado por una bomba de vacío y tiene la finalidad de recuperar todo el combustible que por efectos de la velocidad del flujo se evapora y la retorna a los tanques de almacenamiento para que al alcanzar su presión y temperatura de saturación se condense nuevamente.

**Tanques de almacenamiento de doble pared.-** Para la estación de servicio objeto de este estudio, corresponden a **dos tanques con capacidad de 40,000 litros cada uno, y un tercer tanque de 60,000 litros.** Cada uno de los tanques será construido en acero al carbón y una segunda pared de fibra de vidrio en el exterior que hace las veces de dique de contención para evitar el derrame de

## Consultoría Especializada

---

combustible. El sistema de detección de fugas además detecta la presencia de combustible en este segundo depósito..

**Paros de emergencia.-** Es un dispositivo eléctrico colocado en cada una de las isletas de suministro de combustible para que cualquier operador en caso de presentarse una contingencia elimine la posibilidad de seguir despachando combustible y así disminuye el grado de riesgo a exclusivamente el que se haya derramado durante la operación de despacho que hemos establecido anteriormente en un volumen que no supera los cinco litros.

### CONCLUSIONES

Durante los el análisis que se realizó con la información recabada en trabajo de campo y de gabinete, se pudo observar lo siguiente:

La zona en que se encuentra inmerso el proyecto, se encuentra colindante a la Calzada de la Estación, jerarquizada como una *VIALIDAD PRIMARIA*, ubicada dentro de la zona urbana de San Miguel de Allende, Gto.

En proyecto se encuentra junto a la Calzada de la Estación, la cual al ser una de las vialidades principales de la cabecera municipal de San Miguel de Allende, alberga a sus costados diferentes giros enfocados al comercio y servicios, entre los usos de suelo presentes en la zona, encontramos a la Central de Autobuses, la cual se localiza frente al predio de estudio.

El proyecto de "**Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.**" (*Gasolinera*), representará un Riesgo Potencial, el cual para que se produzca un incidente deben de acumularse una serie de fallas tanto humanas como de los sistemas de seguridad que se implementarán para la prevención de accidente.

Por las características del proyecto se formularon tres posibles escenarios en donde se involucran riesgo de inflamabilidad, riesgo de explosividad y riesgo de toxicidad.

#### **Escenario 1: Riesgo de inflamabilidad**

El daño máximo catastrófico originado por el incendio de gasolina derramada durante dos segundos, ocasionado por la fuga de combustible en la manguera de despacho.

# Consultoría Especializada

## Daño máximo catastrófico

Lesiones por quemadura debido a la radiación térmica			
Radiación	Radio de afectación	Tiempo para dolor severo (seg)	Tiempo para quemadura de 2° grado (seg)
1.40 kW/m <sup>2</sup>	29.22 m	80 seg	425 seg
5.00 kW/m <sup>2</sup>	16.88 m	13 seg	40 seg

## Escenario 2: Riesgo de Explosividad

Explosión en el área de despacho de la estación de servicio, durante el llenado del tanque de combustible de un vehículo, ante tal evento se formuló un Modelo de Sobre presión provocada por nubes explosivas.

## Daño máximo catastrófico

Estimado de daños por sobrepresión en explosiones		
Sobrepresión * (psi)	Radio de afectación	Daño esperado
1.00	9.05 m	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables
0.50	15.39 m	Normalmente ventanas despedazadas, algo de daño en los marcos de las mismas.

\* Estas son sobre presiones máximas formadas por encima de la presión atmosférica normal debido a las ondas de choque o impacto.

## Escenario 3: Riesgo de Toxicidad

Fuga de combustible (gasolina magna) en el área de despacho de la estación de servicio, durante el llenado del tanque de combustible de un vehículo, ante tal evento se formuló un Modelo de Nube Inflamable por Evaporación de un Derrame (SLAB), en donde se obtuvieron los siguientes radios de riesgo:

## Daño máximo catastrófico

Radios de concentración a una altura de 0.00 (nivel de piso)			
Concentración	Radio de afectación	Límites de exposición	Zona
100 ppm	19.39 m.	TLV <sub>8</sub>	Amortiguamiento
300 ppm	6.35 m.	TLV <sub>15</sub>	Amortiguamiento
500 ppm	3.74 m.	LC50	Alto riesgo

Con lo anterior concluimos que para el caso de eventos que involucren un incendio, el área de amortiguamiento será de 29.22 mts, y la zona de alto impacto será de 16.88 mts., mientras que para el caso de una explosión, el área de amortiguamiento será de 18.54 mts, y la zona de alto impacto será de 3.26 mts.

## Consultoría Especializada

Para los posibles eventos que pudieran ocurrir dentro de las instalaciones de la "Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera) ó su entorno inmediato, por lo que podemos mencionar respecto a las concentraciones de vapores y el riesgo de toxicidad que estas representan, el (idlh), se concentrará en la zona de alto riesgo, toda vez que la exposición de concentración de contaminantes que es tal que es imposible escapar del ambiente; y en el área de amortiguamiento, la concentración límite de contaminantes (tlv<sub>8</sub>), es aquella ponderada en el tiempo para una jornada normal de 8 hrs. Diarias y 40 hrs. Semanales a la cual, la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, sin sufrir efectos adversos.

Mientras que en el análisis de los diferentes escenarios, se pudo determinar que para el caso de la toxicidad, **no existe una zona de alto riesgo**, tal como lo marca la norma, debido a que no existe información toxicológica específica para la gasolina o el diesel. La información está basada en productos similares, en los cuales no se tienen registro de concentraciones que representen **IDLH** Inmediatamente peligroso para la vida o la salud (Immediately Dangerous of Life or Health.)

En el caso de la inhalación, se tiene una ausencia de peligros asociados en operaciones normales. La inhalación de gases puede provocar dolores de cabeza, náuseas, somnolencia e irritaciones en las vías de respiratorias y los pulmones con posibles efectos al sistema nervioso central. Debido a que la gasolina contiene benceno (cancerígeno conocido), la exposición continuada a altos niveles de gases puede ser tóxica, y en casos extremos puede ocasionar leucemia.

Por tal motivo se tomará como zona de alto riesgo la concentración registrada como LC50 y esta será de 3.74 m a nivel de piso, mientras que la zona de amortiguamiento será de 19.39 m, también a nivel de piso

Por lo tanto las concentraciones que se den en las áreas de despacho, estas se encuentran dentro de los valores limites de umbral **TLV** (Threshold Limit Value).

	Toxicidad (concentración)	Inflamabilidad (radiación térmica)	Explosividad (sobre presión)
Zona de alto riesgo	3.74 m. idlh	16.88 m. 5kw/m <sup>2</sup>	9.05 m. 1.0 lb/plg <sup>2</sup>
Zona de amortiguamiento	17.394 m Tlv8 O tlv15	29.22 m. 1.4kw/m <sup>2</sup>	15.39 m 0.5 lb/plg <sup>2</sup>

La "Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera), conlleva riesgos de cuales fueron analizados y evaluados los incidentes con mayor probabilidad de ocurrencia, arrojando resultados en los que se puede apreciar que las zonas de

## Consultoría Especializada

alto riesgo, se encuentran contenidas dentro de la "**Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.**" (**Gasolinera**), o las vialidades contiguas, no obstante, se contará con los elementos de seguridad y diseño necesarios para su adecuada operación, aunado a la capacitación del personal, esto con el fin de proteger la integridad y patrimonio tanto del inmueble como de los vecinos de la zona; Con esto mitigamos el riesgo.

Derivado del estudio de riesgo es conveniente se cumpla con las **MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RIESGO PLANTEADAS DE FORMA PREVENTIVA**, la "**Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.**" (**Gasolinera**), presenta riesgos adherentes los cuales derivado de errores humanos, fallas de material o de los equipos pudieran provocar eventualidades con daños a las personas, sus bienes y el entorno, por lo que se plantean las siguientes recomendaciones:

- ✦ La "**Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.**" (**Gasolinera**), deberá contar con un **Programa Interno de Protección Civil** considerando todos los riesgos internos y externos para la atención de emergencias y en referencia a la Ley y Reglamento de Protección Civil para el Estado de Guanajuato.
- ✦ Así mismo deberá implementar un **Programa de Capacitación** en lo siguiente:
  - ✦ **Combate y prevención de incendios** así como el manejo de mangueras.
  - ✦ **Atención de emergencias**
  - ✦ **Operación de descarga de combustible en los tanques de almacenamiento y de carga a los vehículos.**
  - ✦ Tener un **programa de mantenimiento de los dispositivos de seguridad.** (Válvulas de Seguridad, Paros inmediatos, Válvulas de corte rápido de combustible, etc).
- ✦ La instalación del equipo de combate de incendios y a las especificaciones para proyecto de construcción de estaciones de servicio de PEMEX – Refinación, y así también deberá ser de acuerdo a la NOM-002-STPS-2000.

Con el cumplimiento de las medidas de mitigación se coadyuva a disminuir los riesgos en el inmueble así como en la zona, pero no se está exento de una eventualidad por alguna circunstancia de factores externos, el contar con un programa interno de protección civil, las brigadas conformadas y capacitadas, elementos de extinción de incendios en condiciones óptimas así como un plan para emergencias ya establecidos con las autoridades, llevarán a tener una respuesta mucho más rápida y eficiente ante cualquier siniestro.

Mantener una operación segura significa que se cumpla con los planes y programas de capacitación, mantenimiento y auditorias de seguridad de forma permanente.

## ***Consultoría Especializada***

---

Es importante dar cumplimiento a la normativa vigente aplicable para el giro ya que esta se ha realizado con el fin de prevenir, detectar, tomar acciones en caso de eventualidades.

Dentro del análisis de los distintos escenarios de riesgo se dan una serie de radios de afectación mismos que concuerdan a las simulaciones determinadas, existe siempre la probabilidad de una eventualidad misma que en ningún giro de ningún rubro se podrá descartar, ya sea por causas directas o indirectas, sin embargo con la realización de las medidas de mitigación se aminoran los riesgos de que se presente esta.

Por los radios presentados dentro de la situación y el análisis realizado se concluye que se da una factibilidad positiva para el proyecto de **"Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera)**.

# Consultoría Especializada

---

## II.- DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.

### II.1.- Nombre o razón social

Se presenta la Escritura No. 6,277 Protocolo Tomo Décimo, en la Ciudad de Guadalajara, Jal., a los 18 de Septiembre de 1998, ante el Lic. Alberto García Ruvalcaba, Notario Público Asociado por Convenio al Titular Número 34, comparecieron los Señores Alfonso Vizcaíno Gutiérrez y Francisco José Vizcaíno Gutiérrez, para formalizar la Constitución de una Sociedad Mercantil denominada:

**COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.**

### Anexo 1 Acta Constitutiva

### II.2.- Nombre del representante legal

**ING. JAVIER VARGAS SANCHEZ**  
Apoderado General

**LIC. MARCELA ALEJANDRA ESCÁRCEGA ÁLVAREZ**  
Poderdante

### Anexo 2 Identificación del Representante Legal

### II.3.- Domicilio para oír y recibir notificaciones

Domicilio, teléfono y correo electrónico del representante legal, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.

### II.4.- Nacionalidad

Mexicana

# Consultoría Especializada

---

## II.5.- Actividad principal

El objeto social de la Sociedad es:

- a) La venta al público de petrolíferos adquiridos exclusivamente de "Pemex Refinación", sus Organismos subsidiarios y/o distribuidores autorizados por esa institución.
- b) Fomentar, promover e invertir en la creación y el desarrollo de toda clase de negociaciones, industriales, comerciales o de servicios.
- c) Crear, promover, organizar y administrar toda clase de Sociedades Mercantiles o Civiles.
- d) Proyectar y construir toda clase de obras de ingeniería civil, industrial o de cualquier otra especie.
- e) La proyección, construcción, financiamiento, promoción y venta de toda clase de casas, edificios, locales de cualquier tipo, inclusive constituirse como fraccionador
- f) La prestación de servicios de administración, arrendamiento, comisión y representación sobre inmuebles ya sea propios o de terceras personas.
- g) La adquisición, venta, importación y exportación de todo tipo de materiales para la construcción así como de la maquinaria para la operación de los mismos.
- h) Proporcionar servicios de asesoría, consultoría y asistencia técnica en materia de construcción, administración, fiscal, contable, mercantil o financiera a sociedades o empresas y actuar como comisionista o mediador en la celebración de actos de comercio.
- i) Adquirir o participar en el capital o el patrimonio de otras sociedades mercantiles o civiles tomando parte de su constitución o adquiriendo acciones, partes sociales o participaciones en las ya construidas, así como enajenar p transmitir tales acciones, partes sociales o participaciones.
- j) Obtener o mediar la obtención de financiamientos para el logro de sus fines sociales y otorgar créditos en relación con las sociedades o empresas de las que sea propietario de acciones, en las que se tenga participación o en aquellas a las que se les presten servicios.
- k) Girar toda clase de títulos de crédito y aceptarlos, endosarlos en cualquier forma avalar o garantizar también en cualquier forma el cumplimiento de las obligaciones a cargo de las sociedades en las que se tenga participación mayoritaria, en su capital o patrimonio en las que pueda ejercitar la facultad de designar a la mayoría de los integrantes de los Consejeros de Administración.

## **Consultoría Especializada**

---

- l) Adquirir, poseer y utilizar bajo cualquier título legal toda clase de bienes y los derechos reales que sean indispensables, convenientes y necesarios para el objetivo social, ceder por cualquier título sus derechos a las empresas o sociedades en que se tenga participación.
- m) Representar toda clase de sociedad o de personas físicas dentro y fuera de la República Mexicana como agente comisionista, representante o mandatario.
- n) Adquirir o disponer de cualquier manera legal de patentes, derechos sobre las mismas, invenciones, marcas, derechos de autor y nombres comerciales que sean necesarios o convenientes para la realización de sus fines sociales.
- o) La contratación activa o pasiva de créditos de toda especie y la emisión de obligaciones para los fines señalados y la constitución de garantías reales de cualquier especie para seguridad de dichos créditos y la colocación de acciones a cotizar en bolsa de valores en oferta primaria y secundaria.
- p) Emisión, suscripción, libramientos, aval, endoso, cesión o descuento de toda clase de títulos de crédito.
- q) Celebrar todos los contratos y operaciones legales, afines, conexos y accidentales que sean necesarios o convenientes para la realización de las finalidades anteriormente descritas.

### **II.6.- Registro Federal de Contribuyentes.**

**CEX 980921 3U5**

Promovente

**Anexo 3 R.F.C. del Promovente**

Análisis de Riesgo

**"Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera)**

Vo.Bo 17  
Consultoría Especializada

# Consultoría Especializada

---

## III.- DATOS DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO

### III.1 Nombre y/o razón social

Sandra Verónica Pérez Melesio  
Maestro en Planeamiento Urbano Regional y Arquitecto

### III.2 Registro Federal de Contribuyentes

[REDACTED] Registro Federal de Contribuyentes del responsable del estudio, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Anexo 4 R.F.C. Consultor

### III.3 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio de Riesgo

Sandra Verónica Pérez Melesio  
Maestro en Planeamiento Urbano Regional y Arquitecto

### III.4 Registro Federal de Contribuyentes del responsable técnico de la elaboración del estudio

[REDACTED] Registro Federal de Contribuyentes del responsable del estudio, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.

### III.5 Domicilio para oír y recibir notificaciones

[REDACTED]

Domicilio, teléfono y correo electrónico del representante legal, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.

# Consultoría Especializada

---

## **III.6 Cedula Profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio**

Cédula Profesional No. 1587765  
Cédula Profesional de grado No. 4570563

### **Anexo 5 Cédulas Profesionales Consultor**

## **III.7 Registro como prestador de servicios en materia de impacto ambiental**

**IEE-PAPSA-014/2013**

Con especialidad en:

### **I.- IMPACTO AMBIENTAL**

Obra pública que requiera la presentación de una MIA  
Bancos de Materiales  
Estaciones de servicio (gasolineras) y de carburación (gas)  
Fraccionamientos, unidades habitacionales y desarrollos comerciales.  
Parques industriales e industrias  
Desarrollos turísticos y agropecuarios  
Carreteras estatales y caminos rurales

### **II.- EVALUACION DE RIESGO**

### **IX.- PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y SANEAMIENTO DE SITIOS CONTAMINADOS**

Estudios de reducción de contaminantes en la fuente

### **Anexo 6 PAPSA**

# Consultoría Especializada

---

## IV.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

### IV.1.- Nombre del propietario del predio.

Se presenta la Escritura Pública No. 36,717, Volumen CCXCV, del 16 de julio de 2014, ante el Lic. Felipe Roberto Montoya, Notario Público Número 19, en la cual se avala el Contrato de Compra – Venta, respecto al **Predio semiurbano ubicado frente a la Carretera de la Estación de Ferrocarriles, actualmente predio urbano ubicado en Calzada de la Estación, sin número, Zona Centro de San miguel de allende, Guanajuato, con una superficie de 680.25 m<sup>2</sup>**, entre la parte vendedora el C. Vicente Aguilar López y la parte compradora la sociedad denominada COMBU-EXPRES, S.A. de C.V.

*Anexo 7 Escrituras del Predio*

### IV.2.- Nombre del proyecto

**"Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera)**

### V.3.- Datos del sector y tipo de proyecto (sector y subsector);

Sector 6  
Comercio  
Sub-sector 62  
Comercio al pormenor  
Rama 6260  
Estaciones de gasolina (gasolinera)  
Clase 626000  
Comercio al por menor de gasolina y diésel

### IV.4.- Tipo de proyecto

*Obra nueva, acondicionamiento, ampliación o cambios de proceso;*

El proyecto será una obra nueva, la cual corresponde a una Estación de Servicios que contará con área de despacho, tanques de almacenamiento, edificio comercial, de administración y servicios, áreas verdes, área de estacionamiento y circulaciones generales.

# Consultoría Especializada

---

## IV.5.- Ubicación física del proyecto

Señalando: Municipio, localidad y/o colonia, calle y número (mencionando entre que calles se ubica)

- **Estado** Guanajuato
- **Municipio** San Miguel de Allende
- **Localidad** San Miguel de Allende
- **Colonia** Zona Centro
- **Calle y Número** Calzada de la Estación S/N esq. Héroes

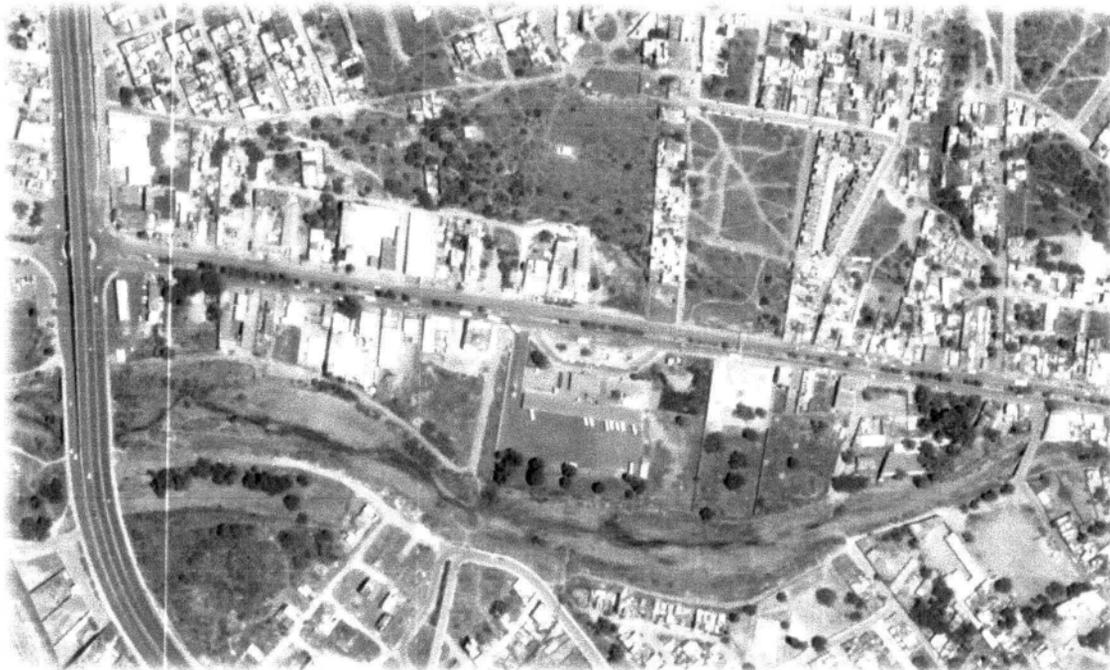
## IV.6.- Código Postal

37700 (el más cercano)

## IV.7.- Ubicación del predio

En un plano impreso (preferentemente digitalizado)

### IMAGEN. UBICACIÓN DEL PREDIO



En la imagen anterior se muestra el área del proyecto sobrepuesto a una fotografía aérea

## Anexo 8 Ubicación del predio

# Consultoría Especializada

## IV.8.- Coordenadas de los puntos

Se Anexa plano de localización con las coordenadas geográficas en las que se sitúa.

- **Coordenadas Geográficas** - 100° 45' 29.99" Longitud oeste  
20° 54' 54.81" Latitud norte

Por parte del promovente, se realizó un levantamiento topográfico el cual, SE CORROBORÓ EN CAMPO, donde se registraron las siguientes coordenadas.

CUADRO. COORDENADAS DEL PROYECTO

V	COORDENADAS	
	X	Y
A	317,148.1240	2,313,752.7410
B	317,124.2412	2,313,755.1097
C	317,124.3289	2,313,784.1099
D	317,148.0970	2,313,780.7810

IMAGEN. VERTICES REGISTRADOS EN CAMPO

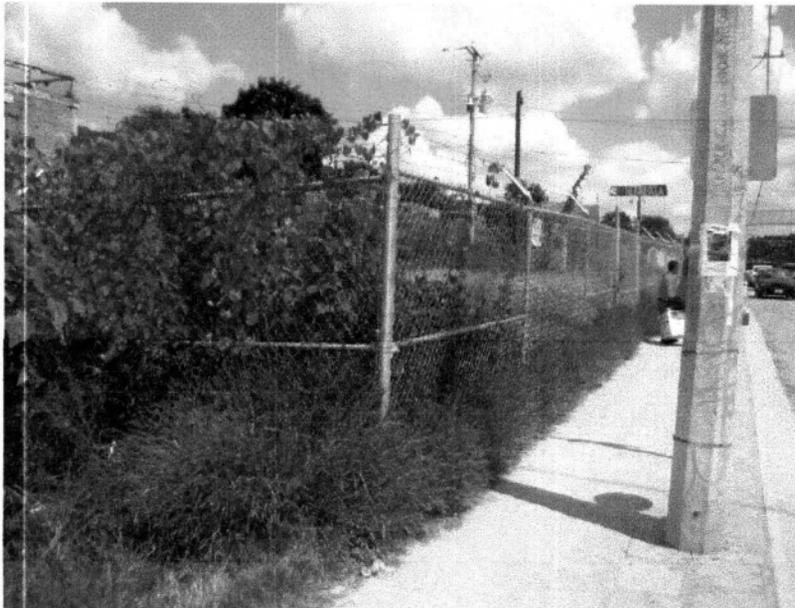


## Consultoría Especializada

**IV.9.- Deberá manifestar la evidencia física que se ha establecido en el sitio para la identificación permanente de cada uno de los puntos (vértices) de la poligonal del proyecto, tales como mojoneras, postes, estacas, varillas etc. anexando, en su caso, fotografías.**



Vértice A, en la esquina sur oriente del predio



Vértice B, en la esquina surponiente del predio



Vista hacia el vértice C, en la esquina norponiente del predio



Vértice D, en la esquina nororiente del predio

## **Anexo 9** Levantamiento Topográfico

# Consultoría Especializada

## IV.10.- Altitud del sitio

Respecto al nivel del mar;

El banco de nivel más cercano al predio se ubica en la base de una luminaria situada frente al predio, sobre el camellón central de la Av. Calzada de la Estación, donde se tiene registrada una altitud de 1,871.344 m.s.n.m.

## IV.11.- Dimensiones y superficies del proyecto

**IV.11.1 Para proyectos puntuales o en un solo predio y que realizan en un mismo sitio se deberá proporcionar el área total del predio, así como el desglose de áreas del proyecto**

El desarrollo del proyecto en el que se promocionaran en una superficie de **680.25 m<sup>2</sup>**, de acuerdo a Escritura No. 36717, Volumen CCXCV, y de una superficie de **679.59 m<sup>2</sup>**, de acuerdo a Levantamiento topográfico, distribuidos de la siguiente manera:

### CUADRO. DISTRIBUCION DE SUPERFICIES EN PLANTA BAJA DEL PROYECTO A DESARROLLAR

AREAS	SUPERFICIE M <sup>2</sup>	PORCENTAJE
AREA DE DISPENSARIOS	91.43	13.44%
BODEGA DE SUCIOS	1.97	0.29%
BAÑOS PUBLICOS (MUJERES)	9.31	1.37%
BAÑOS PUBLICOS (HOMBRES)	12.5	1.84%
ESTACIONAMIENTO	41.82	6.15%
AREA DE TANQUES	98.86	14.53%
AREAS VERDES	47.7	7.01%
BANQUETAS	30.63	4.50%
ESCALERAS	5.75	0.85%
TIENDA DE CONVENIENCIA	62.6	9.20%
CIRCULACIONES	277.68	40.82%
<b>TOTAL PLANTA BAJA</b>	<b>680.25</b>	<b>100.00%</b>

### CUADRO. DISTRIBUCION DE SUPERFICIES EN PLANTA ALTA DEL PROYECTO A DESARROLLAR

AREAS	SUPERFICIE M <sup>2</sup>	PORCENTAJE
BODEGA DE LIMPIOS	7.49	14.84%
CUARTO DE MAQUINAS	7.17	14.20%
CONTROL ELECTRICO	6.71	13.29%
FACTURACION	5.911	11.71%
BAÑO EMPLEADOS	13.63	27.00%

# Consultoría Especializada

AREAS	SUPERFICIE M <sup>2</sup>	PORCENTAJE
CUARTO DE LIQUIDACION	9.57	18.96%
<b>TOTAL PLANTA ALTA</b>	<b>50.481</b>	<b>100.00%</b>

Dentro del proceso de construcción el proyecto es una alternativa a la demanda de desarrollo comercial y de servicios de la zona en la cual se localiza el predio; es una zona comercial y de servicios consolidada, derivado de su colindancia con la Av. Calzada de la Estación, dentro de la zona urbana de la cabecera municipal de San Miguel de Allende, Gto.

## **IV.12.- Carácter del proyecto.**

*Explicar las características generales de la obra y actividad a realizar;*

El presente estudio constituye el instrumento ordenador para el Proyecto Ejecutivo de la **"Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera)**, adecuando sus características al Desarrollo Urbano y el ordenamiento ecológico, así mismo el proyecto está enfocado a satisfacer la demanda de combustibles y lubricantes para los vehículos que circulan por la zona, bajo el siguiente programa arquitectónico:

### **AREAS PLANTA BAJA**

- Área de dispensarios
- Bodega de sucios
- Baños públicos (mujeres)
- Baños públicos (hombres)
- Estacionamiento
- Área de tanques
- Áreas verdes
- Banquetas
- Escaleras
- Tienda de conveniencia
- Circulaciones

### **AREAS PLANTA ALTA**

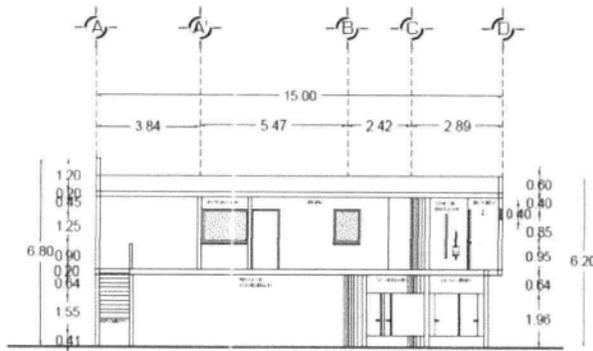
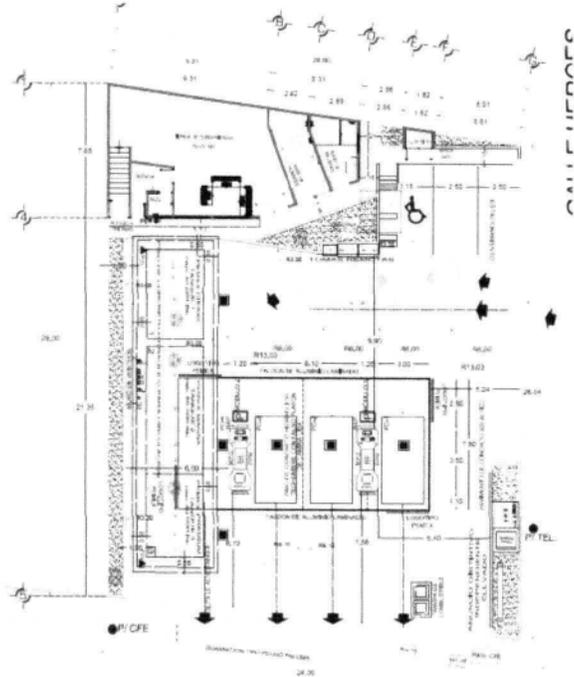
- Bodega de limpios
- Cuarto de maquinas
- Control eléctrico
- Facturación
- Baño empleados
- Cuarto de liquidación

# Consultoría Especializada

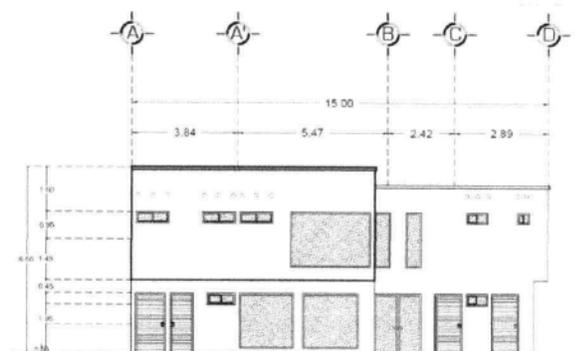
Se contará con dos islas de despacho de combustible y tres tanques de almacenamiento:

- Tanque de 60,000 lts. para Gasolina Magna
- Tanque de 40,000 lts. para Gasolina Premium
- Tanque de 40,000 lts. para Diesel

## IMAGEN. PROYECTO



FACHADA PRINCIPAL



FACHADA OFICINAS

## Anexo 10 Plano Arquitectónico

# Consultoría Especializada

## IV.13.- Criterios de selección del sitio.

Detallar los criterios técnicos, las Normas Oficiales Mexicanas, disposiciones oficiales y de Política de Desarrollo y Planeación considerados para elegir el sitio propuesto. Así como el análisis comparativo de otros sitios considerados, señalando en cuadro comparativo el orden decreciente de su valoración

El único predio que se analizó para la construcción de la **"Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera)**, fue sobre el que se tiene posesión, ya que no se tiene acceso a ningún otro predio.

CRITERIO	
Potencial de mercado	<input checked="" type="checkbox"/>
Localización	<input checked="" type="checkbox"/>
Fácil acceso al predio	<input checked="" type="checkbox"/>
Plusvalía del terreno	<input checked="" type="checkbox"/>
Potencial de mercado	<input checked="" type="checkbox"/>
Fácil acceso del transporte público y privado	<input checked="" type="checkbox"/>
Factibilidad de Uso de Suelo	<input checked="" type="checkbox"/>
Factibilidades de dotación de servicios	<input checked="" type="checkbox"/>
Inversionista con visión	<input checked="" type="checkbox"/>
Disponibilidad de mano de obra	<input checked="" type="checkbox"/>
Demanda y suministro de productos y subproductos	<input checked="" type="checkbox"/>
Dimensiones y configuración del predio	<input checked="" type="checkbox"/>

Un punto muy importante que influyó en la selección del sitio, corresponde a la colindancia con la Av. Calzada de la Estación, la cual además de representar una de las principales vialidades de acceso al centro de la ciudad, también que presenta potencial por otros equipamientos aledaños como lo es la central de autobuses, por lo que estas zonas es necesario complementarlas con un proyecto integral que contemple zonas comerciales y de servicios.

Como parte de los criterios técnicos de la selección del sitio es importante señalar que el proyecto se encuentra alejado de cualquier Área Natural Protegida de Carácter Estatal o Federal. Se encuentra fuera de cualquier Región de Atención Prioritaria de CONABIO. No se encuentra considerado como un Área de Importancia para la Conservación de las Aves Silvestres (AICAS), no corresponde a un área de reserva ecológica de carácter municipal, al interior del predio no existe flora o fauna dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

# Consultoría Especializada

---

## **IV.14.- Objetivos del proyecto**

*En este apartado se indicarán los elementos que fundamenten, de manera clara, la necesidad de desarrollar el proyecto así como sus objetivos. En este sentido es importante analizar el papel que el proyecto tendrá en la realización de las estrategias del desarrollo productivo establecidos;*

El principal objetivo del proyecto de la **“Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.” (Gasolinera)**, es la construcción de una estación de servicios, aprovechando un predio sin uso específico, acatando las obligaciones establecidas por PEMEX en cuanto la modernización permanente de las estaciones de servicio concesionado, elevar la calidad de la atención al público aprovechando las condiciones generadas por el diseño, el cual incluye un área comercial.

La tienda de conveniencia será complementaria a la estación de servicios, en esta se pretende dar apoyo a los requerimientos de los usuarios teniendo a la mano los productos de mayor demanda y que su venta a la vez no genere incompatibilidades por la propia naturaleza del producto.

Todo lo anterior, bajo un estricto manejo de las gasolinas que por definición son sustancias altamente peligrosas, no obstante, si se contemplan las medidas de seguridad y el equipamiento adecuado esta actividad puede realizarse sin poner en peligro a los usuarios trabajadores y vecinos de la **“Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.” (Gasolinera)**.

## **IV.15.- Inversión a realizar**

*En la medida de lo posible deberá indicar el monto total de las obras requerida para la realización del proyecto. Si pretende realizar el proyecto por fases, se desglosará el capital a invertir para cada una de ellas. Esta información será, en todos los casos, considerada por el Instituto con carácter de confidencial.*

\$ 3, 000,000.00 MN Para la construcción del proyecto, se estima una inversión de Tres millones de pesos.

# Consultoría Especializada

## V.- DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Estará delimitada por los radios potenciales de afectación que indiquen los modelos de dispersión de contaminantes a la atmósfera así como los producidos por radiación térmica y ondas de sobrepresión.

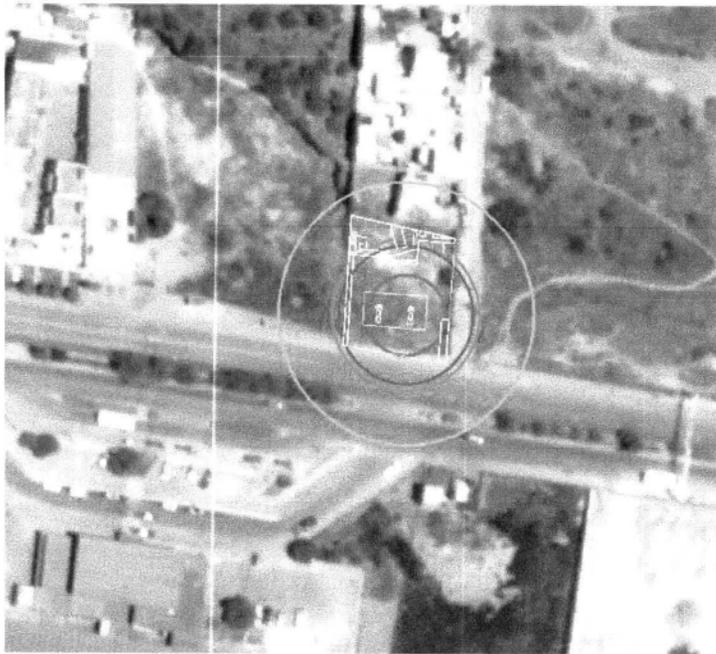
Con la finalidad de establecer los radios potenciales de afectación, se establecieron tres escenarios posibles, involucrando riesgo de inflamabilidad, riesgo de explosividad y riesgo de toxicidad tal como se muestra en el siguiente cuadro:

	<b>Escenario 1 Riesgo de Inflamabilidad</b>
Daño Máximo Probable	Derrame en llenado de Gasolina Magna al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con incendio por fricción.
Daño Máximo Catastrófico	Derrame en llenado de Gasolina Premium al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con incendio por fricción
	<b>Escenario 2 Riesgo de Explosividad</b>
Daño Máximo Probable	Derrame en llenado de Gasolina magna al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con explosión por acumulación de gases.
Daño Máximo Catastrófico	Derrame en llenado de Gasolina Premium al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con explosión por acumulación de gases.
	<b>Escenario 3 Riesgo de Toxicidad</b>
Daño Máximo Esperado	Derrame en llenado de Gasolina Magna al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con evaporación del combustible, se analizan concentraciones de 100 ppm, 300 ppm, y 500 ppm a una <b>altura de 0.00 m.</b> Derrame en llenado de Gasolina Magna al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con evaporación del combustible, se analizan concentraciones de 100 ppm, 300 ppm, y 500 ppm a una <b>altura de 1.50 m</b>
	Derrame en llenado de Gasolina Magna al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con evaporación del combustible, se analizan concentraciones de 300 ppm, 500 ppm, y 1,000 ppm a una <b>altura de 3.00 m</b>

# Consultoría Especializada

El área de estudio, se generó a partir de una modelación de riesgo, en donde se calcularon los eventos con mayor probabilidad de incidencia, obteniendo un radio de **29.22 m. como zona de amortiguamiento y 15.39 m. para el área de amortiguamiento** en un escenario de incendio, de las modelaciones realizadas, esté escenario fue el que mayor distancia alcanzó, por lo que al final se optó por considerar un área de estudio de 500 mts. a partir del centroide del área de despacho.

## IMAGEN. ZONAS DE RIESGO Y AMORTIGUAMIENTO



### RIESGO DE FLAMABILIDAD

-  ZONA DE ALTO RIESGO
-  ZONA DE AMORTIGUAMIENTO

### RIESGO DE EXPLOSIVIDAD

-  ZONA DE ALTO RIESGO
-  ZONA DE AMORTIGUAMIENTO

# Consultoría Especializada

---

## VI.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

- a) **Construcción de "Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera):** en este punto se prepara el terreno para dar inicio a la construcción de terracerías para obra civil, así como áreas de circulación vehicular y despacho.
- b) **Promoción de servicios complementarios (Tienda de conveniencia):** Se promueve la venta o renta de la tienda de conveniencia.
- c) **Uso y mantenimiento de las instalaciones:** el uso de la estación de servicio, así como de los servicios complementarios, representa un buen funcionamiento del desarrollo por lo que es importante generar un programa de mantenimiento de los mismos.
- d) **Mantenimiento de áreas verdes:** este se presenta según sea la necesidad de las áreas verdes, ya que en temporada de lluvias necesita un mantenimiento mayor puesto que las plantas crecen más y en temporadas invernales no se recomienda un mantenimiento tan seguido. Sin embargo se realizara según lo ameriten las áreas
- e) **Mantenimiento Preventivo de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas generales de la "Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera):** Este debe de ser programado continuamente, para evitar la falta de la energía o de agua, por alguna falla en el sistema de suministro y Planta de Energía Eléctrica de emergencia.
- f) **Cumplir con los requerimientos de PEMEX, en cuestión de seguridad y técnicas,** como el establecimiento de planes y programas de Protección Civil y Programas de Prevención de Accidentes.



# Consultoría Especializada

## VI.1.- RELACIÓN DE PLANOS A ENTREGAR:

Se identificará en los Lay Out de cada proceso, planta o sector integrado, los puntos y equipos donde se generarán contaminantes al aire, agua, suelo y puntos de mayor riesgo, (derrames, fugas, explosiones e incendio, entre otros). Solo se indicarán equipos donde se generen contaminantes o estén asociados a riesgos como derrames, fugas, explosiones e incendios;

Como medida de prevención de accidentes, los tanque de almacenamiento, cuentan con tubos de venteo que permiten tener controlada la presión al interior de estos.

## VI.2.- Planos general y/o por planta, de instalaciones;

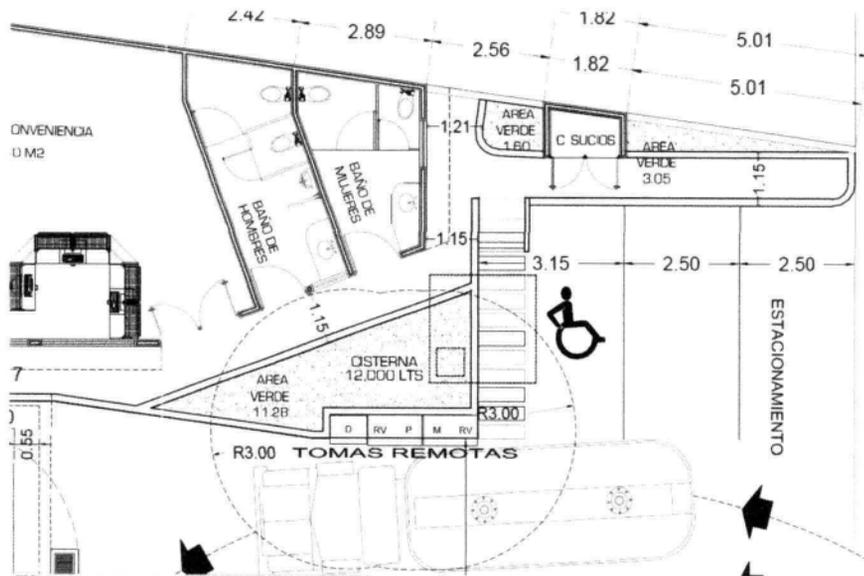
Se anexan los siguientes planos:

MEC-01	Instalación Mecánica
IHS-01	Instalación Hidrosanitaria

## Anexo 11 Instalaciones

VI.3.- Plano del almacén temporal de residuos peligrosos (en caso de que exista) y del almacén o estación de transferencia de residuos industriales no peligrosos (en caso de que exista); y

Se contempla la construcción de un cuarto de sucios, donde se almacenará temporalmente los residuos sólidos, separando los peligrosos como estopas impregnadas con aceite ó gasolina, envases de aceites ó aditivos de los no peligrosos.



# Consultoría Especializada

## VI.4.- Plano de la distribución del sistema contra-incendio.

Se anexa plano en el cual se muestra la ubicación de extintores contra incendio así como como los botones de paro de emergencia.

## Anexo 12 Sistemas contra incendios

## VI.5.-Tipo y Tecnología de Producción.

No existen como tal, ya que se trata de un proyecto para comercializar productos previamente elaborados en otro lugar.

## VI.6.- Descripción de todos los procesos y operaciones unitarias.

Para este apartado se deberá apoyar con un diagrama de flujos, en donde se indique el tipo y volúmenes de las materias primas y demás insumos, los almacenamientos, procesos intermedios y finales, salidas de productos, productos intermedios y subproductos, entradas de materias primas e insumos y productos intermedios; así como salidas de residuos, descargas de aguas y lodos residuales, emisiones atmosféricas y sus respectivos controles ambientales; y

## "ESTACION COMBU-EXPRES, S.A. DE C.V." (GASOLINERA)



## *Consultoría Especializada*

---

**a).- Adquisición:** Compra y adquisición de las materias primas (gasolinas) en la terminal de almacenamiento y distribución, Celaya.

**b).- Traslado:** Llenados de auto tanques (pipas) de acarreo de combustible con capacidad de 20,000 lts., propiedad de PEMEX para el posterior traslado y suministro de la estación de servicio.

**c).- Suministro:** Vaciado de camiones tanques transportadores del combustible y llenado de los tanques de almacenamiento de doble pared, con capacidad de 60,000 lts (gasolina Magna); 40,000 lts. (gasolina Premium); 40,000 lts. (Diesel).

**d).- Despacho:** Suministro de combustible y atención a los usuarios del servicio, mediante el llenado de los tanques vehiculares propiedad de los particulares que requieren del mismo.

**VI.7.- Se indicará si los procesos son continuos o por lotes, y si la operación es permanente, temporal o cíclica.**

El proceso de despacho de combustible a los usuarios de la "**Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.**" (Gasolinera), se dará cíclica, sin que exista un tiempo determinado entre el despacho a los vehículos, pudiera ser continuo, siempre y cuando exista una amplia demanda de combustible.

# Consultoría Especializada

---

## **VI.8.- Producción estimada.**

### **VI.8.1.- Producción total anual y promedio mensual,**

En caso de que se pretenda contar con varias líneas de productos, los datos se presentarán por cada producto;

No se tiene contemplada como producción, ya que por las características de la estación de servicio, únicamente se comercializan combustibles y lubricantes, previamente producidos en otro lugar.

### **VI.8.2.- Producción total y desglosada de los subproductos a obtener;**

No se obtienen productos ni subproductos, ya que la "**Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.**" (Gasolinera), principalmente prestará servicios de comercialización.

### **VI.8.3.- Programa estimado anual de producción (incluyendo productos, subproductos y productos intermedios);**

No se obtienen productos, subproductos o productos intermedios, ya que la "**Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.**" (Gasolinera), principalmente prestará servicios de comercialización.

# Consultoría Especializada

**VI.8.4.-** Se presentará una tabla resumen con todos los **productos y subproductos** a obtener, así como los productos intermedios que deberá contener al menos:

- Nombre;
- Fórmula;
- Estado físico;
- Características químicas;
- Cantidad de producción por unidad de tiempo;
- Indicar cantidad de consumo por unidad de tiempo;
- Características CRETIB;
- Si son carcinogénicos o teratogénicos;
- Forma de manejo y almacenamiento; y
- Medio de transporte a emplear.

Al tratarse de una Estación de Servicio, únicamente se comercializará con combustibles y lubricantes, por lo que no se presentará una producción.

## VI.9.- Materiales y sustancias a emplear.

En esta sección se indicarán todos los materiales y sustancias que serán utilizadas en el proyecto, para lo cual se utilizará la Tabla 1. (Sustancias). Si no existe información o no aplica la que se le solicita en alguna columna, se deberá indicar de forma explícita; por ejemplo:

- Si una sustancia no es corrosiva, reactiva, explosiva, tóxica, inflamable o biológicamente infeccioso se escribirá NO en la celda correspondiente;
- Si el material no tiene nombre técnico o CAS se escribirá NO;
- Si no se cuenta con información, se cancelará la celda; por ejemplo:
- Si la información solicitada no aplica; se escribirá en la celda: "NA".

**TABLA 1. SUSTANCIAS**

Nombre comercial	Nombre técnico	CAS 1	Estado físico	Tipo de envase	Etapa o proceso en que se emplea	Cantidad de uso mensual	Cant. De reporte kg	Características CRETIB <sup>2</sup>						IDLH <sup>3</sup>	TLV <sup>4</sup>	Destino o uso final	Uso que se da al material sobrante
								C	R	E	T	I	B				
Gasolina Premium	Gasolina	8006-61-9	Líquido	Tanque de almacenamiento	Despacho	Variable	Variable		x	x	x			300 ppm	Vehículos de combustión interna	N/A	

# Consultoría Especializada

Nombre comercial	Nombre técnico	CAS 1	Estado físico	Tipo de envase	Etapa o proceso en que se emplea	Cantidad de uso mensual	Cant. De reporte kg	Características CRETIB <sup>2</sup>						IDLH <sup>3</sup>	TLV <sup>4</sup>	Destino o uso final	Uso que se da al material sobrante
								C	R	E	T	I	B				
Gasolina Magna	Gasolina	8006-61-9	Líquido	Tanque de almacenamiento	Despacho	Variable	Variable			x	x	x		300 ppm	Vehículos de combustión interna	N/A	
Diésel	Diésel altamente hidrodesulfurado		Líquido	Tanque de almacenamiento	Despacho	Variable	Variable				x	x		N/D	Vehículos de diésel, maquinaria pesada, etc.	N/A	

1. CAS: Chemical Abstract Service.  
 2. CRETIB: Siglas de: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable, Biológico-infeccioso.  
 3. IDLH: Inmediatamente peligroso para la vida o la salud (Immediately Dangerous of Life or Health.)  
 4. TLV: Valor límite de umbral (Threshold Limit Value).

## VI.10.- HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD.

Presentar las hojas de datos de seguridad de acuerdo a la información solicitada en el apéndice C de la Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

Se anexaran las hojas de seguridad que fueron utilizadas para las simulaciones de riesgo

### Anexo 13 Hojas de Seguridad

# Consultoría Especializada

---

## VI.10.1.- Especificaciones de las precauciones en el manejo y almacenamiento.

### Riesgo para la Salud

#### a) *Ingestión accidental.-*

**GASOLINA:** Baja Toxicidad. Produce irritación de la mucosa de la garganta, esófago y estómago

**DIESEL:** La ingestión de esta sustancia provoca vómito, depresión del sistema nervioso central y dolor de cabeza.

Si espontáneamente se presenta vómito, no permita que este se aspire hacia los pulmones, ya que una pequeña cantidad aspirada puede resultar en neumonitis química y edema o hemorragia pulmonar.

#### b) *Contacto con los ojos.-*

**GASOLINA:** Irritante, pero no daña el tejido Ocular. La gasolina causa sensación de quemadura severa, con irritación temporal e hinchazón de los párpados. La concentración de vapores entre 160 y 270 p. p. m. En el aire, irrita los ojos.

**DIESEL:** La exposición a líquido y vapores de esta sustancia puede causar irritación a los ojos.

#### c) *Contacto con la piel.-*

**GASOLINA:** Baja Toxicidad. El contacto frecuente o prolongado puede irritar la piel y causar salpullido en la piel (dermatitis).

**DIESEL:** Exposiciones breves pueden resecar la piel. Exposiciones repetidas o prolongadas pueden irritar la piel y causar dermatitis.

#### d) *Absorción.-*

**GASOLINA:** No se presenta.

**DIESEL:** Exposiciones breves pueden resecar la piel. Exposiciones repetidas o prolongadas pueden irritar la piel y causar dermatitis.

## Consultoría Especializada

---

### e) *Inhalación.-*

**GASOLINA:** La exposición a concentraciones elevadas de vapores, son irritantes a los ojos, nariz, garganta y pulmones; puede causar dolor de cabeza y mareos; puede ser anestésico y puede causar otros efectos al sistema nervioso central.

Causa sofocación (asfixia) si se permite que se acumule a concentraciones que reduzcan la cantidad de Oxígeno por debajo de niveles de respiración seguros.

Debe evitarse respirar vapores y neblinas de esta sustancia.

Contiene pequeñas cantidades de sustancias como el Benceno y el n-Hexano; el Benceno puede causar desordenes o daños en la sangre o al sistema productor de sangre; el n-Hexano puede causar daños a los nervios periféricos (por ejemplo dedos, pies y brazos).

En altas concentraciones, los componentes de la gasolina pueden causar desordenes en el sistema nervioso central. Es asfixiante, la exposición a atmósferas con concentraciones excesivas de vapores de gasolina, puede causar un colapso repentino, coma y la muerte

**DIESEL:** La aspiración de vapores puede irritar nariz y garganta; y causar tos y malestar en el pecho.

Esta sustancia tiene efectos anestésicos.

### f) *Toxicidad.-*

**GASOLINA:** A temperaturas elevadas, esta sustancia puede generar gases tóxicos/inflamables (descomposición térmica).

En caso de combustión incompleta se generan humos, Monóxido de Carbono y Óxidos de Azufre.

**DIESEL:** La combustión de esta sustancia genera monóxido de carbono y bióxido de carbono.

### g) *Daño Genético.-*

**GASOLINA:** No genera ningún daño mutágeno, pues no cambia la estructura genética del hombre debido a que no daña los códigos genéticos aunque su exposición fuera permanente.

**DIESEL:** No presenta daños genéticos

### h) **Riesgo de fuego o explosión.-**

**GASOLINA:** La gasolina es un líquido extremadamente inflamable, puede incendiarse fácilmente a temperatura normal, sus vapores son más pesados que el aire por lo que se dispersan por el suelo y se concentran en las zonas bajas.

Esta sustancia puede almacenar cargas electroestáticas debido al flujo o movimiento.

Los vapores de gasolina no controlados que alcancen una fuente de ignición, pueden provocar una explosión.

La ropa, trapos o materiales similares contaminados con este producto y almacenados en espacios cerrados, pueden sufrir combustión espontánea.

Los recipientes que hayan almacenado este producto pueden contener residuos de él, por lo que no debe presurizarse, calentarse, soldarse o exponerse a flamas u otras fuentes de ignición.

**DIESEL:** Presenta una temperatura de inflamación de 45° C, no se presenta temperatura de auto ignición.

Esta sustancia puede almacenar cargas electrostáticas debido al flujo o movimiento.

Los recipientes que hayan almacenado este producto, pueden contener residuos de él, por lo que no deben presurizarse, calentarse, cortarse, soldarse o exponerse a flamas u otras fuentes de ignición.

Los contenedores pueden explotar cuando se calientan.

Los vapores pueden viajar a una fuente de ignición y regresar con flama

### i) **Medio de extinción.-**

**GASOLINA:** En Incendios Pequeños: emplear polvo químico seco, agua en forma de rocío, espuma o bióxido de carbono.

En Incendios Mayores: emplear agua en forma de rocío espuma regular, no utilizar chorro de agua.

Para combatir incendios generados por esta sustancia, se debe utilizar agua en forma de rocío para enfriar las superficies expuestas y proteger al personal que intenta eliminar la fuga. Continuar el enfriamiento de los contenedores, aún después de que el fuego haya sido extinguido. Eliminar las fuentes de fuga, de ser posible sin riesgo.

Si la fuga o derrame no se ha incendiado, utilice agua en forma de rocío para dispersar los vapores. Permitir que el fuego arda bajo condiciones controladas, o extinguir utilizando polvo químico seco o espuma. Tratar de cubrir el líquido derramado con espuma. Evite introducir agua directamente dentro del contenedor.

En caso de incendio masivo, utilice soportes fijos para las mangueras o los chiflones reguladores; si no es posible, retírese del área y deje que arda.

## Consultoría Especializada

---

Aislar el área de peligro, manteniendo alejadas a las personas innecesarias y evite situarse en las zonas bajas.

**DIESEL:** En incendios pequeños: emplear polvo químico seco, agua en forma de rocío, o espuma ó bióxido de carbono.

En incendios mayores: emplear agua en forma de rocío o espuma regular, no utilizar chorro de agua.

Utilizar agua en forma de rocío para enfriar contenedores y estructuras expuestas, y para proteger al personal que intenta eliminar la fuga. Enfríe los contenedores con agua, aún después de que el fuego haya sido extinguido.

Eliminar fuente de fuga si es posible hacerlo sin riesgo, y elimine las fuentes de ignición cercanas.

Si la fuga o derrame no se ha incendiado, utilice agua en forma de rocío para dispersar los vapores.

Permitir que el fuego arda en condiciones controladas, o extinguir empleando polvo seco o espuma.

Tratar de cubrir el líquido derramado con espuma, evitando introducir agua directamente dentro del contenedor.

En caso de incendio masivo, utilice soportes fijos para las mangueras o los chiflones reguladores; si no es posible, retírese del área y deje que arda.

Aislar el área de peligro, mantener alejadas a las personas innecesarias y evitar situarse en zonas bajas.

Retírese de inmediato en caso de que aumente el sonido de los dispositivos de alivio de presión, o cuando el contenedor empiece a decolorarse. Manténgase siempre alejado de los extremos de los tanques.

### **j) Equipo especial de protección**

**GASOLINA:** Equipo tradicional utilizado por los bomberos, como son:

- ✓ Protección de primer nivel (camisas, pantalones, capuchas y otros elementos) de Normes, Kevlar y/o PBI.
- ✓ Protección de segundo nivel (camisetas, calzoncillos, calcetines, etc.) de algodón.
- ✓ Mascarilla antigas.

A continuación se realiza una síntesis sobre los otros elementos de protección personal.

- ✓ **Botas o borceguíes:** Hechas en cuero u otro material durable con una altura no inferior a los 20 cm, con agarraderas para calce, y una suela en goma alta resistente al desgaste y de gran capacidad de tracción (para evitar resbalones o deslizamientos). La puntera en cuero duro. Las placas de acero,

## Consultoría Especializada

---

comunes en las botas para incendios estructurales, no son recomendables porque una vez calentadas dichas placas, transmitirán la temperatura al pie.

✓ **Casco:** Su principal función será proteger la cabeza contra impactos. Su bajo peso es también importante.

✓ **Guantes:** Durante las operaciones de conexión y desconexión de mangueras de llenado.

✓ **Capucha antifiama o protector de nuca, orejas, boca y nariz:** Mientras que la capucha se coloca sobre la cabeza, el otro dispositivo va amarrado al casco. Usualmente están fabricados en Nomex o Kevlar. Cubren las zonas expuestas entre el fin de la chaqueta y la parte de la cabeza protegida por el casco. No disipan la temperatura interior y, por lo tanto, deben usarse en forma limitada.

✓ **Carpa o manta de protección (FIRE shelter):** Un equipo imprescindible que ha salvado cientos de vidas, es el último recurso de supervivencia frente a un frente de fuego, un ramalazo de llamas por el cambio en la dirección del viento. Imprescindible. Requiere entrenamiento para su rápido armado frente a un repentino cambio de situación.

**Lentes de Seguridad Reglamentarios.** Son más adecuadas para esta función que los protectores faciales, protegiendo mejor a los ojos de objetos punzantes y el humo. Deben tener un buen ajuste y contar con sistemas que impidan el empañado.

**DIESEL:** Equipo de respiración autónomo y traje completo.

# Consultoría Especializada

## k) Condiciones que conducen a un peligro de fuego y/o explosión no usuales

Los escenarios posibles para este estudio son:

	<b>Escenario 1 Riesgo de Inflamabilidad</b>
Daño Máximo Probable	Derrame en llenado de <b>Gasolina Magna</b> al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>incendio por fricción.</b>
Daño Máximo Catastrófico	Derrame en llenado de <b>Gasolina Premium</b> al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>incendio por fricción</b>
	<b>Escenario 2 Riesgo de Explosividad</b>
Daño Máximo Probable	Derrame en llenado de <b>Gasolina magna</b> al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>explosión por acumulación de gases.</b>
Daño Máximo Catastrófico	Derrame en llenado de <b>Gasolina Premium</b> al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>explosión por acumulación de gases.</b>
	<b>Escenario 3 Riesgo de Toxicidad</b>
Daño Máximo Esperado	Derrame en llenado de Gasolina Magna al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>evaporación del combustible</b> , se analizan concentraciones de 100 ppm, 300 ppm, y 500 ppm <b>a una altura de 0.00 m.</b> Derrame en llenado de Gasolina Magna al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>evaporación del combustible</b> , se analizan concentraciones de 100 ppm, 300 ppm, y 500 ppm <b>a una altura de 1.50 m</b>
	Derrame en llenado de Gasolina Magna al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>evaporación del combustible</b> , se analizan concentraciones de 300 ppm, 500 ppm, y 1,000 ppm <b>a una altura de 3.00 m</b>

## l) Productos de la combustión.-

**GASOLINA:** La combustión de cualquier hidrocarburo produce emisiones de CO, CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O

**DIESEL:** La combustión de esta sustancia genera monóxido de carbono y bióxido de carbono.

### **m) Inflamabilidad**

**GASOLINA:** Su punto de inflamación se encuentra a partir de los - 40° C., mientras que sus límites de explosividad, en aire, % por volumen son:

- Límite superior = 7.8
- Límite inferior = 1.4

### **DIESEL:**

- Límite superior de inflamabilidad: 5%
- Límite inferior de inflamabilidad: 0.7%

### **n) Datos de reactividad.-**

**GASOLINA:** La gasolina es altamente reactiva a los materiales oxidantes, por lo que se hace hincapié en la necesidad de mantener estos completamente alejados del tanque de almacenamiento y durante las operaciones de llenado y suministro.

### **DIESEL:**

Se debe evitar el contacto con materiales oxidantes fuertes, tales como el ácido nítrico.

### **o) Clasificación de sustancias por su actividad química, reactividad con el agua y potencial de oxidación.**

#### **GASOLINA:**

- Reactividad con agua.- No es reactivo con el agua.
- Potencial de oxidación.- La gasolina es una mezcla de hidrocarburos parafínicos, olefínicos, nafténicos y aromáticos, derivados del procesamiento del petróleo crudo a la que se agregan pequeños porcentajes de antidetonantes, inhibidores, etc., su composición varía de  $C_5H_{12}$  a  $C_9H_{20}$ , dependiendo del método utilizado para su producción e incluso de una refinería a otra, aunque sea de la misma compañía, la presencia de otros hidrocarburos no es extraña, tales como el Benceno, y el n-Hexano, ambos con propiedades físicas, ligeramente diferentes, con un potencial de oxigenación alto, lo que la hace peligrosa cuando eleva su temperatura, motivo por lo que se predispone a tener reacciones violentas, es decir explosivas.

## Consultoría Especializada

---

**DIESEL:** No es reactivo al agua

**p) Estabilidad.-**

**GASOLINA:** La gasolina es estable cuando se almacena en condiciones adecuadas, así como la ventilación que lo mantenga fuera de los límites inferior y superior de inflamabilidad.

**DIESEL:** Esta sustancia es muy estable

**q) Condiciones a evitar.-**

**GASOLINA:** Todo tipo de fuentes de ignición y/o generadores de flama, los cuales pueden modificar las condiciones de almacenaje y provocar variaciones en la concentración y temperatura.

**DIESEL:** Evitar fuentes de calor, chispas y flamas abiertas  
Evitar contacto con materiales oxidantes fuertes, tales como el ácido nítrico.

**r) Incompatibilidad.-**

**GASOLINA:** Sustancias altamente oxidantes.

**DIESEL:** Sustancia oxidantes.

**s) Disposición de componentes peligrosos.-**

**GASOLINA:** Resultan peligrosos los gases productos de la combustión, que como en todos los hidrocarburos son el monóxido y bióxido de carbono.

**DIESEL:** Resultan peligrosos los gases productos de la combustión, que como en todos los hidrocarburos son el monóxido y bióxido de carbono.

**t) Polimerización.-**

**GASOLINA:** No polimeriza

**DIESEL:** No presenta polimerización

# Consultoría Especializada

---

## u) Condiciones a evitar.-

**GASOLINA:** Todo tipo de fuentes de ignición, electricidades estáticas y/o generadoras de flama.

**GASOLINA:** Todo tipo de fuentes de ignición, electricidades estáticas y/o generadoras de flama.

## v) Corrosividad.-

**GASOLINA:** No disponible.

**DIESEL:** No disponible.

## w) Radioactividad<sup>1</sup>.-

**GASOLINA:** La Gasolina no es radioactiva.

**DIESEL:** No presenta características radioactivas

## VII.- OBRAS PARTICULARES.

*En su caso proporcionará información específica sobre las obras que se mencionan en las secciones señaladas.*

El proyecto es una **estación de servicios**, la cual contará con tres tanques de almacenamiento de combustible, el primero para el almacenamiento de Gasolina Magna, con una capacidad de almacenamiento de 60,000 lts., los otros dos serán con capacidad de 40,000 lts. en donde será almacenada la gasolina Premium y el Diesel.

Gasolina Magna	60,000 lts.
Gasolina Premium	40,000 lts.
Diésel	40,000 lts.

<sup>1</sup> Del inciso a) al w) los datos fueron tomados de diferentes hojas de seguridad

# Consultoría Especializada

---

## **VII.1.- Líneas o ductos:**

*Se deberán presentar los diagramas completos de tuberías e instrumentación (DTI). Así como la temperatura y presión del producto que transportan dependiendo del potencial de riesgo que representen;*

Las líneas serán las que surtan de combustible a las bombas ubicadas en las isletas de despacho.

## **GENERALIDADES**

### **A. CÓDIGOS APLICABLES**

Las tuberías para manejo de producto en estaciones de servicio deben cumplir con el criterio de doble contención, con el objeto de preservar el subsuelo de la contaminación por fugas posibles.

Cuando el material de las tuberías sea de acero al carbón. Deberán cumplir con lo especificado por ASME/ANSI B31.3 (1990) y ASME/ANSI B31.4 (19989). La designación de materiales será regida por ASTM A-53 y ASTM A-120, cedula 40.

En el caso de las tuberías sean no metálicas, deben estar aprobadas por UNDERWRITERS LABORSTORIES INC. (UL) y/o por DESIGNATION DE MATERIALES deben emplearse las guías que se presentan en UL SUBJECT 971 Y ALC SUBJECT C107C.

### **B. SISTEMA PARA MANEJO DE PRODUCTO**

Está conformado por la bomba y tubería de descarga de la bomba localizada en el tanque de almacenamiento hasta el dispensario correspondiente. Formando parte integral de este sistema, las conexiones y accesorios requeridos para su operación segura y eficiente, debiendo cumplir la bomba con un flujo mínimo de 35 A 45 lts/min. Según la instalación, independientes en sifón.

### **C. SISTEMAS DE RECUPERACIÓN DE VAPORES**

Los sistemas de recuperación de vapores que se instalen en la estación de servicio deben cumplir con las normas oficiales mexicanas NOM-PA-CCAT - 022/93 (NE) Y NOM-PA-CCAT 023/93 (NE), o su equivalente cuando se publiquen como definitivas.

### D. SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPORES

En un conjunto de accesorios, tuberías, conexiones y equipos especialmente diseñados para recuperar y evitar la emisión de vapores de gasolina, producidos en la operación de transferencia de este combustible, en las estaciones de servicio; que de otra manera serían emitidos libremente a la atmósfera. El control de las emisiones de vapor de gasolina en las estaciones de servicio se divide en dos fases denominadas Fase I y Fase II.

**SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPORES FASE I.-** Consiste en la instalación de accesorios y dispositivos para la recuperación de vapores de gasolina durante su transferencia del auto tanque al tanque de almacenamiento de combustible de la estación de servicios de autoconsumo, los vapores recuperados son transferidos del tanque de almacenamiento hacia el auto tanque y finalmente se llevan a la terminal de distribución de PEMEX- Refinación para su tratamiento.

**SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPORES FASE II.-** Comprende la instalación de accesorios y dispositivos para recuperar y evitar la emisión a la atmósfera de los vapores de gasolina generados durante la transferencia del combustible del tanque de almacenamiento de combustible de la estación de servicio al vehículo automotor, los vapores recuperados son transferidos desde el tanque del vehículo hacia el tanque de almacenamiento de la estación de servicios, en su caso los vapores excedentes que no puedan ser recuperados mediante un sistema de procesamiento de vapores para evitar su emisión a la atmósfera.

Considerando las condiciones del terreno y el número de dispensarios que tenga cada estación de servicios, se podrá utilizar una línea para recuperación de vapores por cada producto de gasolina magna, o una sola línea de retorno siempre y cuando la línea de retorno de vapores llegue a cualquier tanque de gasolina con o sin plomo, aun cuando todos los tanques se interconecten entre sí.

Debido a que se trabaja con sistemas cerrados es necesario que las estaciones de servicios cuenten con la instrumentación adecuada (sistema de control de inventarios y válvulas de sobrellenado), que eviten el derrame en el llenado de tanques de almacenamiento que puedan contaminar la gasolina magna.

Las líneas de recuperación de vapores antes de llegar a los dispensarios deben tener una válvula de corte rápido (Shut Off), la cual debe ser instalada y asegurarse de tal manera que quede al mismo nivel de piso terminado del basamiento del módulo de despacho, para garantizar su operación en caso de ser necesario.

## *Consultoría Especializada*

---

Las instalaciones del sistema de recuperación de vapores son obligatorias y deberá realizarse siguiendo las instrucciones y recomendaciones de la firma de ingeniería responsable de la instalación de este sistema.

El sistema de recuperación de vapores que se instale en las estaciones de servicio debe contar con la certificación del Instituto Mexicano del Petróleo.

Las tuberías que conforman este sistema, deben cubrir las dos fases para la recuperación de vapores.

Los dispensarios deben contar con pistolas y mangueras despachadoras con tuberías de recuperación de vapor para el sistema de recuperación de vapores balanceado, normalmente se utilizara pistolas con capucho de material flexible y resistente a los hidrocarburos.

Para el sistema de recuperación de vapores asistido, el diseño de la pistola corresponderá a las características del diseño de este sistema.

### **SISTEMAS:**

La recuperación de vapores de la primera fase, puede efectuarse por cualquiera de los siete sistemas:

- **DOS PUNTOS.**- en este sistema el producto es vaciado por una línea hacia el tanque de almacenamiento y los vapores son recuperados en el autotanque por otra línea independiente.
- **COAXIAL.**- el tanque debe contar con un accesorio que se encuentre en disposición COAXIAL respecto al tubo de llenado que permita simultáneamente la recuperación de vapor del tanque y el llenado de producto del mismo.

En cualquiera de los casos el diámetro de los accesorios debe ser de 3".

### **TUBERIAS DE PRODUCTO, RECUPERACION DE VAPORES Y LÍNEAS DE VENTILACIÓN**

#### **A. MATERIALES DE FABRICACIÓN**

Las tuberías para el manejo de producto, deben cumplir con el principio de doble contención y pueden ser de los materiales que se especifican a continuación para los dos contenedores: contenedor primario y contenedor secundario.

- ACERO AL CARBÓN / POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.
- ACERO AL CARBÓN / FIBRA DE VIDRIO.
- FIBRA DE VIDRIO / FIBRA DE VIDRIO
- MATERIAL TERMOPLÁSTICO / POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.

#### **SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPORES: MATERIAL DE DIÁMETRO.**

Para el sistema de recuperación de vapores que se instale en la estación de servicios, únicamente se emplearán tuberías de fibra de vidrio o acero al carbón, no debiendo usarse tuberías flexibles. Para la unión u cambio de dirección de tuberías no metálicas se deben utilizar accesorios fabricados especialmente para cada uno de los casos.

La instalación de tuberías y accesorios deben efectuarse de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes.

Cuando se instalen tuberías metálicas, los accesorios y válvulas deben ser de las mismas características que aquellas y estar diseñadas de acuerdo a la clasificación de ANSI en clase 150.

Por ningún motivo se acepta la instalación de tubería Galvanizada para el manejo de producto.

#### **B. CONEXIÓN DE TUBERÍAS**

Cuando las tuberías para manejo de productos sean no metálicas de doble pared, se deben unir por medio de adaptadores especificados aprobados por UL VIO UL

La unión de tuberías de acero con tuberías de fibra de vidrio de extremos roscados, se efectuara a través de adaptadores, los cuales deben estar unidos al tubo de acero o accesorio antes de unirlo al tubo no metálico.

# Consultoría Especializada

---

## C. EXCAVACIONES

Cuando las tuberías sean de doble pared, metálica y no metálicas, para manejo de productos y de pared sencilla para recuperación de vapores; así como metálicas para el aire y el agua, pueden ser instaladas sin trincheras.

La profundidad y dimensiones de las excavaciones para la instalación de la tubería, dependerá del terreno y del proyecto.

## D. TRINCHERAS

Cuando las condiciones del proyecto así lo requieran, se podrán construir opcionalmente trincheras para las tuberías de producto, recuperación de vapores y servicios, las cuales deben ser de concreto armado, recubierto en su interior con aplanado de mortero cemento- arena.

La cubierta o tapa de las trincheras debe ser de concreto armado, debiéndose colocar en forma independiente del piso terminado, para facilitar el acceso a las tuberías en caso de reparación.

Las dimensiones de las trincheras deben estar supeditadas al número y diámetro de las tuberías que en ellas se alojen. La profundidad de estas será definida bajo las consideraciones de que las tuberías colocadas en ellas estarán como mínimo 50 cm. por debajo del nivel del piso terminado y debe aumentar su profundidad de acuerdo a la pendiente de las mismas.

Cuando en una misma trinchera se alojen tuberías de combustible, recuperación de vapores, aire y agua, estas últimas podrán instalarse a un costado o por encima de las primeras con un separación entre ellas de 100mm (4") mínimo.

## E. DIAMETROS

Los diámetros de las tuberías deben estar determinados por las necesidades específicas del proyecto.

# Consultoría Especializada

## VII.2.- En el caso de gasoductos de competencia estatal;

se indicará la longitud desde la entrada a la planta hasta el último ramal, el diámetro, la presión, el espesor de la tubería, la descripción de terreno a través del cual será construido y en un plano se indicará el trazo del gasoducto, así como el derecho de vía;

No aplica ya que la "Estación COMBU-EXPRES, S.A. de C.V." (Gasolinera), será abastecida mediante auto tanques y no a través de ductos estatales o federales.

## VII.3.- Se deberán describir los compresores, turbogeneradores y bombas a utilizar, dependiendo del potencial de riesgo que representen. (En este caso se deberán llenar las Tablas 2., 3. Y 4.);

Tabla 2. Compresores

Número de identificación del compresor	Capacidad Nominal 75 psig/rpm	Capacidad real de operación fad/rpm 100 psig	Carga de operación	Sistemas de control y seguridad	Tipo de combustible
N/D	53.0/1020	51.0/1020	415 lbs	ND	Electricidad

Tabla 3. Turbogeneradores

Número de identificación del turbogenerador	Capacidad nominal	Capacidad real de operación	Carga de operación	Sistemas de control y seguridad	Tipo de combustible
NA	NA	NA	NA	NA	NA

Tabla 4. Casa de bombas

Número de identificación de la bomba	Régimen de bombeo	Sistema de control y seguridad
-	50 lts/min	Automatizado

Solamente se contempla la instalación de un compresor, situado en el cuarto de máquinas, mientras que para el caso de las bombas, éstas se ubican en las islas de despacho, considerándose la instalación de dos isletas para el despacho del combustible (Gasolina Magna, Gasolina Premium y Diesel).

# Consultoría Especializada

---

## VII.4.- Almacenes

Indicar para cada uno de ellos su ubicación, dimensiones, capacidad y productos que serán almacenados, tipo de instalación eléctrica, red contra incendio, tipo de estanterías y montacargas, equipo de manejo, estructuras de protección y control, etc. Además se anexará un croquis en el que se indique la forma en que se colocarán los materiales;

No se tiene considerado un almacén como tal, sin embargo, dentro del cuarto de limpios podrán ser almacenados los productos exhibidos en los dispensarios de las islas de despacho (aceites, líquido de frenos, anticongelante y aditivos), así como los productos utilizados para la limpieza de las instalaciones.

### • Residuos sólidos que serán generados

a) **Del consumo de alimentos por los trabajadores.**- El patrón de consumo de los empleados genera desechos sólidos se estima a razón de 200 grs. por trabajador día, consistentes en:

- Envases de plástico
- Envases de aluminio
- Envolturas de comida chatarra
- Papel
- Residuos de comida (materia orgánica)

b) **Del proceso de comercialización.** Residuos impregnados con grasas o gasolina.

c) **Del mantenimiento de la maquinaria, equipo e instalaciones.** De esta actividad se desprenden estopas, franelas u otros, impregnados de aceites y grasas en pequeñas cantidades, ya que su mantenimiento es mínimo el promedio es de 2 a 3 Kg./mes.

### • RESIDUOS LÍQUIDOS

No existen residuos líquidos como resultado del proceso de comercialización de gasolina, diésel, lubricantes y aditivos. Los residuos líquidos generados provienen del funcionamiento de los servicios sanitarios así como del mantenimiento y limpieza de la estación de servicios.

# Consultoría Especializada

---

## Metodología usada para su clasificación

El proceso utilizado en la identificación de residuos se basa en la guía para manifestaciones de impacto ambiental en su modalidad de nivel general "B" IEE, y en la Gaceta Ecológica emitida por la Secretaría de Desarrollo Social.

## Sistema y Tecnología de control y tratamiento.

La cantidad acumulada corresponde a 35 Kg./ semana aproximadamente, estos serán almacenados de forma temporal en bolsas de polietileno de tamaño grande (90x60 cm) con cinta de amarre, almacenadas en el contenedor de basura proyectado, para posteriormente, ser enviadas al relleno sanitario municipal.

## Disposición Final

Los residuos sólidos generados provienen del consumo de alimentos de los trabajadores, los generados en oficinas o áreas administrativas y sanitarios, por lo que su disposición final es a través de la empresa recolectora.

Los residuos de materiales impregnados con grasa o gasolina, serán almacenados por separado, en lugares ventilados y su disposición final será mediante empresas especializadas en residuos de esas características

### **VII.5.- Talleres y áreas de mantenimiento**

*Indicar para cada uno de ellos su ubicación, dimensiones, equipo o maquinaria que estará en cada taller y el tipo de servicios que se ofrecerán;*

No aplica ya que la "**Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.**" (Gasolinera), no contara con áreas de talleres ni mantenimiento.

### **VII.6.- Tanques**

*Indicar número de tanques subterráneos y superficiales, indicando capacidad de almacenamiento y material que contendrán, así como vida útil y demás especificaciones técnicas de los mismos y los sistemas de control (muros de contención, fosas, trinchera, etc.);*

Se contara con tres tanques de las siguientes características:

Tanque cilíndrico horizontal, doble pared, con espacio anular definido, acero al carbón / resina poliéster reforzada con fibra de vidrio, dos de los tanques de almacenamiento serán con una capacidad de 40,000 lts., y el tercer tanque será con capacidad de 60,000 lts., por lo que la capacidad de almacenamiento será de

# Consultoría Especializada

---

la siguiente manera:

Gasolina Magna	60,000 lts.
Gasolina Premium	40,000 lts.
Diésel	40,000 lts.

## GENERALIDADES

### A CODIGOS APLICABLES

Los tanques descritos en estas especificaciones deben ser de doble pared y cumplir con lo especificado en los códigos y estándares que se indican a continuación:

ASTM	AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS.
API	AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE.
NFPA	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION.
STI	STEEL TANK INSTITUTE.
UL	UNDERWRITERS LABORATORIES INC. (E.UA)
ULC	UNDERWRITERS LABORATORIES OF CANADA.

Las entidades antes señaladas reglamentan, entre otros conceptos. Los siguientes:

- Procedimiento de fabricación.
- Materiales de fabricación.
- Protección contra corrosión.
- Protección contra incendio.
- Pruebas de hermeticidad.
- Almacenamiento de líquidos.
- Instalación.
- Boquillas.
- Refuerzos.
- Operación.
- Detección de fugas.

### B REQUERIMIENTOS GENERALES DE DISEÑO

Todos los tanques enterrados para almacenamiento de combustibles deben cumplir con el criterio de doble contenedor, en apoyo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente, para evitar la contaminación del subsuelo.

El contenedor secundario debe ser construido con materiales de suficiente espesor, densidad y composición, de forma que prevenga el debilitamiento estructural (fatiga mecánica) y el ataque químico (envejecimiento), como

# Consultoría Especializada

---

consecuencia del posible contacto con hidrocarburos derramados por el tanque primario.

El diseño de los tanques debe ser el apropiado para que siempre sea posible monitorear el espacio entre el tanque primario y el tanque secundario, para garantizar la ausencia total de fugas en ambos recipientes.

El fabricante debe suministrar, junto con el tanque, un sistema altamente confiable de monitoreo para el control de fugas y así garantizar el control de la integridad de los tanques primario y secundario.

El sistema de monitoreo que se instale en el espacio anular, debe ser de tal forma que el tanque en su conjunto pueda revisarse contra fugas de manera inmediata, a lo largo de toda su vida útil, para lo cual se deberá colocar en la parte más baja del tanque.

El sistema empleado debe proporcionar una lectura permanente que indique el buen estado del sistema. Los tanques deben ser estampados bajo autorización de UNDERWRITERS LABORATORIES, garantizando el cumplimiento de las normas UL-1746 o UL-1316.

Es imprescindible que los tanques tengan una entrada de hombre para futuras inspecciones y limpieza interior. Por ningún motivo podrá suministrarse un tanque sin este elemento.

Además debe contar con un dispositivo para purgar el agua acumulada en su interior por condensación, de acuerdo a lo señalado en el punto de dispositivo de purga.

## C ACCESORIOS

La nueva tecnología en la fabricación de tanques para evitar la contaminación del subsuelo, así como la necesidad de evitar la libre emisión de vapores de gasolina a la atmósfera, hacen obligatoria la instalación en los tanques de accesorios que faciliten el cumplimiento de lo señalado. Los accesorios que se instalen en estos tanques, son en términos generales los siguientes:

1. Accesorio para monitoreo en espacio anular de los tanques.
2. Dispositivo para evitar el sobrellenado.
3. Dispositivo para recuperación de vapores en autotanques (fase I).
4. Dispositivo para sistema de control de inventarios.
5. Dispositivo para purga del tanque.

## Consultoría Especializada

---

Los accesorios antes listados deben cumplir con los requerimientos señalados por UNDERWRITERS LABORATORIES (UL) y deben instalarse en registros o contenedores especiales que no permitan el contacto directo con la losa de concreto.

Para el caso específico del dispositivo de llenado, el contenedor debe tener un sistema de drenado de combustibles hacia el tanque.

Como complemento a lo anterior, es necesario que los tanques de almacenamiento cuenten con los accesorios adecuados para la instalación de la bomba sumergible para el suministro de producto. La bomba debe tener integrado un interruptor que pare el motor cuando se presente una variación de presión fuera de su rango de operación.

### D INSTALACIÓN

Los tanques de almacenamiento para líquidos inflamables, deben estar aprobados por UNDERWRITERS LABORATORIES (UL) y contar con el estampado respectivo.

En las estaciones de servicio podrán instalarse tanques del tipo superficial, en lugar de tanques subterráneos, siempre y cuando las condiciones del terreno dificulten la instalación de estos últimos.

Para lo anterior, debe contarse con la previa autorización por escrito de PEMEX-Refinación y la presentación por parte del interesado del estudio de mecánica de suelos que determine esta situación, así como apegarse a lo indicado en el punto de tanques superficiales.

La instalación de los tanques debe hacerse de acuerdo a los lineamientos generales marcados en las presentes especificaciones y a las indicaciones particulares de cada fabricante, así como a lo indicado en el código NFPA 30, 30 a y 31.

Todos los tanques deben estar sujetos a pruebas de hermeticidad realizadas por el fabricante, quien debe extender al cliente el certificado correspondiente, en donde se indiquen las características de las pruebas efectuadas a los tanques. Los tanques serán instalados directamente en la excavación que para tal efecto se lleve al cabo, de acuerdo a lo señalado en el punto de excavaciones.

# Consultoría Especializada

## FABRICACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO PARA LÍQUIDOS INFLAMABLES

### A CARACTERÍSTICAS DE LOS TANQUES

Los requerimientos presentados en este capítulo aplican a los tanque de almacenamiento de líquidos inflamables, los cuales deben ser del tipo cilíndrico horizontal atmosféricos, por lo que deben contar con una abertura de ventilación a la a atmósfera.

### B MATERIALES DE FABRICACIÓN

Los tanques de almacenamiento para líquidos inflamables de doble pared, deben ser del tipo "tanque enchaquetado" de los materiales que se presentan a continuación:

#### Contenedor Primario / Contenedor Secundario

1. Tanques de acero al carbón / fibra de vidrio.
2. Tanques de acero al carbón / polietileno de alta densidad.
3. Tanques de fibra de vidrio / fibra de vidrio.

Los materiales y procedimientos de fabricación para los tanques de almacenamiento enterrados de doble pared, indicados en los tres casos anteriores deben cumplir con los códigos internacionales indicados en el punto de códigos aplicables, que regulan tales disposiciones, y con los requerimientos de pruebas señalados por UNDERWRITERS LABORATORIES como se especifica en el UL 1746 para el primero y segundo casos y UL1316 para el tercer caso.

Cuando el contenedor primario sea de acero, debe ser tipo estructural ASTM-A 36 o de calidad superior de acuerdo a lo especificado por UL-58, el espesor mínimo de placa debe ser de acuerdo a lo indicado en la tabla de dimensiones de contenedor primario.

Para el caso de que el contenedor primario sea no metálico, este debe ser de fibra de vidrio y tener un espesor mínimo de 6.35 mm. (1/4").

El contenedor secundario puede ser no metálico independientemente del material del contenedor primario, en cuyo caso el espesor debe ser dimensionado de acuerdo a los requerimientos especificados por UL-58, UL-1316, UL-1746 o la norma vigente que lo regule.

## Consultoría Especializada

El fabricante del tanque debe suministrar al propietario una garantía (respaldada por una memoria de cálculo) que certifique la resistencia mecánica del contenedor secundario, cuando este tenga un espesor menor de 4.76 mm. (3/16").

### C DIMENSIONES Y CAPACIDADES

Las dimensiones del tanque deben estar determinadas por la capacidad del mismo, de acuerdo a lo indicado en la tabla 3.1.

Capacidad Nominal (Litros)	Dimensiones de Contenedor Primario	
	Diam. Int. Max. (Mm)	Espesor(mm)
<b>40,000</b>	<b>3,200</b>	<b>6.35</b>
50,000	3,660	7.94
<b>60,000</b>	<b>3,660</b>	<b>7.94</b>
80,000	3,660	9.52
100,000	3,660	9.52

(La longitud del contenedor primario no debe ser mayor a seis diámetros)

### D PLACAS DE DESGASTE

Deben ser localizadas en el interior del tanque exactamente debajo de todas las boquillas y sus dimensiones serán de acuerdo al material del contenedor primario:

#### Contenedor Primario Metálico:

Las placas de desgaste deben ser de acero y estar soldadas en la parte interior e inferior del tanque, de acuerdo a las características que marque el fabricante y con un espesor mínimo de 3.2 mm (1/8"). Las placas de desgaste deben tener 229 mm. (9") de ancho y un mínimo de 0.09 m<sup>2</sup> (1 pie 2) de área.

Por ningún motivo se aceptara la exclusión de dichas placas.

### Contenedor primario no metálico:

Las placas de desgaste deben ser de acero con un mínimo de 1.6 mm. (1/16") de espesor. Estas placas deben tener 229 mm (9") de ancho y un mínimo de 0.09 m<sup>2</sup> (1pie 2) de área.

La instalación de las placas de desgaste respecto a los tubos sumergidos en los tanques.

### E CONEXIONES DE TUBERÍAS (BOQUILLAS)

Las boquillas para los tanques "tipo enchaquetado" indicados en el punto 3.2.B, deben cumplir con los siguientes requerimientos:

En los tanques "tipo enchaquetado" de acero, las conexiones de tuberías deben ser a base de coples rascados estándar, bridas roscadas, medios nipples estándar o bridados con tornillos y empaques.

Cuando el contenedor primario sea no metálico las boquillas deben ser del mismo tipo que lo indicado anteriormente excepto que se unirán al tanque de acuerdo a los procedimientos marcados por el fabricante.

Todas las boquillas deben localizarse en la parte superior del cuerpo del tanque, sobre la línea longitudinal del cilindro y/o sobre la tapa de la entrada hombre.

La distancia mínima entre ejes de dos boquillas debe ser de 450 mm., cuando estas estén localizadas fuera de la entrada de hombre.

Cuando se instalen las boquillas sobre la tapa de la entrada hombre, el número de estas será determinado por el fabricante del tanque.

Las boquillas deben ser de acero de acuerdo al código UL 58 y la longitud mínima de cuerda será la especificada en la siguiente tabla.

## Consultoría Especializada

Conexiones de Tuberías			
Diámetro Nominal de Tuberías		Longitud Mínima de Cuerda	
Milímetros	(Pulgs)	milímetros	(Pulgs)
3.2	(1/8)	6.4	(1/4)
6.4	(1/4)	9.5	(3/8)
12.7	(1/2)	12.7	(1/2)
19.1	(3/4)	15.9	(5/8)
25.4	(1)	15.9	(5/8)
31.7	(1¼)	17.5	(11/16)
38.1	(1½)	19.1	(3/4)
50.8	(2)	19.1	(3/4)
63.5	(2½)	25.4	(1)
76.2	(3)	25.4	(1)
101.6	(4)	28.6	(1 1/8)
152.4	(6)	31.7	(1 1/4)
203.2	(8)	34.9	(1 3/8)

Las proyecciones de las boquillas desde el tanque al nivel de piso terminado, deben ser recubiertas para su protección mecánica y anticorrosiva, como se indica en el punto de tuberías de producto, protección.

Para proteger las cuerdas y evitar la entrada de materiales extraños al tanque durante su almacenaje y transporte, las boquillas deben taparse con cubiertas metálicas, tapones de madera o su equivalente.

### F ENTRADA DE HOMBRE

La entrada de hombre debe estar localizada en la parte superior del tanque de almacenamiento y su cubierta se fijara mediante tornillos. Los cuales deben ser de 12.7 mm. (1/2") de diámetro como mínimo, debiendo estar distribuidos 102 mm (4") entre centros como máximo.

La cubierta de la entrada debe proporcionarse con empaques de material suave, resistentes a los vapores de hidrocarburos y estar debidamente aprobados por UNDERWRITERS LABORATORIES; debiendo contar con un espesor mínimo de 3.2 mm. (1/8").

### **G DISPOSITIVO DE PURGA**

Todos los tanques deben llevar sin excepción un dispositivo de purga con las siguientes características:

Debe colocarse en uno de los extremos superiores del tanque hacia donde marque la pendiente, la cual será del 1%.

Debe estar constituida por una boquilla con diámetro de 2", donde se conectara a un tubo del mismo diámetro que debe partir del nivel de piso terminado hasta tres pulgadas (3") antes del fondo del tanque.

Este tubo servirá de guía para introducir en el, una manguera que se conectara a una bomba que succionara el agua que se llegue a almacenar por condensación.

El extremo superior del tubo guía tendrá una tapa de cierre hermético, con la finalidad de evitar las emanaciones de vapores de hidrocarburos al exterior, contando además a nivel del piso terminado con un registro con tapa, para poder realizar la maniobra de succión correspondiente.

### **H JUNTAS PARA SOLDADURAS EN PLACAS Y TAPAS**

Los cordones de soldadura deben cumplir con lo indicado por el código UL 58, tanto para la unión de placas que forman el cilindro del tanque, como para la unión de tapas con el cuerpo.

Las tapas de los tanques (cabezas) deben ser construidas con un máximo de cuatro (4) piezas, para diámetros de 3.0 a 3.66 mts.

#### **Pruebas de Fabricación**

Son aquellas que se efectúan en el taller para confirmar la hermeticidad y resistencia mecánica del tanque, y de las cuales el fabricante debe entregar al comprador la garantía de que se aplicaron bajo los códigos NFPA 30 (última edición), UL 58 y UL 1746, cuando sea metálico y bajo el código UL 1316 cuando sea de fibra de vidrio.

## J PROTECCIÓN ANTICORROSIVA INTERNA

Cuando el contenedor primario sea metálico, opcionalmente podrá tener en el interior, en su mitad inferior un recubrimiento primario de zinc 100% inorgánico poscurado RP-3 con una capa de 3 milésimas de espesor.

La aplicación de dicho primario será limpiando el tanque con chorro de arena, acabado comercial.

## 3.3 INSTALACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO PARA LÍQUIDOS INFLAMABLES

Las siguientes disposiciones de instalación son aplicables para tanques de almacenamiento de líquidos inflamables que vayan enterrados, independientemente del material con el que estén fabricados y sin contravenir el requerimiento de doble contención.

## A EXCAVACIONES

Se debe proporcionar un claro mínimo de 50 cm., relleno con gravilla o arena inerte a la corrosión, entre las paredes y tapas del tanque y la excavación.

La excavación debe ser lo suficientemente profunda en donde se debe depositar un relleno mínimo de 30 cm. de gravilla o arena

Inerte a la corrosión bajo el tanque, independientemente de que se instale o no elementos de concreto para su anclaje.

Se debe proporcionar un relleno mínimo de 30 cm. de gravilla o arena inerte a la acción corrosiva entre tanque y tanque cuando estos sean colocados dentro de una misma excavación.

La profundidad de la excavación para la instalación del tanque dependerá de la pendiente requerida para las líneas de recuperación de vapores, de producto y de la distancia que exista de los tanques al dispensario más alejado a estos.

## B COLOCACION

La profundidad de instalación de los tanques puede variar dependiendo de si exista o no tráfico sobre de estos.

## Consultoría Especializada

---

En áreas que no estén sujetas a tráfico, la profundidad no debe ser menor de 90 cm. (36").

En áreas sujetas a tráfico regular, la profundidad no debe ser menor a 125 cm. (48").

En ambos casos la profundidad estará medida a partir del lomo del tanque hasta el nivel del piso terminado, incluyendo el espesor de la losa de concreto armado del propio piso.

En caso de que el nivel freático se encuentre cerca de la superficie del terreno, se deben fijar los tanques de almacenamiento mediante cables de acero sujetos a anclas de concreto las cuales deben ser construidas a todo lo largo del tanque garantizando mediante el cálculo respectivo la estabilidad de la instalación (no flotación) de los tanques de almacenamiento.

Un tanque enterrado nunca debe ser instalado directamente sobre elementos rígidos de concreto, o de cualquier otro material.

Cuando el tanque sea bajado o movido dentro de la excavación debe evitarse impactos entre el tanque y cualquier otro material.

Cuando se instalen más de un tanque de almacenamiento, se debe colocar gravilla o arena inerte a la corrosión alrededor de cada tanque para prevenir movimientos.

La distancia que debe existir entre la colindancia del predio y el límite de la excavación de los tanques de almacenamiento deberá contar como mínimo de 1.50 mts. con o sin caja de concreto.

Después de ser instalados los tanques de almacenamiento en las fosas, se deberá verificar la hermeticidad del segundo contenedor checando el vacío en el vacuómetro.

Cuando la resistencia del terreno presente las características de suelo inestable de acuerdo al estudio previo de mecánica.

# Consultoría Especializada

---

## VII.7.- Recipientes a presión

*Indicar número de recipientes a presión, señalando capacidad y productos que almacenarán, así como vida útil y demás especificaciones técnicas de los mismos y los sistemas de control (válvulas de alivio, etc.);*

Los tanques de almacenamiento de combustibles, son a doble pared, el tanque interior, se encontrará verificado a prueba de fugas, con una presión neumática de 0.35 km/cm<sup>2</sup> (5.0 lbs/plg<sup>2</sup>)

La vida útil del tanque es de 15 años, si se le da un mantenimiento adecuado y se hace un cambio de válvulas al finalizar este periodo, se agregan 5 años más de vida, lo que hace un total de 20 años de vida útil del tanque, sin embargo las gasolineras están en constantes revisiones por parte de PEMEX y la PROFECO, por lo cual, de ser necesario se harán los cambios que estas instancias indiquen en su momento.

### Especificaciones técnicas:

1. Los recipientes de almacenamiento deberán cumplir con la Normatividad en vigor.
2. Los recipientes deberán instalarse a las distancias mínimas establecidas en la norma correspondiente con su respectiva conexión a tierra.
3. Si antes o durante la maniobra de la instalación de un recipiente de almacenamiento se le cause daños que afecten su integridad se deben efectuar pruebas para comprobar o verificar su condición.
4. Todas las entradas y salidas para líquido y vapores de los recipientes deben protegerse con válvulas de exceso de flujo o válvulas de no retroceso, dependiendo de la función a desarrollar excepto las de seguridad, manómetro y de máximo llenado.
5. No se debe soldar al cuerpo de los recipientes de almacenamiento ningún aditamento adicional a los originales de fábrica.
6. Los medios coples para drenaje del recipiente siempre deben estar provistos de válvulas de exceso de gasto, de corte manual y tapón.
7. Las válvulas de seguridad instaladas en los recipientes deberán ser del tipo y capacidad indicada en la normatividad vigente, de acuerdo al recipiente.
8. Los recipientes se instalarán de materiales incombustibles a una de tal manera que permita la fácil operación y mantenimiento de sus válvulas.
9. Las bases de sustentación deberán diseñarse y construirse de acuerdo a las especificaciones del reglamento de construcción vigentes.
10. La ubicación de los recipientes se harán en áreas libres de construcciones o en áreas ventiladas y a la intemperie.

## **Consultoría Especializada**

---

11. Los linderos del área del tanque deberán circundarse de tal manera que permitan la adecuada ventilación o bien en puntos opuestos y acceso restringido al personal no autorizado.
12. Debe contar con bitácora donde conste el mantenimiento e inspecciones que se le proporcionen al recipiente, accesorios e instalaciones.

Deberá inspeccionarse anualmente la instalación por un perito responsable quién determinará si esta sigue cumpliendo con las medidas de seguridad y funcionalidad requeridas por la normatividad vigente.

Se contará además con un equipo hidro neumático con capacidad de 120 galones, así como con un compresor con una bomba de 5 Hp.

### **VII.8.- Calderas y calentadores**

*Indicar el número total de calderas y/o calentadores que se instalarán en la planta, señalando su ubicación, capacidad, tipo de combustible que utilizará y tiempo aproximado de operación diaria, así como vida útil y demás especificaciones técnicas de los mismos y los sistemas de control.*

No aplica este punto, en la realización de la **"Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera).**

# Consultoría Especializada

## VIII.- SERVICIO MÉDICO Y DE RESPUESTA A EMERGENCIAS.

Indicará su ubicación, las características de los servicios que ofrecerá, el equipo (médico, de bomberos y atención a emergencias) con el que contará, una breve descripción de las instalaciones y de los fármacos o antídotos para atender los envenenamientos o intoxicaciones por exposición a las sustancias empleadas en el proceso. No se deberá incluir información sobre los medicamentos, materiales de curación, limpieza y capacitación, solo de los equipos solicitados y demás relevantes.

SERVICIO	DISTANCIA	DIRECCIÓN	TELÉFONO
BOMBEROS	3.4 km.	BLVD. CONSPIRACIÓN S/N.	(415) 152 8888 (415) 152 3699
EMERGENCIAS	3.4 km.	BLVD. CONSPIRACIÓN S/N.	(415) 152 0911
CRUZ ROJA	1.7 km.	LIBRAMIENTO JOSÉ ZAVALA ZAVALA S/N	065 066 (415) 152 1 616 (415) 152 4121
PROTECCIÓN CIVIL	4.9 km	CARRETERA SAN MIGUEL DE ALLENDE – QUERÉTARO	(415) 152 8964
HOSPITAL GENERAL	4.0 km.	1 O. DE MAYO S/N, COLONIA IGNACIO RAMÍREZ	(415) 152 0045 (415) 152 6015

**NOTA:** Las distancias fueron tomadas considerando la ruta de traslado desde las instalaciones del cuerpo de emergencia, hasta el área del proyecto.

Las características de los servicios de emergencia, son las necesarias de acuerdo a las características que demanda el municipio.

### Anexo 14 Atención a Emergencias

# Consultoría Especializada

## IX.- VINCULACIÓN CON EL ENTORNO.

### IX.1.- Colindancias del terreno;

Describir con respecto a los cuatro puntos cardinales del sitio, y en un radio mínimo de 500 metros, las actividades que se desarrollan en los predios colindantes, dando especial énfasis a las que pudieran vincularse con el proyecto. Anexar fotografías con pie de foto que ejemplifiquen lo descrito;

Las colindancias predominantes corresponden a:

Las colindancias descritas son conforme a la escritura pública Escritura No. 36717, Volumen CCXCV, del 16 de julio de 2014, la cual describe un polígono cuya superficie abarca **680.25 m<sup>2</sup>**, con las siguientes medidas y colindancias:

Ubicación colindante	Uso de suelo actual	Observación
AL NORTE: Angelina Valdez Ortega	Taller	Inmueble totalmente bardeado y con techado
AL SUR: Calzada de la Estación	Vialidad Primaria	Vialidad con camellón central, en buenas condiciones
AL ORIENTE: Calle Héroes	Vialidad	Vialidad de terracería
AL PONIENTE: Elvira Echalar	Predio urbano sin uso específico	Predio en estado de abandono



Al fondo de la imagen se observan las colindancias norte y poniente del predio

# Consultoría Especializada

---



Vialidad en la colindancia oriente del predio



Colindancia sur con Av. Calzada de la Estación

## Consultoría Especializada

---

### **IX.2.- Asentamientos humanos e infraestructura de riesgo;**

Describir los asentamientos humanos y su densidad demográfica, así como la infraestructura de riesgo existente en el área de estudio y señalar su ubicación respecto al sitio donde se desarrollará el proyecto en un radio mínimo de 500 metros. Se recomienda utilizar planos digitalizados que contengan esta información;

El área de estudio se encuentra dentro del centro urbano de San Miguel de Allende, en una zona donde la presencia de la Calzada de la Estación, así como la Central de Autobuses, han sido un factor detonante para la existencia de giros comerciales y de servicio.

En el caso de los asentamientos humanos cercanos al predio, estos corresponden a algunas de las colonias de la ciudad de San Miguel de Allende, Gto. entre las cuales encontramos a las siguientes:

- Colonia Olimpo
- Col. Lindavista
- Col San Martín
- Col. San Rafael
- Col. Héros
- Anexo Santa Julia
- Barrio Las Cuevitas
- Col. San Antonio
- Fraccionamiento Los Mezquites
- Fraccionamiento Misión de la Estación

### **Anexo 15 Asentamientos Humanos**

# Consultoría Especializada

---

## **IX.3. Factores Meteorológicos**

### *Velocidad y vientos dominantes:*

Para el desarrollo del proyecto se utilizaron dos fuentes diferentes, la primera corresponde a la estación climatológica La Begoña, la cual solo publica datos de temperatura y precipitación pluvial, teniendo registros de más de 20 años.

La segunda fuente correspondió a la Estación La Mina, integrada a la Red de Estaciones de la Fundación Guanajuato Produce A.C., de donde se obtuvieron datos de humedad relativa, velocidad y dirección del viento para el periodo comprendido del 24 de Enero de 2014 a 24 de Enero de 2015, a continuación se muestran el valor de los promedios de velocidad y dirección del viento;

Velocidad del Viento : 4.09 km/h. = 1.14 m/seg.

Dirección del viento: NO - SO

# Consultoría Especializada

## X.- ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

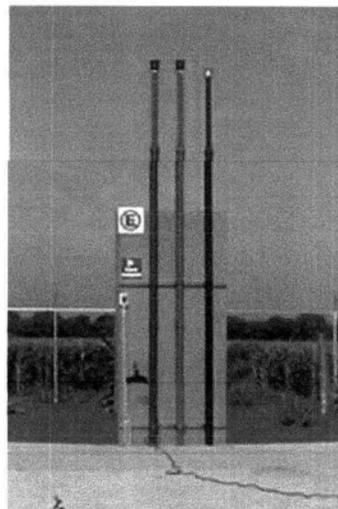
### X.1 ANTECEDENTES DE ACCIDENTES

*Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y, en su caso, acciones realizadas para su atención, (indicar referencias bibliográficas);*

Uno de los accidentes más significativos en México que crearon un antecedente, fue provocado por la presencia de gasolina en el sistema de drenaje en la ciudad de Guadalajara en 1991, lo que provocó una explosión a lo largo de 8 km provocando grandes daños en casas habitación, líneas de drenaje y fundamentalmente en personas. Por tal motivo, las autoridades han tomado cartas en el asunto dentro del ámbito de sus competencias y se ha elaborado un padrón de NTE (Normas Técnicas Ecológicas) que permiten asegurar una prevención de estas contingencias o accidentes que pueden deteriorar al ambiente.

Como antecedentes de accidentes en instalaciones similares, en el municipio de Celaya, Gto., se tiene registro de un incendio en el venteo de gasolina, el cual no paso a mayores, únicamente fue un incendio que se atacó con el Extintor que se encuentra en la zona, derivado posiblemente por un mal funcionamiento del sistema de tierras, documentado por la Unidad de Protección Civil de Celaya.

En el Municipio de San Miguel de Allende, se registró un incidente externo a cualquier elemento de la estación de servicio, donde por una falla mecánica, un automóvil particular comenzó a incendiarse dentro de las instalaciones de la Gasolinera El Caracol, el cual fue registrado por la Unidad Municipal de Protección Civil



# Consultoría Especializada

---

## X.1.1 IDENTIFICACION DE RIESGOS

Con base en la ingeniería de detalle, identificar los riesgos en áreas de almacenamiento, comercialización y transporte, mediante la utilización de alguna de las siguientes metodologías: Análisis de riesgo y operabilidad (hazop) y árbol de fallas; análisis de modo falla y efecto (fmea) y árbol de fallas; o la combinación de dos metodologías con características similares a las anteriores, debiendo aplicar las metodologías de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar dicha aplicación, deberá sustentarse técnicamente.

### Análisis HAZOP (hazard and operability studies)

El análisis de riesgos de operación (hazop) es una herramienta utilizada para determinar los puntos (nodos) del proceso en que se pueden presentar riesgos, se identifican las posibles fallas y las acciones requeridas para minimizar el riesgo o mitigar el daño. En el caso de la "**Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.**" (**Gasolinera**), se encuentran varias operaciones en las que el riesgo de falla puede presentarse, estas son cuando el autotanque deposita el combustible en el tanque de almacenamiento (trasiego); cuando el operador despacha combustible a los clientes y finalmente el ocasionado por accidentes automovilísticos. A continuación se presenta la tabla resumen del estudio HAZOP.

# Consultoría Especializada

## Estudio HAZOP

### Operación de Despacho de Combustible a vehículo

Nombre del Proyecto: "Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera)				Fecha Enero 2015	Hoja 1 de 1	Completado	ST
Proceso: Despacho de combustible						Sin acción:	
Sección Área de Despacho de combustible				Plano de Referencia MEC-01 Anexo 11		Documento	ST
Item	Nodo estudiado	Parámetros De proceso	Desviación	Posibles causas	Acción requerida	Asignado a	ST
1	Bomba	Flujo líquido temperatura ambiente	1. Descarga eléctrica  2. No recibe señal de parar  3. Dañada por accidente vial	1. Falla en la instalación eléctrica 2. Sobrecarga en la línea de alimentación  1. Inadecuada instalación eléctrica  2.- Falla en el mecanismo de control  1. Alta velocidad en el área de despacho  2. Falta de barandal de contención 3. Acto de vandalismo	1. Revisar planes de mantenimiento preventivo 1. Verificación de subestación y líneas de alimentación 1. Verificación de continuidad eléctrica 2. Verificación de tierras físicas 1. Mantenimiento periódico 2. Pruebas de operación según plan de verificación. 1. Señalización adecuada de velocidad máxima 10 km/hr 2. Carril de desaceleración de mayor longitud 3. Indicar velocidad máxima en carril de desaceleración 1. Instalar guardas de protección  1. Contar con teléfonos de emergencia 2. Elaborar Plan de Contingencia que contemple actos de vandalismo.	JT	ST

# Consultoría Especializada

## Estudio HAZOP

### Operación de Llenado de Tanques de Almacenamiento

Nombre del Proyecto: "Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera)				Fecha Enero 2015	Hoja 1 de 1	Completado	ST
Proceso: Despacho de combustible							
Sección Área de Despacho de combustible				Plano de Referencia MEC-01 Anexo 11		ST	
Item	Nodo estudiado	Parámetros De proceso	Desviación	Posibles causas	Acción requerida	Asignado a	ST
1	Instalación a tierra	Conducción eléctrica	Sin conexión a tierra	Falla en la conexión a chasis	Revisar instalación a tierra periódicamente	JT	ST
2	Señales de advertencia	Señalética	Realizar operación sin señalización	1. Falta de señalización  2. No se colocan señales de advertencia  3.- No se colocan extintores	1. Adquirir señales portátiles que identifique cuando se realiza la operación de trasiego  1. Establecer procedimiento para trasiego y nombrar responsable de su verificación  1. Considerar la colocación de extintores en el procedimiento de trasiego y verificar su utilización.		ST
3	Tubos de Venteo	Válvula de venteo	Escape de vapores de gasolina	1. Falla en la válvula de escape  2. Ruptura en tubos de venteo	1. Programa de mantenimiento preventivo a válvulas 2.- Calibración periódica de válvula 3. Reemplazo al término de vida útil 4. Mantenimiento preventivo a tubería  1. Prueba de hermeticidad en tuberías 2. Pintura anticorrosivo aplicada periódicamente.		ST

# Consultoría Especializada

## Estudio HAZOP Choque de Auto tanque

Nombre del Proyecto: "Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera)				Fecha Enero 2015	Hoja 1 de 1	Completado	ST	
Proceso: Despacho de combustible								
Sección Área de Despacho de combustible				Plano de Referencia MEC-01 Anexo 11				ST
Item	Nodo estudiado	Parámetros De proceso	Desviación	Posibles causas	Acción requerida	Asignado a	ST	
1	Auto tanque	Traslado de combustible a la estación de servicio	1. Accidente vial	<p>1. Alta velocidad en el área de despacho</p> <p>2.- Falla mecánica de alguno de los vehículos involucrados</p> <p>3. Falta de visibilidad</p> <p>2. Distracción de conductores</p>	<p>1. Señalización adecuada de velocidad máxima 10 km/hr</p> <p>2. Carril de desaceleración de mayor longitud</p> <p>3. Indicar velocidad máxima en carril de desaceleración</p> <p>1. Realizar mantenimiento periódico a los auto tanques, así como a los vehículos particulares</p> <p>2. Mantener en las mejores condiciones posibles, las zonas de circulación vehicular</p> <p>1. Eliminar los elementos que impidan la visibilidad de los usuarios de la estación de servicio.</p> <p>1. Capacitación continua a los operadores de los auto tanques.</p>	JT	ST	

## Estudio HAZOP

### Operación de Despacho de Combustible en una Garrafa

Nombre del Proyecto: "Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera)				Fecha Enero 2015	Hoja 1 de 1	Completado	ST	
Proceso: Despacho de combustible								
Sección Área de Despacho de combustible				Plano de Referencia MEC-01 Anexo 11				ST
Item	Nodo estudiado	Parámetros De proceso	Desviación	Posibles causas	Acción requerida	Asignado a	ST	
1	Bomba	Flujo líquido temperatura ambiente	<p>1. Descarga eléctrica</p> <p>2. No recibe señal de parar</p> <p>3. Dañada por accidente vial</p>	<p>1. Falla en la instalación eléctrica</p> <p>2. Sobrecarga en la línea de alimentación</p> <p>1. Inadecuada instalación eléctrica</p> <p>2.- Falla en el mecanismo de control</p> <p>1. Alta velocidad en el área de despacho</p> <p>2. Falta de barandal de contención</p> <p>3. Acto de vandalismo</p>	<p>1. Revisar planes de mantenimiento preventivo</p> <p>1. Verificación de subestación y líneas de alimentación</p> <p>1. Verificación de continuidad eléctrica</p> <p>2. Verificación de tierras físicas</p> <p>1. Mantenimiento periódico</p> <p>2. Pruebas de operación según plan de verificación.</p> <p>1. Señalización adecuada de velocidad máxima 10 km/hr</p> <p>2. Carril de desaceleración de mayor longitud</p> <p>3. Indicar velocidad máxima en carril de desaceleración</p> <p>1. Instalar guardas de protección</p> <p>1. Contar con teléfonos de emergencia</p> <p>2. Elaborar Plan de Contingencia que contemple actos de vandalismo.</p>	JT	ST	

# Consultoría Especializada

## Estudio HAZOP

### Incendio de Tienda de Conveniencia

Nombre del Proyecto: "Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera)				Fecha Enero 2015	Hoja 1 de 1	Completado	ST
Proceso: Despacho de combustible							
Sección Área de Despacho de combustible				Plano de Referencia MEC-01 Anexo 11			ST
Item	Nodo estudiado	Parámetros De proceso	Desviación	Posibles causas	Acción requerida	Asignado a	ST
1	Instalación eléctrica	Flujo líquido temperatura ambiente	1. Descarga eléctrica	1. Falla en la instalación eléctrica  2. Sobrecarga en la línea de alimentación  3. Inadecuada instalación eléctrica  4. Acto de vandalismo	1. Revisar planes de mantenimiento preventivo  1. Verificación de subestación y líneas de alimentación  1. Verificación de continuidad eléctrica 2. Verificación de tierras físicas  1. Contar con teléfonos de emergencia 2. Elaborar Plan de Contingencia que contemple actos de vandalismo.	JT	

# Consultoría Especializada

## Árbol de Causas

Este método para la cuantificación de riesgos se utiliza para determinar la probabilidad de ocurrencia de un evento.

El cálculo de dichas probabilidades está basado en la determinación de la función de probabilidad de falla, cuyo método se explica en el punto XI.1 y consiste en considerar todos los elementos que son utilizados en el proceso de trasiego y despacho de combustible, cada uno de manera independiente, sobre una matriz de decisión en que se anotan las probabilidades de falla de cada elemento y se calcula la probabilidad de ocurrencia del evento total

## ESCENARIO UNO

Para que este escenario se presente debe ocurrir simultáneamente un descuido del despachador y falla en la bomba, la falla del operador es binomial, lo cual significa que solo tiene dos opciones o está atento o no lo está. En tanto que la falla de la bomba tiene un valor  $\mu$  de 0.42

$$(1-0.76)(0.5) = 0.12 \text{ ocurrencias por año}$$

Evento inicial 0.5

Tiempo entre fallas = 8 años 4 meses

$$(0.42)(0.5) = 0.21 \text{ ocurrencias por año}$$

Tiempo entre fallas = 4 años 9 meses

## ESCENARIO DOS

Para que este evento se presente deben ocurrir simultáneamente las siguientes fallas: la conexión a tierra; descuido del operador; descuido del Jefe de Turno al no disponer de los extintores y accionarlos a tiempo y la presencia de una fuente de ignición.

Las probabilidades son:

Evento inicial 0.5

Conexión a tierra 0.02

Descuido del JT = 0.5

Falla de extintor = 0.05

Fuente de ignición = 0.01

# Consultoría Especializada

$$(0.02)(0.5)(0.05)(0.01) = 0.0000025 \text{ ocurrencias por año}$$

Evento inicial 0.5

Tiempo entre fallas 4001 años

## ESCENARIO TRES

Para que este evento se presente deben ocurrir simultáneamente las siguientes fallas: distracción del operador del auto tanque y el conductor del otro vehículo, Las probabilidades son:

Evento inicial 0.5

Descuido de conductores 0.25

Malas condiciones mecánicas de los vehículos 0.02

Golpe en válvula de seguridad = 0.05

Fuente de ignición = 0.01

$$(0.5)(0.25)(0.02)(0.05)(0.01) = 0.00000125 \text{ ocurrencias por año}$$

Evento inicial 0.5

Tiempo entre fallas 32,000 años

# Consultoría Especializada

---

Dentro de la identificación de riesgos, es importante mencionar que, los escenarios calculados, involucran ya sea un evento con presencia de fuego, o bien la posibilidad de una explosión.

## **Efectos de inflamabilidad**

Es obvio que el contacto directo con una flama de cualquier tipo no es una buena idea durante cualquier período de tiempo prolongado debido a que el calor extremo puede incendiar los materiales combustibles o quemar severamente y destruir el tejido vivo. Lo que puede no entenderse completamente es que el fuego también puede causar daños o lesiones a distancia a través de la transmisión de la radiación térmica, de forma no muy distinta a como el sol calienta la tierra. Tal radiación, la cual es completamente distinta a la radiación nuclear, es más potente sobre la superficie de la flama y se debilita rápidamente al alejarse en cualquier dirección. En consecuencia, durante una fuga mayor de material peligroso en donde se involucre el fuego, los daños a la propiedad y las lesiones a las personas pueden ocurrir no solo en las áreas donde se encuentra el fuego, sino también en la zona que rodea el incendio.

## **Efectos de una explosión**

Además de las lesiones personales y pérdidas materiales causadas por la exposición directa a las sobrepresiones máximas, la onda de choque o impacto tiene el potencial para causar impactos indirectos. Estos efectos secundarios de las explosiones incluyen:

- Fatalidades o lesiones debidas a misiles, fragmentos, y restos en el medio ambiente impulsados por la explosión o por el calor generado.
- Fatalidades o lesiones debidas al movimiento violento de las personas expuestas y su impacto subsecuente contra la superficie del terreno, muros u otros objetos estacionarios.

Las lesiones más comunes en las personas debido a misiles y objetos similares, pueden atribuirse a la violenta ruptura de vidrios y al impacto de los pedazos que salen disparados.

Los fragmentos pueden incluir pedazos de cualquier contenedor que explote y piezas de estructuras o equipos que se sueltan por la explosión y salen volando.

Los restos del ambiente se refieren esencialmente a todo lo demás que haya sido sacado de su lugar.

## Consultoría Especializada

---

También puede considerarse que la categoría entera abarca situaciones en las que la gente se encuentre enterrada bajo los escombros de edificios colapsados y otras estructuras.

### **X.1.2 DETERMINACION DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACION**

*En la aplicación de las metodologías utilizadas, deberán considerarse todos los aspectos de riesgo de cada una de las áreas que conforman la instalación.*

*Para la jerarquización de riesgos se podrán utilizar: Metodologías cuantitativas de identificación de riesgos, sustentadas en criterios de peligrosidad de los materiales, los volúmenes de manejo, las condiciones de operación y/o las características CRETIB de las mismas, o bien, mediante algún otro método que justifique técnicamente dicha jerarquización.*

*Bajo el mismo contexto, deberá indicar los criterios de selección de la(s) metodología(s) utilizadas para la identificación de riesgos; asimismo, anexar el o los procedimientos y la(s) memoria(s) descriptiva(s) de la(s) metodología(s) empleada(s)*

### **Modelación de los eventos probables máximos de riesgo**

Este análisis de Riesgo se realizó con el apoyo del **software SCRI**, el cual se escogió por ser el más adecuado para el análisis de consecuencias por emisiones tóxicas y/o contaminantes. El SCRI se creó a partir del Sistema de Información Rápida de Impacto Ambiental "SIRIA", el cual obtiene una simulación de las consecuencias de la contaminación o de siniestro por fugas de productos tóxicos y/o inflamables o daños de nubes explosivas, basándose primordialmente en técnica de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), el Instituto Americano de Ingenieros Químicos (IACHE), y de la Agencia de Administración Federal de Emergencia de Estados Unidos (FEMA).

El tener los impactos ambientales, evaluación de riesgos y la definición de escenarios de afectación por siniestro y contaminación, permite elaborar planes de contingencia, más reales, disminuir accidentes así como la disminución de la contaminación ambiental.

El modelo de dispersión utilizado para la evaluación de nubes inflamables ("Flas Fire") se basa en el modelo SLAB, desarrollado por Lawrence Livermore National Laboratory de los Estados Unidos.

El modelo se validó extensivamente comparando resultados con tablas del manual (RMP) "Risk Management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis". EPA 550-B-99-009 Abril 1999, para el caso de fuego en derrames, radiación

## Consultoría Especializada

térmica por BLEVE y nubes explosivas. Para radiación térmica por chorros de fuego se validó comparando con tablas de "Guidance Document on Process Hazard Analysis with Risk Assessment for Flammable Substances, August 2004, New Jersey Department of Environmental Protection Bureau of Release Toxic Catastrophe Prevention Act (TCPA) Program.

Los modelos de simulación para el análisis de consecuencia por fuego, explosiones y fugas de combustible se realizaron a través del SCRI FUEGO 1.1 y HAZOP para los eventos:

	<b>Escenario 1 Riesgo de Inflamabilidad</b>
Daño Máximo Probable	<i>Derrame en llenado de <b>Gasolina Magna</b> al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>incendio por fricción</b>.</i>
Daño Máximo Catastrófico	<i>Derrame en llenado de <b>Gasolina Premium</b> al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>incendio por fricción</b>.</i>
	<b>Escenario 2 Riesgo de Explosividad</b>
Daño Máximo Probable	<i>Derrame en llenado de <b>Gasolina magna</b> al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>explosión por acumulación de gases</b>.</i>
Daño Máximo Catastrófico	<i>Derrame en llenado de Gasolina Premium al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>explosión por acumulación de gases</b>.</i>
	<b>Escenario 3 Riesgo de Toxicidad</b>
Daño Máximo Esperado	<i>Derrame en llenado de Gasolina Magna al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>evaporación del combustible</b>, se analizan <b>concentraciones</b> de 100 ppm, 300 ppm, y 500 ppm <b>a una altura de 0.00 m</b>. Derrame en llenado de Gasolina Magna al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>evaporación del combustible</b>, se analizan <b>concentraciones</b> de 100 ppm, 300 ppm, y 500 ppm <b>a una altura de 1.50 m</b></i>
	<i>Derrame en llenado de Gasolina Magna al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con <b>evaporación del combustible</b>, se analizan <b>concentraciones</b> de 300 ppm, 500 ppm, y 1,000 ppm <b>a una altura de 3.00 m</b></i>

# Consultoría Especializada

## X.1.3 IDENTIFICAR ZONAS DE ALTO RIESGO

Determinar los radios potenciales de afectación, a través de aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fugas utilizados en simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones. Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, deberá utilizar los criterios que se indican en la Tabla 5

	<b>Toxicidad (concentración)</b>	<b>Inflamabilidad (radiación térmica)</b>	<b>Explosividad (sobre presión)</b>
Zona de alto riesgo	idlh	5kw/m <sup>2</sup> ó 1,500 btu/pie <sup>2</sup> h	1.0 lb/plg <sup>2</sup>
Zona de amortiguamiento	Tlv8 O tlv15	1.4kw/m <sup>2</sup> ó 440 btu/pie <sup>2</sup> h	0.5 lb/plg <sup>2</sup>

Nota.

1) En modelaciones por toxicidad, deben considerarse las condiciones meteorológicas mas críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, deberá utilizarse estabilidad clase "f" y velocidad del viento de 1.5 m/s.

2) Para el caso de simulaciones por explosividad, deberá considerarse en la determinación de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.

Para la modelación de los diferentes escenarios, se tomaron en consideración los siguientes datos:

Las condiciones climatológicas tomadas para la modelación fueron las que se tienen reportadas para el municipio de San Miguel de Allende.

La humedad, velocidad y dirección del viento, se obtuvieron de los datos publicados por la estación climatológica La Mina, San Miguel de Allende, la cual pertenece a la Red de Estaciones climatológicas de la Fundación Guanajuato Produce A.C., para los cuales se consideró el promedio del periodo comprendido del 22 de enero de 2014 al 22 de enero de 2015.

En el caso de la temperatura, se recurrió a los datos registrados por la Estación La Begoña, misma que se localiza cercana a la zona de estudio, misma que señala una temperatura media anual de 17.6° C

Con lo anterior, se tiene que los parámetros meteorológicos considerados para las diferentes modelaciones son los que se muestran en el siguiente cuadro:

## Consultoría Especializada

PARAMETROS METEREOLÓGICOS CONSIDERADOS	
Temperatura	17.6° C
Humedad relativa	60.86 %
Velocidad del viento	1.14 m/seg.
Dirección del viento	Suroeste (225°)

Los valores de cada una de las sustancias involucradas en los diferentes escenarios modelados fueron tomados de las Hojas de Seguridad emitidas por PEMEX para cada una de estas sustancias (Gasolina Magna, Gasolina Premium y Diesel)

PARAMETROS DE LA SUSTANCIA	
Peso molecular, (de acuerdo a la formula C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	72 kg/mol
Capacidad calorífica del vapor a presión cte	0.00222 J/kg – K
La temperatura de ebullición de la gasolina	298.0 °K
Calor de vaporización a TBP	1,046.7 J/kg
Capacidad calorífica del líquido	0.00222 J/kg – K
Densidad del líquido	0.00076 kg/m <sup>3</sup>
Densidad del líquido (gasolina Magna)	0.68 Kg/lt.
Densidad del líquido (gasolina Premium)	0.76 Kg/lt.

Para determinar la masa del combustible se utilizó la siguiente formula

$$\text{Masa} = (\text{volumen}) \times (\text{densidad}).$$

En donde el volumen se determinó bajo la siguiente formula

$$\text{Volumen} = (\text{Flujo volumétrico}) \times (\text{Tiempo de derrame de la fuga})$$

$$\text{Volumen} = 0.83 \text{ lt./seg.} \times 2 \text{ seg.} = 1.66 \text{ lt}$$

$$\text{Masa (gasolina magna)} = 1.66 \text{ lt.} \times 0.68 \text{ kg/lt.} = 1.13 \text{ kg}$$

$$\text{Masa (gasolina premium)} = 1.66 \text{ lt.} \times 0.76 \text{ kg/lt.} = 1.26 \text{ kg}$$

**Anexo 16** Radios de Riesgo

# Consultoría Especializada

## Escenario 1: Riesgo de inflamabilidad

Daño máximo probable: Derrame en llenado de **Gasolina Magna** al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con incendio por fricción.

Incendio en el área de despacho de la estación de servicio, durante el llenado del tanque de combustible de un vehículo, ante tal evento se formuló un Modelo de Radiación Térmica por una Explosión de Vapor en Expansión por Líquido en Ebullición (BLEVE), en donde se obtuvieron los siguientes radios de riesgo:

Datos:

Caudal de la bomba	= 50 lts/min
Duración de la fuga	= 2 segundos
Volumen derramado	= 1.16 lts
Calor de combustión	= 43,700.00 kJ/Kg
Masa del combustible	= 1.13 kg.
Tiempo de exposición	= 1.00 seg.
Humedad relativa	= 44.00 %
Temperatura	= 18°C

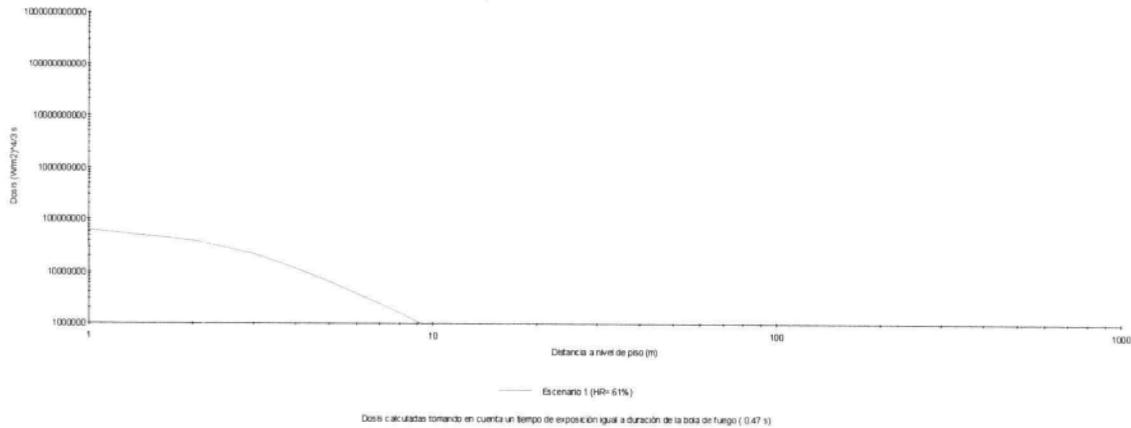
Características de la bola de Fuego

Diámetro de la bola de fuego	6.04 m.
Altura del centro de la bola de fuego	4.53 m.
Duración de la bola de fuego	0.5 seg.

### Gasolina Magna

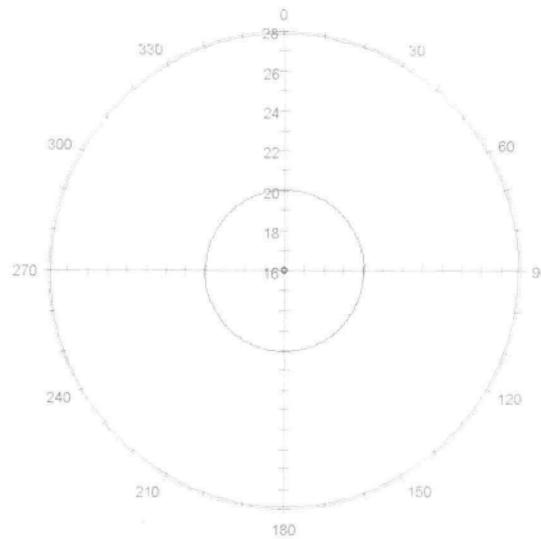
Lesiones por quemadura debido a la radiación térmica			
Radiación	Radio de afectación	Tiempo para dolor severo (seg)	Tiempo para quemadura de 2° grado (seg)
1.40 kW/m <sup>2</sup>	27.88 m	80 seg	425 seg
3.00 kW/m <sup>2</sup>	20.03 m	40 seg	120 seg
5.00 kW/m <sup>2</sup>	16.11 m	13 seg	40 seg

## GRAFICA. DOSIS RECIBIDA CONTRA DISTANCIA



## GRAFICA. RADIOS DE RADIACION TERMICA

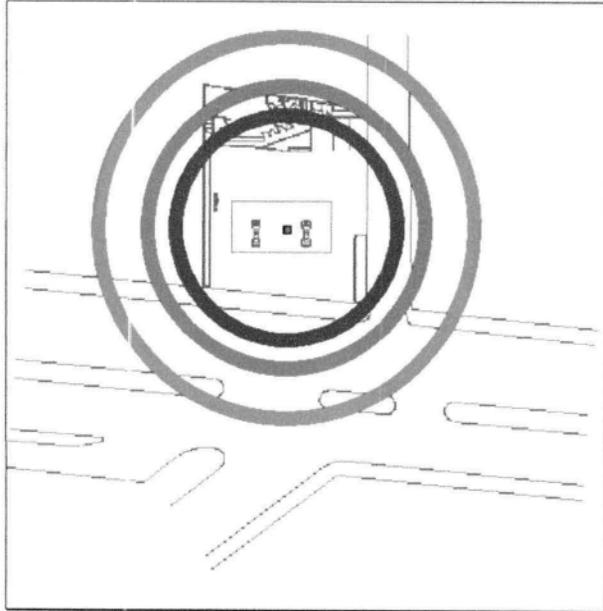
Derrame en llenado de Gasolina Magna al tanque de gasolina de un vehiculo automotor, con incendio por fricción.



- 3.132 E+04 (W/m<sup>2</sup>)<sup>4/3</sup> s (Radiación: 1.40 kW/m<sup>2</sup>) a 27.88 m
- 8.653 E+04 (W/m<sup>2</sup>)<sup>4/3</sup> s (Radiación: 3.00 kW/m<sup>2</sup>) a 20.03 m
- 1.710 E+05 (W/m<sup>2</sup>)<sup>4/3</sup> s (Radiación: 5.00 kW/m<sup>2</sup>) a 16.11 m

Masa de la nube 1.13 kg Diámetro de Bola de Fuego: 6.04 m Tiempo de duración de Bola de Fuego: 0.47 s  
 Dosis calculadas tomando en cuenta un tiempo de exposición de 2.00 s

## IMAGEN. RADIOS DE AFECTACION



- Dosis (Equiv. a 1.400 Kw/m2 en 2.0 s)  
 $3.13233 \text{ E}+04 \text{ (W/m}^2\text{)}^{4/3} \text{ s a } 27.88 \text{ m}$
- Dosis (Equiv. a 3.000 Kw/m2 en 2.0 s)  
 $8.65350 \text{ E}+04 \text{ (W/m}^2\text{)}^{4/3} \text{ s a } 20.03 \text{ m}$
- Dosis (Equiv. a 5.000 Kw/m2 en 2.0 s)  
 $1.70998 \text{ E}+05 \text{ (W/m}^2\text{)}^{4/3} \text{ s a } 16.11 \text{ m}$

# Consultoría Especializada

**Daño máximo Catastrófico: Derrame en llenado de Gasolina Premium al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con incendio por fricción.**

Incendio en el área de despacho de la estación de servicio, durante el llenado del tanque de combustible de un vehículo, ante tal evento se formuló un Modelo de Radiación Térmica por una Explosión de Vapor en Expansión por Líquido en Ebullición (BLEVE), en donde se obtuvieron los siguientes radios de riesgo:

Datos:

Caudal de la bomba = 50 lts/min  
Duración de la fuga = 2 segundos  
Volumen derramado = 1.16 lts  
Calor de combustión = 43,700.00 kJ/Kg  
Masa del combustible = 1.26 kg.  
Tiempo de exposición = 1.00 seg.  
Humedad relativa = 44.00 %  
Temperatura = 18°C

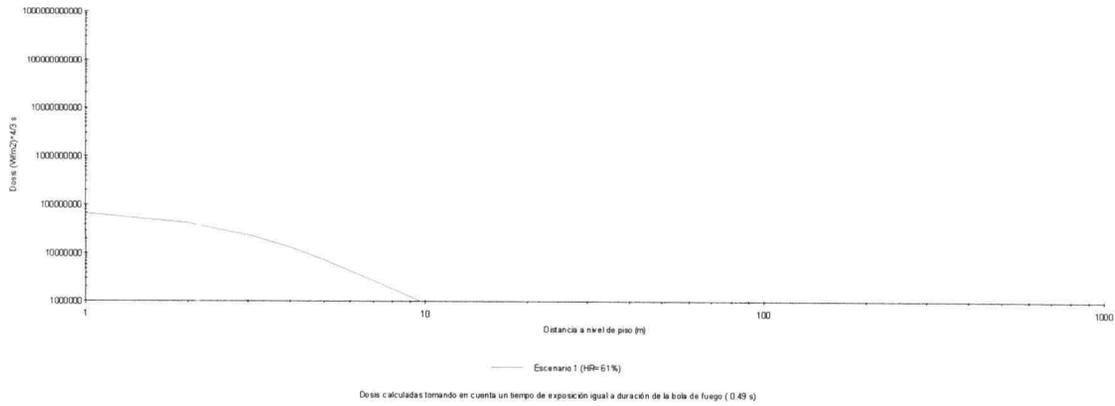
Características de la bola de Fuego

Diámetro de la bola de fuego 6.26 m.  
Altura del centro de la bola de fuego 4.70 m.  
Duración de la bola de fuego 0.5 seg.

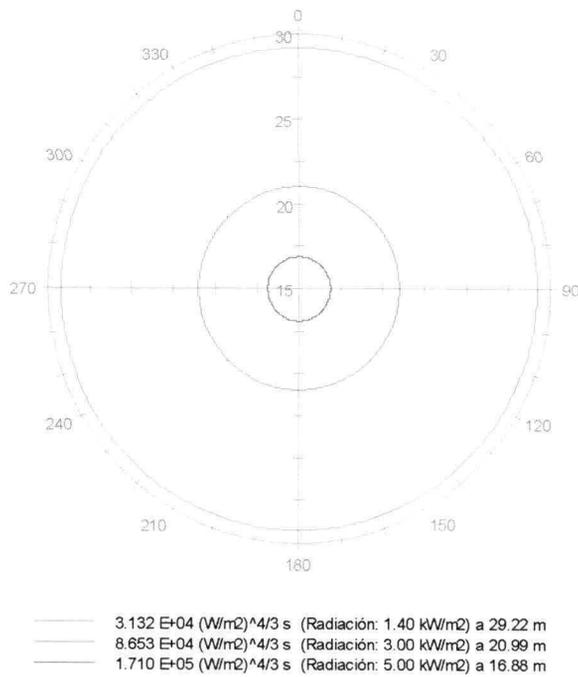
## Gasolina Premium

Lesiones por quemadura debido a la radiación térmica			
Radiación	Radio de afectación	Tiempo para dolor severo (seg)	Tiempo para quemadura de 2° grado (seg)
1.40 kW/m <sup>2</sup>	29.22 m	80 seg	425 seg
3.00 kW/m <sup>2</sup>	20.99 m	40 seg	120 seg
5.00 kW/m <sup>2</sup>	16.88 m	13 seg	40 seg

## GRAFICA. DOSIS RECIBIDA CONTRA DISTANCIA

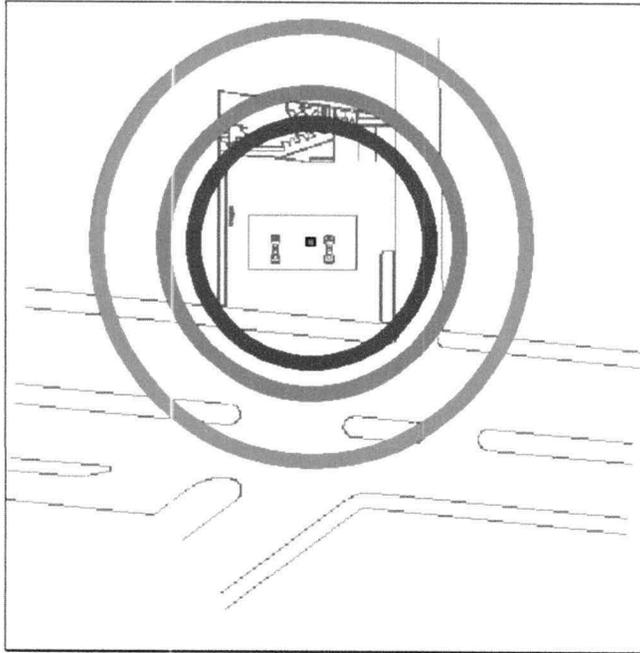


## GRAFICA. RADIOS DE RADIACION TERMICA



Masa de la nube 1.26 kg Diámetro de Bola de Fuego: 6.26 m Tiempo de duración de Bola de Fuego: 0.49 s  
 Dosis calculadas tomando en cuenta un tiempo de exposición de 2.00 s

## IMAGEN. RADIOS DE AFECTACION



- Dosis [Equiv. a 1.400 Kw/m2 en 2.0 s]  
 $3.13233 \text{ E}+04 \text{ (W/m}^2\text{)}^{4/3} \text{ s a } 29.22 \text{ m}$
- Dosis [Equiv. a 3.000 Kw/m2 en 2.0 s]  
 $8.65350 \text{ E}+04 \text{ (W/m}^2\text{)}^{4/3} \text{ s a } 20.99 \text{ m}$
- Dosis [Equiv. a 5.000 Kw/m2 en 2.0 s]  
 $1.70998 \text{ E}+05 \text{ (W/m}^2\text{)}^{4/3} \text{ s a } 16.88 \text{ m}$

# Consultoría Especializada

## Escenario 2: Riesgo de Explosividad

*Daño máximo probable: Derrame en llenado de **Gasolina Magna** al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con explosión por acumulación de gases.*

Explosión en el área de despacho de la estación de servicio, durante el llenado del tanque de combustible de un vehículo, ante tal evento se formuló un Modelo de Sobre presión provocada por nubes explosivas, en donde se obtuvieron los siguientes radios de riesgo:

Datos:

Combustible derramado: 1.16 lts.

Duración de la fuga: 2 seg.

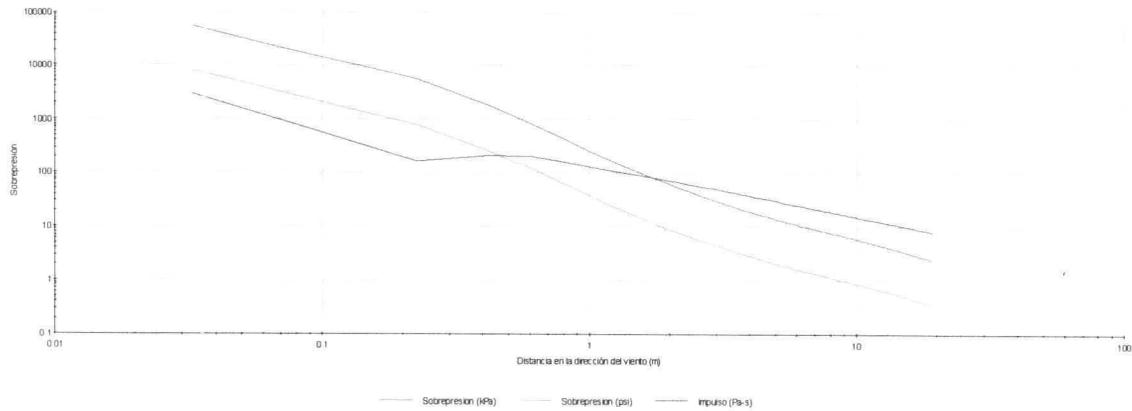
Masa de TNT: 0.11 kg.

### Gasolina Magna

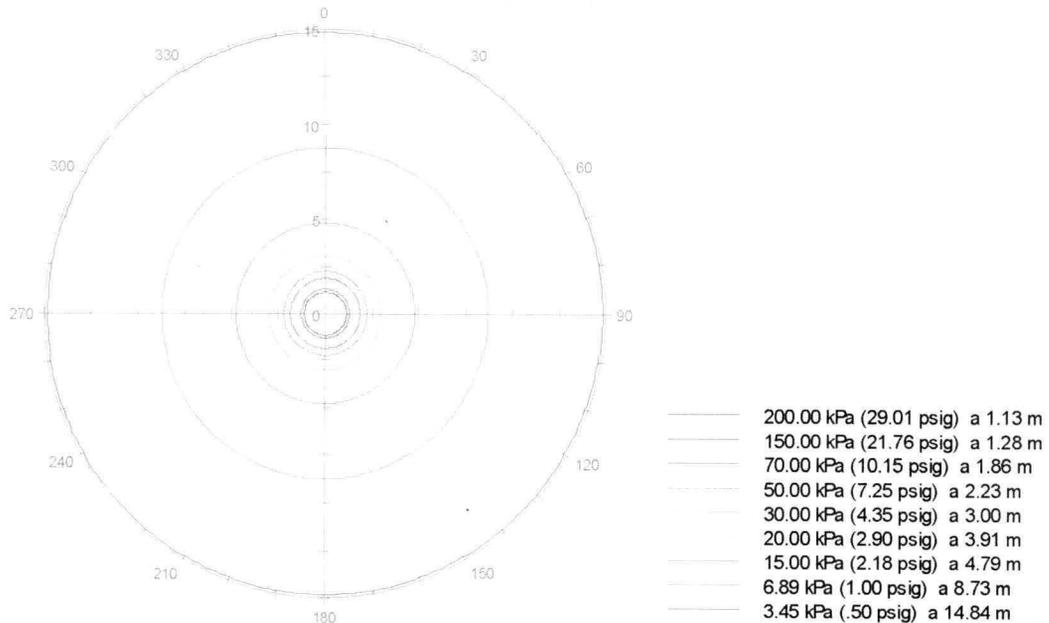
Estimado de daños por sobrepresión en explosiones		
Sobrepresión * (psi)	Radio de afectación	Daño esperado
29.01	1.13 m	Fatalidad total
21.76	1.28 m	Rango de 1 a 99% de fatalidades entre las personas expuestas debido a los efectos directos del estallido.
10.15	1.86 m	Posible destrucción total de edificios.
7.25	2.23 m	Volcadura de carros de ferrocarril con carga.
4.35	3.00 m	Ruptura en recubrimiento de edificios industriales ligeros.
2.90	3.91 m	Destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre-quemado.
2.18	4.79 m	Destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre-quemado.
1.00	8.73 m	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables
0.50	14.84 m	Normalmente ventanas despedazadas, algo de daño en los marcos de las mismas.

\* Estas son sobre presiones máximas formadas por encima de la presión atmosférica normal debido a las ondas de choque o impacto.

## GRAFICA. PRESION & DISTANCIA

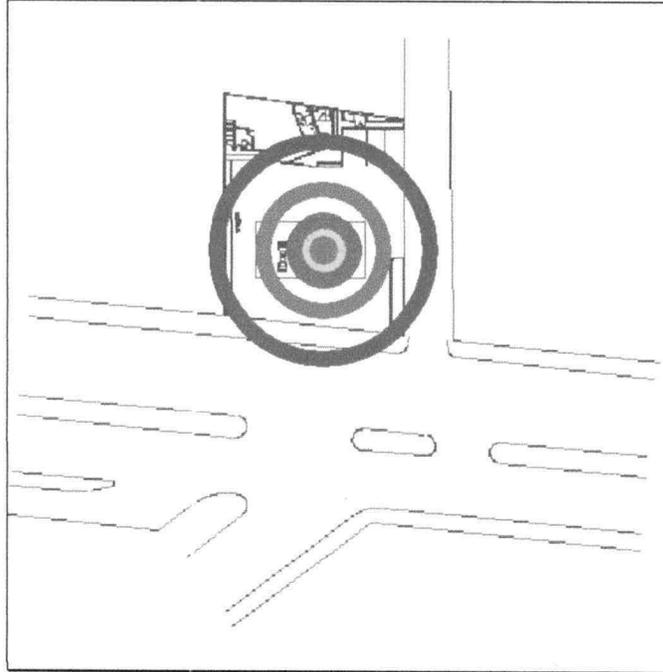


## GRAFICA. RADIOS DE SOBREPRESION



Explosión de una masa de 0.11 kg de TNT

## RADIOS DE SOBREPRESION TERMICA DE INTERES



200.00 kPa (29.01 psi)
Radio de afectación: 1.13 m
150.00 kPa (21.76 psi)
Radio de afectación: 1.28 m
70.00 kPa (10.15 psi)
Radio de afectación: 1.86 m
50.00 kPa (7.25 psi)
Radio de afectación: 2.23 m
30.00 kPa (4.35 psi)
Radio de afectación: 3.00 m
20.00 kPa (2.90 psi)
Radio de afectación: 3.91 m
15.00 kPa (2.18 psi)
Radio de afectación: 4.79 m
6.89 kPa (1.00 psi)
Radio de afectación: 8.73 m
3.45 kPa (0.50 psi)
Radio de afectación: 14.84 m

## Consultoría Especializada

*Daño máximo catastrófico: Derrame en llenado de **Gasolina Premium** al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con explosión por acumulación de gases.*

Explosión en el área de despacho de la estación de servicio, durante el llenado del tanque de combustible de un vehículo, ante tal evento se formuló un Modelo de Sobre presión provocada por nubes explosivas, en donde se obtuvieron los siguientes radios de riesgo:

Datos:

Combustible derramado: 1.16 lts.

Duración de la fuga: 2 seg.

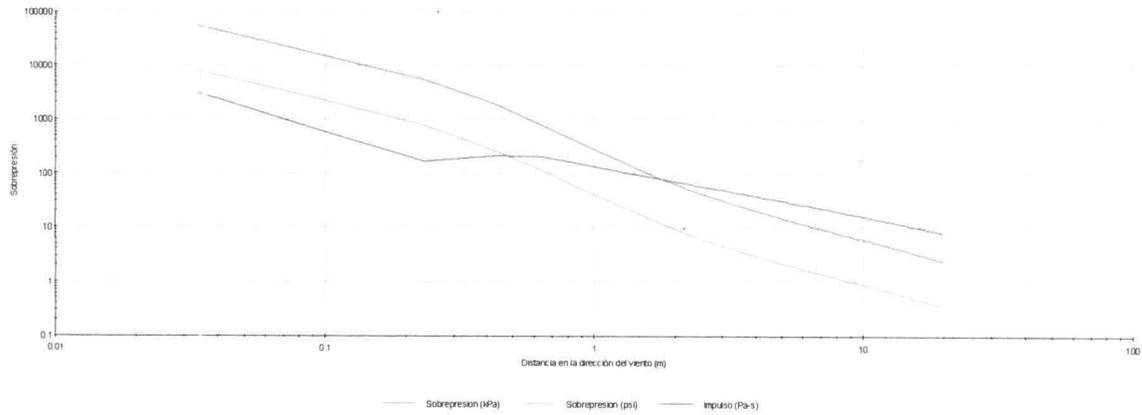
Masa de TNT: 0.13 kg.

### **Gasolina Premium**

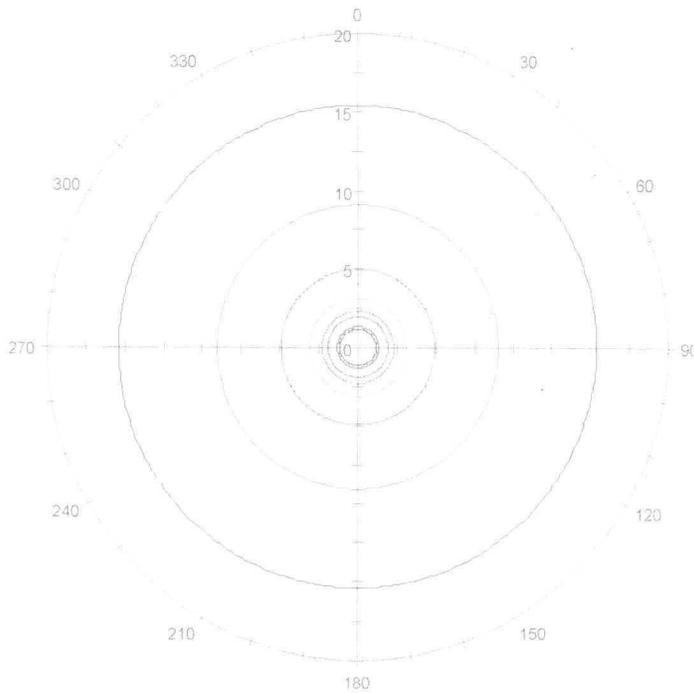
<b>Estimado de daños por sobrepresión en explosiones</b>		
<b>Sobrepresión * (psi)</b>	<b>Radio de afectación</b>	<b>Daño esperado</b>
29.01	1.17 m	Fatalidad total
21.76	1.33 m	Rango de 1 a 99% de fatalidades entre las personas expuestas debido a los efectos directos del estallido.
10.15	1.93 m	Posible destrucción total de edificios.
7.25	2.31 m	Volcadura de carros de ferrocarril con carga.
4.35	3.12 m	Ruptura en recubrimiento de edificios industriales ligeros.
2.90	4.06 m	Destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre-quemado.
2.18	4.97 m	Destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre-quemado.
1.00	9.05 m	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables
0.50	15.39 m	Normalmente ventanas despedazadas, algo de daño en los marcos de las mismas.

\* Estas son sobre presiones máximas formadas por encima de la presión atmosférica normal debido a las ondas de choque o impacto.

## GRAFICA. PRESION & DISTANCIA



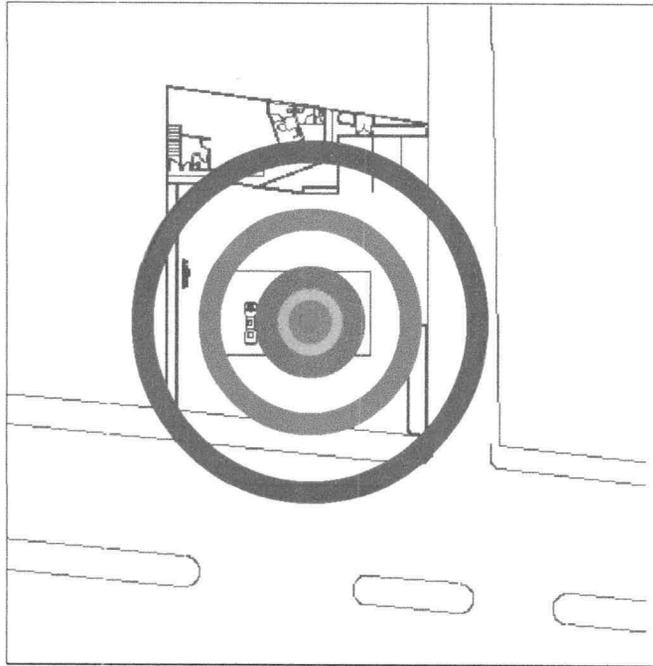
## GRAFICA. RADIOS DE SOBREPRESION



- 200.00 kPa (29.01 psig) a 1.17 m
- 150.00 kPa (21.76 psig) a 1.33 m
- 70.00 kPa (10.15 psig) a 1.93 m
- 50.00 kPa (7.25 psig) a 2.31 m
- 30.00 kPa (4.35 psig) a 3.12 m
- 20.00 kPa (2.90 psig) a 4.06 m
- 15.00 kPa (2.18 psig) a 4.97 m
- 6.89 kPa (1.00 psig) a 9.05 m
- 3.45 kPa (.50 psig) a 15.39 m

Explosión de una masa de 0.13 kg de TNT

## RADIOS DE SOBREPRESION TERMICA DE INTERES



- 200.00 kPa (29.01 psi)  
Radio de afectación: 1.17 m
- 150.00 kPa (21.76 psi)  
Radio de afectación: 1.33 m
- 70.00 kPa (10.15 psi)  
Radio de afectación: 1.93 m
- 50.00 kPa (7.25 psi)  
Radio de afectación: 2.31 m
- 30.00 kPa (4.35 psi)  
Radio de afectación: 3.12 m
- 20.00 kPa (2.90 psi)  
Radio de afectación: 4.06 m
- 15.00 kPa (2.18 psi)  
Radio de afectación: 4.97 m
- 6.89 kPa (1.00 psi)  
Radio de afectación: 9.05 m
- 3.45 kPa (0.50 psi)  
Radio de afectación: 15.39 m

# Consultoría Especializada

---

## Escenario 3: Riesgo de Toxicidad

Para el caso de la toxicidad, comenzaremos definiendo los conceptos, para los cuales tenemos que:

**Sustancias de toxicidad aguda :** Una sustancia es considerada como un tóxico agudo de acuerdo a que: su concentración capaz de producir la muerte de la mitad o el 50 por ciento (CL50) de los animales expuestos vía inhalación durante ocho horas sea de 0.5 mg/l de aire; o bien que su dosis dérmica que provoca la muerte del 50 por ciento (DL50) de los animales expuestos sea de 50 mg/kg de peso corporal; o que su dosis oral (DL50) sea equivalente a 25 mg/kg de peso corporal. En ausencia de estos valores, se utilizan las concentraciones o dosis más bajas que son letales para cualquier animal de prueba.

**Idlh:** (Documentation for Inmediatety Dange Rous to Life or Health. Concentraciones Inmediatamente Peligrosas para la Vida o la Salud). Es la exposición a una concentración de contaminante del aire que representa una amenaza, porque puede causar la muerte o efectos adversos permanentes inmediatos o de manifestación definida, porque impide escapar de tal ambiente.

**Tlv:** (Thereshold Limits Valves, Valores Límites Umbrales).

$$1 \text{ Tox} = \left( \frac{P_v}{20^\circ \text{ C}} \right) \frac{100}{\text{TLV}}$$

**Tlv 8:** Es la concentración límite ponderada en el tiempo para una jornada normal de 8 hrs. Diarias y 42 horas semanales a la cual la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día sin sufrir efectos adversos.

**Tlv – Twa:** Valor límite umbral de exposición de corta duración.

**Tlv15:** Se define como el límite a la exposición media ponderada en el tiempo durante 15 minutos, que no debe de sobreponerse en ningún momento de la jornada aunque la concentración media sea de exposición ponderada media, sea de exposición ponderada en el tiempo durante 8 horas sea inferior al TLV – TWA las exposiciones para poder aplicar este valor, no deben ser mayores a 15 minutos y no debe repetirse más de 4 veces al día, existiendo un periodo mínimo de 60 minutos entre sucesivas exposiciones. Este es el valor complementario al TLV – TWA.

# Consultoría Especializada

## Modelación a una altura de 0.00 mts.

*Daño máximo Esperado: Derrame en llenado de Gasolina Magna al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con evaporación del combustible, se analizan concentraciones de 100 ppm, 300 ppm, y 500 ppm a una altura de 0.00 m*

Fuga de combustible (gasolina magna) en el área de despacho de la estación de servicio, durante el llenado del tanque de combustible de un vehículo, ante tal evento se formuló un Modelo de Nube Inflamable por Evaporación de un Derrame (SLAB), en donde se obtuvieron los siguientes radios de riesgo:

Datos:

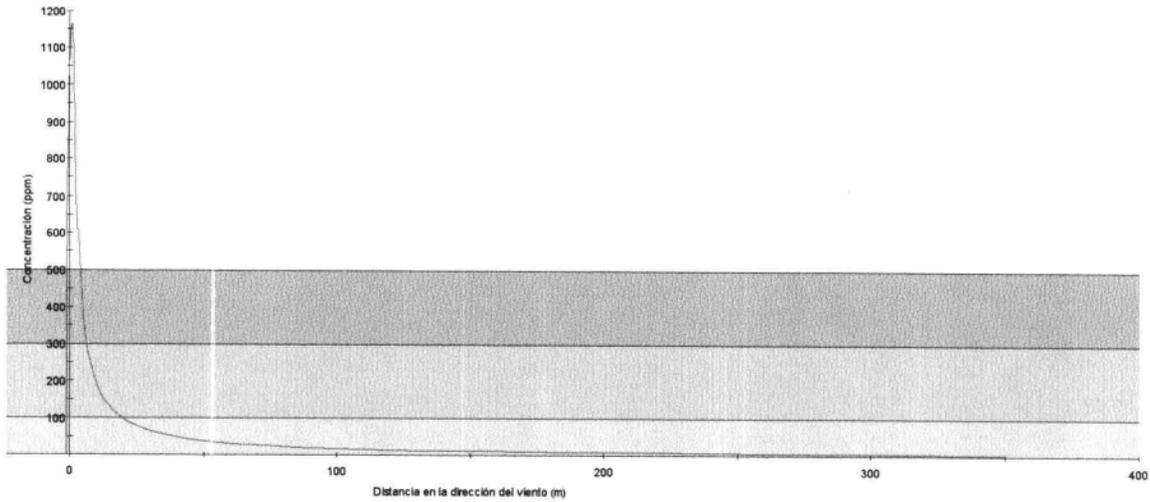
Caudal de la bomba	= 50 lts/min
Tasa de emisión de la masa	= 0.566 kg/seg
Área de la Fuente	= 1 m <sup>2</sup>
Tiempo de exposición	= 180 seg.
Humedad relativa	= 44.00 %
Temperatura	= 18°C
Estabilidad	= Pasquill F (muy estable)
Velocidad del viento	= 4.00 m/seg

Características de la emisión

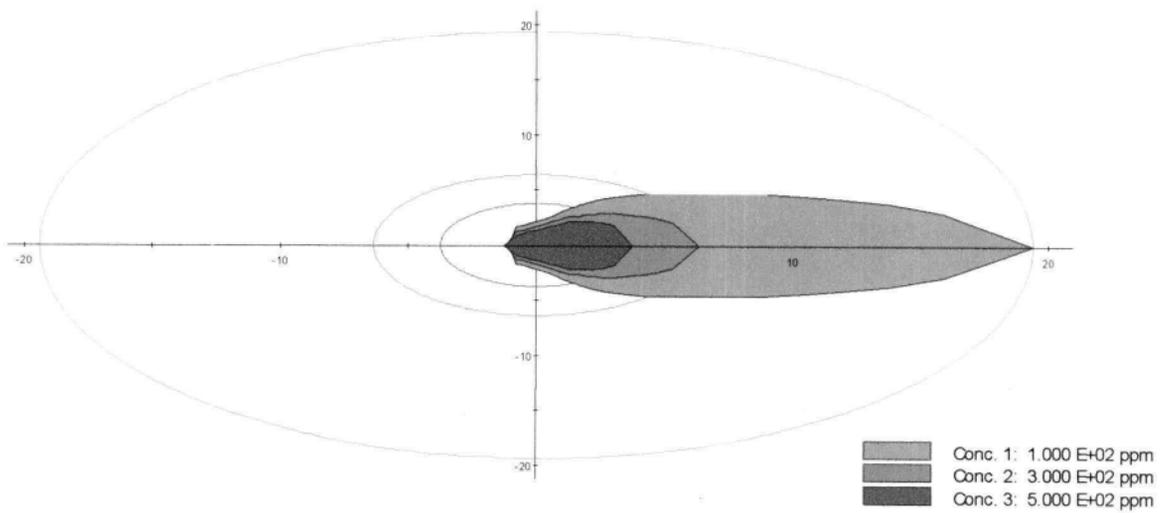
Área de la fuente	1 m <sup>2</sup> .
Altura de la fuente	0.00 m. (a nivel de piso)

Radios de concentración a una altura de 0.00 (nivel de piso)			
Concentración	Radio de afectación	Límites de exposición	Zona
100 ppm	19.39 m.	TLV <sub>8</sub>	Amortiguamiento
300 ppm	6.35 m.	TLV <sub>15</sub>	Amortiguamiento
500 ppm	3.74 m.	LC50	Alto riesgo

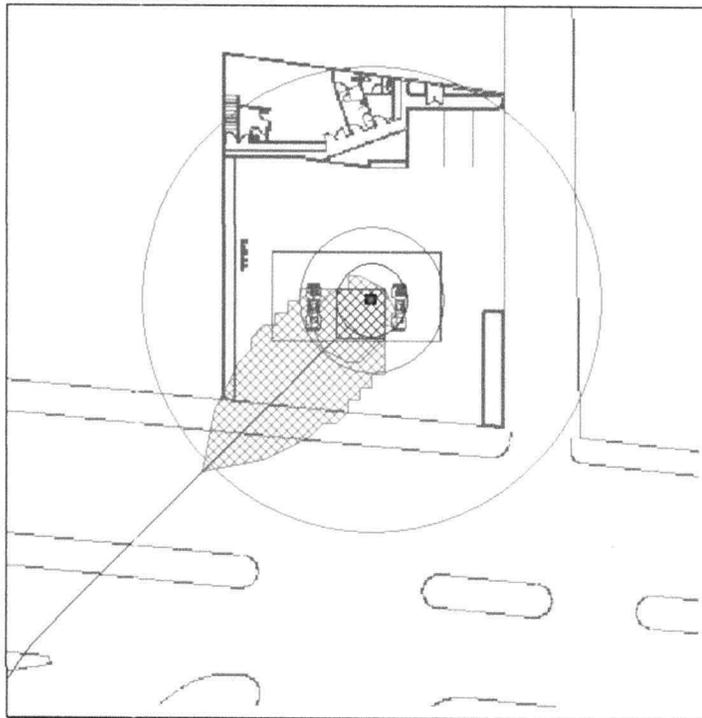
## GRAFICA. CONCENTRACION VS DISTANCIA



## GRAFICA. ISOCONCENTRACIONES



## IMAGEN. RADIOS DE CONCENTRACION DE INTERES



- Concentración 1  
1.000 E+02 ppm  
Plano Z: 00.00 m  
Y de exclusión: 04.63 m  
Desde: -01.08 m  
Hasta: 19.39 m
- Concentración 2  
3.000 E+02 ppm  
Plano Z: 00.00 m  
Y de exclusión: 02.90 m  
Desde: -01.18 m  
Hasta: 06.35 m
- Concentración 3  
5.000 E+02 ppm  
Plano Z: 00.00 m  
Y de exclusión: 02.20 m  
Desde: -01.27 m  
Hasta: 03.74 m

# Consultoría Especializada

## Modelación a una altura de 1.50 mts.

*Daño máximo probable: Derrame en llenado de Gasolina Magna al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con evaporación del combustible, se analizan concentraciones de 100 ppm, 300 ppm, y 500 ppm a una altura de 1.50 m*

Fuga de combustible (gasolina magna) en el área de despacho de la estación de servicio, durante el llenado del tanque de combustible de un vehículo, ante tal evento se formuló un Modelo de Nube Inflamable por Evaporación de un Derrame (SLAB), en donde se obtuvieron los siguientes radios de riesgo:

### Datos:

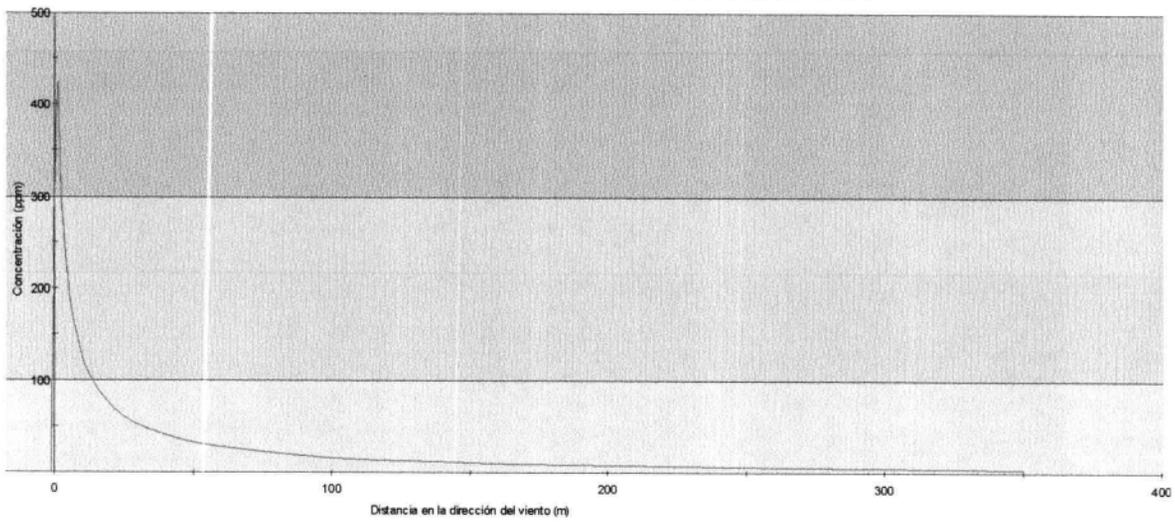
Caudal de la bomba	= 50 lts/min
Tasa de emisión de la masa	= 0.566 kg/seg
Área de la Fuente	= 1 m <sup>2</sup>
Tiempo de exposición	= 180 seg.
Humedad relativa	= 44.00 %
Temperatura	= 18°C
Estabilidad	= Pasquill F (muy estable)
Velocidad del viento	= 4.00 m/seg

### Características de la emisión

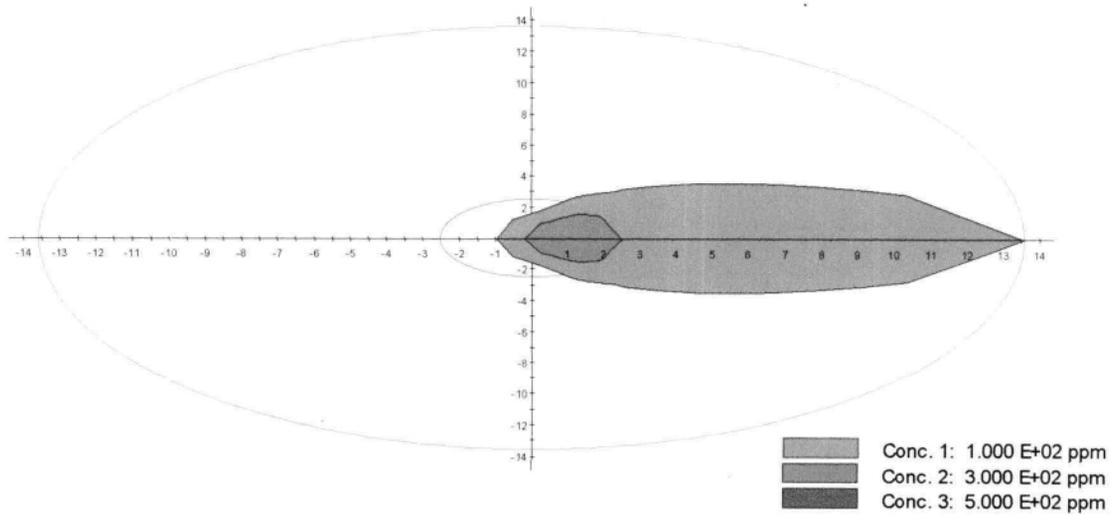
Área de la fuente	1 m <sup>2</sup> .
Altura de la fuente	1.50 m. (nivel de las vías respiratorias de promedio de la población)

Radios de concentración a una altura de 1.50 (altura de vías respiratorias)			
Concentración	Radio de afectación	Límites de exposición	Zona
100 ppm	13.57 m.	TLV <sub>8</sub>	Amortiguamiento
300 ppm	2.52 m.	TLV <sub>15</sub>	Amortiguamiento
500 ppm	0.00 m.	LC50	Alto riesgo

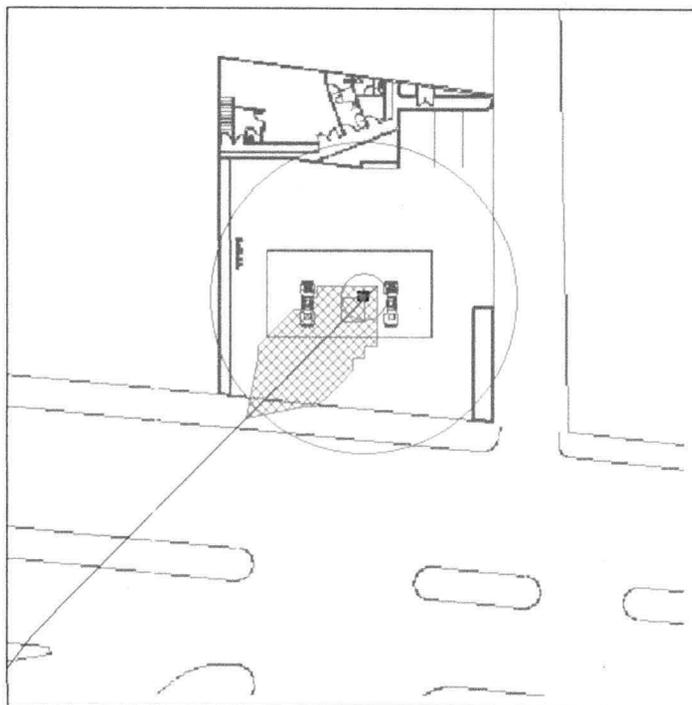
## GRAFICA. CONCENTRACION VS DISTANCIA



## GRAFICA. ISOCONCENTRACIONES



## IMAGEN. RADIOS DE CONCENTRACION DE INTERES



- Concentración 1  
1.000 E+02 ppm  
Plano Z: 01.50 m  
Y de exclusión: 03.55 m  
Desde: -00.96 m  
Hasta: 13.57 m
- Concentración 2  
3.000 E+02 ppm  
Plano Z: 01.50 m  
Y de exclusión: 01.55 m  
Desde: -00.18 m  
Hasta: 02.52 m
- Concentración 3  
5.000 E+02 ppm  
Plano Z: 01.50 m  
Y de exclusión: 00.00 m  
Desde: 00.00 m  
Hasta: 00.00 m

# Consultoría Especializada

## Modelación a una altura de 3.00 mts.

*Daño máximo probable: Derrame en llenado de Gasolina Magna al tanque de gasolina de un vehículo automotor, con evaporación del combustible, se analizan concentraciones de 100 ppm, 300 ppm, y 500 ppm a una altura de 3.00 m*

Fuga de combustible (gasolina magna) en el área de despacho de la estación de servicio, durante el llenado del tanque de combustible de un vehículo, ante tal evento se formuló un Modelo de Nube Inflamable por Evaporación de un Derrame (SLAB), en donde se obtuvieron los siguientes radios de riesgo:

Datos:

Caudal de la bomba	= 50 lts/min
Tasa de emisión de la masa	= 0.566 kg/seg
Área de la Fuente	= 1 m <sup>2</sup>
Tiempo de exposición	= 180 seg.
Humedad relativa	= 44.00 %
Temperatura	= 18°C
Estabilidad	= Pasquill F (muy estable)
Velocidad del viento	= 4.00 m/seg

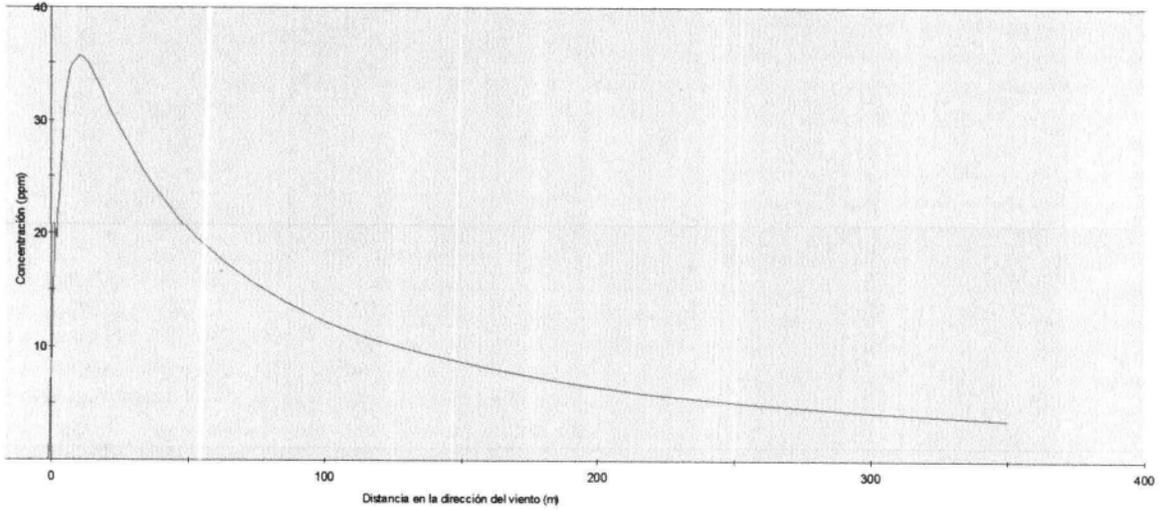
Características de la emisión

Área de la fuente	1 m <sup>2</sup> .
Altura de la fuente	3.00 m. (nivel al que se encuentra una persona en el segundo piso de una construcción)

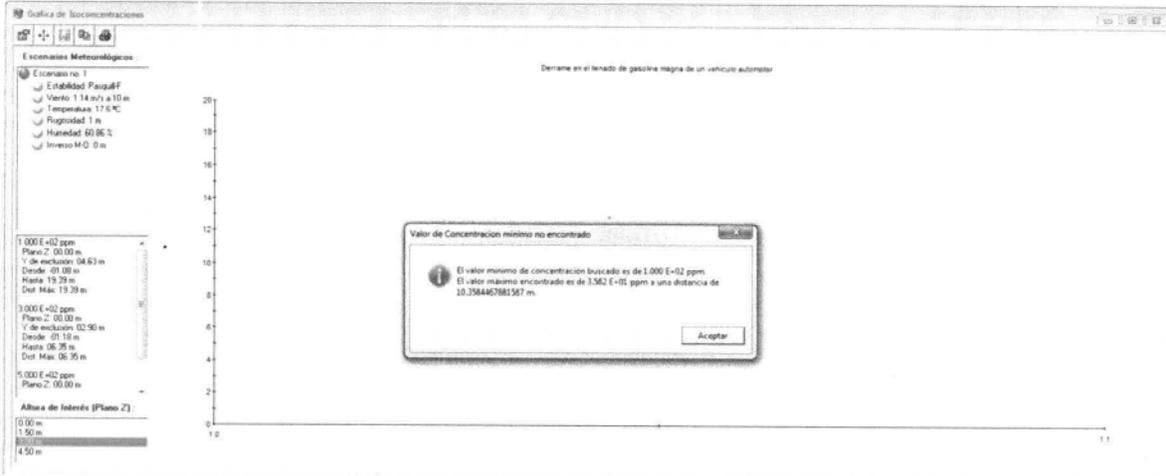
A ésta altura la máxima concentración esperada es de 44.1 ppm a una distancia de 7.56 m., sin que ésta concentración represente algún riesgo de exposición

Radios de concentración a una altura de 3.00			
Concentración	Radio de afectación	Límites de exposición	Zona
44.1 ppm	7.56 m.	-	Amortiguamiento
100 ppm	-	TLV <sub>8</sub>	Amortiguamiento
300 ppm	-	TLV <sub>15</sub>	Amortiguamiento
500 ppm	-	LC50	Alto riesgo

## GRAFICA. CONCENTRACION VS DISTANCIA



## GRAFICA. ISOCONCENTRACIONES



# Consultoría Especializada

## GUÍA DE RESPUESTAS EN CASO DE EMERGENCIA 2004. GUÍA DE RESPUESTA EN LA FASE INICIAL DE UN INCIDENTE OCASIONADO POR MATERIALES PELIGROSOS

**1.-** Antes de iniciar cualquier acción, el responsable de las acciones de respuesta deberá:

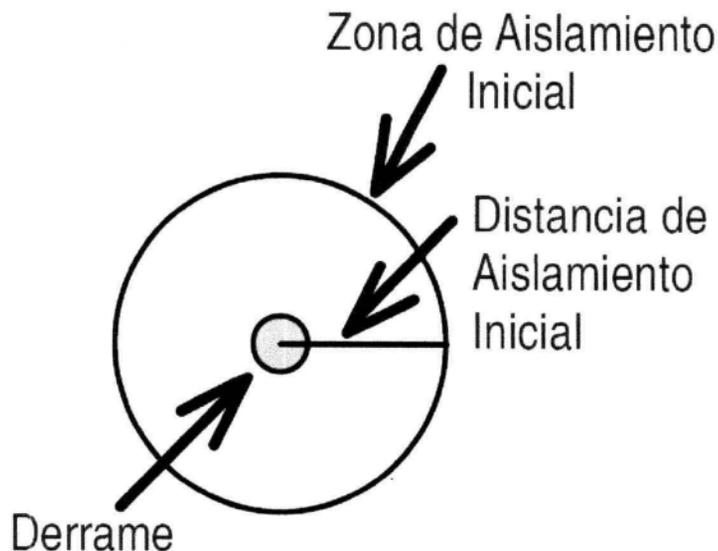
- **Identificar la sustancia** por el número de Naciones Unidas (ONU) y nombre; (si un número de identificación no puede ser encontrado, use el nombre del material del índice en las páginas de borde azul para localizar ese número.)
- **Leer la guía correspondiente al producto y adoptar las acciones de emergencia en ella recomendadas**
- **Observar la dirección del viento**

**2.-** Buscar en la tabla (páginas de borde verde) el número de identificación y Nombre de la sustancia involucrada en el accidente. Algunos números de identificación tienen más de un nombre. Busque el nombre específico de la sustancia. (Si el nombre de embarque no es encontrado y en la Tabla hay más de un nombre con el mismo número de identificación, use el nombre con las mayores distancias protectoras.)

**3.-** Determinar si el incidente involucra un derrame **PEQUEÑO o GRANDE** y si es de **DIA o de NOCHE**. Generalmente, un **DERRAME PEQUEÑO** es el que involucra un solo envase pequeño (ej., hasta un tambo de 200 litros), cilindro pequeño o una fuga pequeña de un envase grande. **UN DERRAME GRANDE** es aquél que involucra un derrame de un envase grande, o múltiples derrames de muchos envases pequeños. **EL DIA** es cualquier momento después de la salida del sol y antes del atardecer. **LA NOCHE** es cualquier momento entre el atardecer y la salida del sol. Recuerde: La respuesta frente a un incidente con materiales peligrosos, debe ser proporcional y adecuada al tipo de incidente. No movilice recursos humanos y materiales innecesariamente. Esto genera inconvenientes e inquietud en la población. Valore correctamente la diferencia entre un incidente pequeño o grande.

### **4.- Buscar la distancia de aislamiento inicial.**

Indique a todas las personas en el área afectada, que se muevan en una dirección perpendicular (cruzado) al viento, lejos del derrame a la distancia especificada en metros y pies.



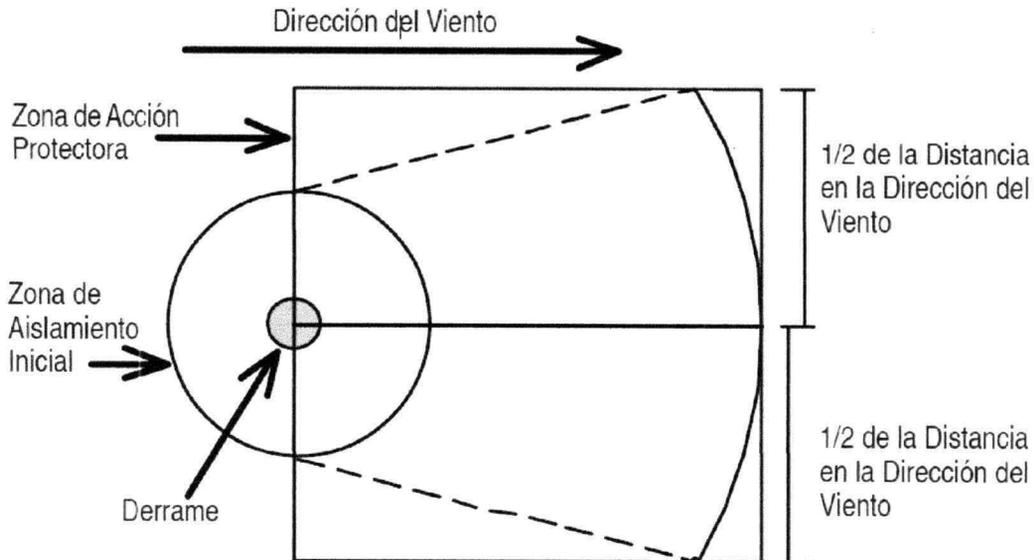
**5.- Buscar la DISTANCIA DE ACCION PROTECTORA inicial**, mostrada en la Tabla. Para determinado tamaño de derrame de sustancias químicas, ya sea de día o de noche, la Tabla da la distancia en favor del viento (en kilómetros y millas) para lo cual las acciones de protección deberán ser consideradas. Por motivos prácticos, la Zona de Acción Protectora (ejemplo: el área donde la gente está en riesgo de exposición perjudicial) es un cuadrado cuyo largo y ancho es el mismo que la distancia en favor del viento mostrada en la Tabla.

**6.- Iniciar las acciones de protección.** Comience con las acciones de protección si puede hacerlos in arriesgar su vida. Empiece con aquellas personas más cercanas al sitio del derrame y manténgase alejado del lugar del accidente, con viento a favor. Cuando una sustancia que es reactiva con el agua y produce otra sustancia tóxica por inhalación (en inglés Toxic Inhalation Hazard - TIH), se derrama en un río o corriente de agua, la fuente de gas tóxico puede moverse en el sentido de la corriente o extenderse desde el punto del derrame río abajo a una distancia considerable.

La forma del área en la cual se deberán tomar las acciones de protección (la Zona de Acción Protectora) se muestra en este dibujo. El derrame se localiza en el centro del círculo pequeño. El círculo grande representa la zona de

# Consultoría Especializada

**AISLAMIENTO INICIAL** alrededor del derrame.



**NOTA:** Vea la "Introducción a La Tabla de Aislamiento Inicial y Distancias de Acción Protectora" para factores que puedan aumentar o disminuir las Distancias de Acción Protectora.

Llamar al número de respuesta de emergencia mencionado en el documento de embarque, o a la dependencia de respuesta apropiada tan pronto como le sea posible para información adicional sobre el material, precauciones de seguridad y procedimientos de mitigación.

# Consultoría Especializada

---

## DETERMINACIÓN DE ZONAS



**ZONA CALIENTE** Es el área inmediata que rodea a un incidente de materiales peligrosos, la cual se extiende lo suficiente para prevenir los efectos adversos de la emisión de los materiales peligrosos para el personal fuera de la zona.

Esta zona también se puede llamar zona de exclusión o zona restringida en otros documentos. (NFPA 472)

**ZONA FRÍA** En esta área se establece el puesto de mando y otras funciones que se consideran necesarias para controlar el incidente. También se refieren a ella como la zona limpia o zona de apoyo en otros documentos. (NFPA 472)

**ZONA TIBIA** Es el área donde el personal, el equipo de descontaminación y el apoyo de la zona caliente están instalados. Incluye puntos de control para el acceso al corredor, lo que ayuda a reducir la propagación de la contaminación. Esto también se refiere a la descontaminación, reducción de la contaminación o zona de acceso limitado en otros documentos. (NFPA 472)

**ZONAS DE CONTROL** Áreas designadas en incidentes de materiales peligrosos, basadas en la seguridad y el grado de riesgo. Muchos términos son usados para describir zonas de control; sin embargo, en este libro guía, estas zonas son definidas como zonas caliente, tibia y fría. (NFPA 472)

# Consultoría Especializada

GUIA 128 <sup>2</sup> LÍQUIDOS INFLAMABLES (No Polar / No Mezclables con Agua)	
PELIGROS POTENCIALES	
<b>INCENDIO O EXPLOSION</b> <b>ALTAMENTE INFLAMABLE:</b> Se puede incendiar fácilmente por calor, chispas o llamas. <ul style="list-style-type: none"><li>- Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire.</li><li>- Los vapores pueden viajar a una fuente de encendido y regresar en llamas.</li><li>- La mayoría de los vapores son más pesados que el aire, éstos se dispersarán a lo largo del suelo y se juntarán en las áreas bajas o confinadas (alcantarillas, sótanos, tanques).</li><li>- Peligro de explosión de vapor en interiores, exteriores o en alcantarillas.</li><li>- Aquellas sustancias designadas con la letra (P) pueden polimerizarse explosivamente cuando se calientan o se involucran en un incendio.</li><li>- Las fugas resultantes cayendo a las alcantarillas pueden crear incendio o peligro de explosión.</li><li>- Los contenedores pueden explotar cuando se calientan.</li></ul> Muchos de los líquidos son más ligeros que el agua. <ul style="list-style-type: none"><li>- La sustancia puede ser transportada caliente.</li><li>- Si está involucrado el aluminio fundido, use guía 128</li></ul>	
<b>A LA SALUD</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- La inhalación o el contacto con el material puede irritar o quemar la piel y los ojos.</li><li>- El fuego puede producir gases irritantes, corrosivos y/o tóxicos.</li><li>- Los vapores pueden causar mareos o sofocación.</li><li>- Las fugas resultantes del control del incendio o la dilución con agua pueden causar contaminación.</li></ul>	
<b>SEGURIDAD PÚBLICA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>LLAMAR</b> primero al número de teléfono de respuesta en caso de emergencia en el documento de embarque. Si el documento de embarque no está disponible o no hay respuesta, dirijase a los números telefónicos enlistados en el forro de la contraportada.</li><li>- Cómo acción inmediata de precaución, aislé el área del derrame o escape como mínimo 50 metros (150 pies) en todas las direcciones.</li><li>- Mantener alejado al personal no autorizado.</li><li>- Permanezca en dirección del viento</li><li>- Manténgase alejado de las áreas bajas.</li><li>- Ventile los espacios cerrados antes de entrar.</li></ul>	
<b>ROPA PROTECTORA</b> <b>Derrame Grande</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Considere la evacuación inicial a favor del viento de por lo menos 300 metros (1000 pies).</li></ul> <b>Incendio.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Si un tanque, carro de ferrocarril o autotank está involucrado en un incendio, AISLE a la redonda a 800 metros (1/2 milla) a la redonda; también, considere la evacuación inicial a la redonda a 800 metros (1/2 milla).</li></ul>	
<b>RESPUESTA A EMERGENCIA</b> <b>FUEGO</b> <b>PRECAUCION:</b> Todos estos productos tienen un punto de encendido muy bajo: el uso de rocío de agua cuando se combate el fuego, puede ser ineficaz. <b>CUIDADO:</b> Para mezclas conteniendo alcohol o un solvente polar, la espuma resistente al alcohol puede ser más efectiva.	
<b>Incendio Pequeño</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Polvos químicos secos, CO<sub>2</sub>, rocío de agua o espuma regular.</li></ul>	

<sup>2</sup> CANUTEC. Guía de Respuesta en Caso de Emergencia 2008

# Consultoría Especializada

GUIA 128 <sup>2</sup> LÍQUIDOS INFLAMABLES (No Polar / No Mezclables con Agua)	
PELIGROS POTENCIALES	
<b>Incendio Grande</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Use rocío de agua, niebla o espuma regular</li><li>- Utilice rocío de agua. No usar chorros directos.</li><li>- Mueva los contenedores del área de fuego si lo puede hacer sin ningún riesgo.</li></ul>
<b>Incendio que involucra Tanques o Vagones o Remolques y sus Cargas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Combata el incendio desde una distancia máxima o utilice soportes fijos para mangueras o chiflones reguladores.</li><li>- Enfríe los contenedores con chorros de agua hasta mucho después de que el fuego se haya extinguido.</li><li>- Retírese inmediatamente si sale un sonido creciente de los mecanismos de seguridad de las ventilas, o si el tanque se empieza a decolorar.</li><li>- <b>SIEMPRE</b> manténgase alejado de tanques envueltos en fuego.</li><li>- Para incendio masivo, utilizar los soportes fijos para mangueras o los chiflones reguladores; si esto es imposible, retirarse del área y dejar que arda.</li></ul>
<b>DERRAME O FUGA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- <b>ELIMINAR</b> todas las fuentes de ignición (no fumar, no usar bengalas, chispas o llamas en el área de peligro).</li><li>- Todo el equipo que se use durante el manejo del producto, deberá estar conectado eléctricamente a tierra.</li><li>- No tocar ni caminar sobre el material derramado.</li><li>- Detenga la fuga, en caso de poder hacerlo sin riesgo.</li><li>- Prevenga la entrada hacia vías navegables, alcantarillas, sótanos o áreas confinadas.</li><li>- Se puede usar una espuma supresora de vapor para reducir vapores.</li><li>- Absorber con tierra seca, arena u otro material absorbente no combustible y transferirlo a contenedores.</li><li>- Use herramientas limpias a prueba de chispas para recoger el material absorbido.</li></ul>
<b>Derrame Grande</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Construir un dique más adelante del derrame líquido para su desecho posterior.</li><li>- El rocío de agua puede reducir el vapor; pero puede no prevenir la ignición en espacios cerrados.</li></ul>
<b>PRIMEROS AUXILIOS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mueva a la víctima a donde se respire aire fresco.</li><li>- Llamar a los servicios médicos de emergencia.</li><li>- Aplicar respiración artificial si la víctima no respira.</li><li>- Suministrar oxígeno si respira con dificultad.</li><li>- Quitar y aislar la ropa y el calzado contaminados.</li><li>- En caso de contacto con la sustancia, enjuagar inmediatamente la piel o los ojos con agua corriente por lo menos durante 20 minutos.</li><li>- Lave la piel con agua y jabón.</li><li>- En caso de quemaduras. Inmediatamente enfríe la piel afectada todo el tiempo que pueda con agua fría. No remueva la ropa que está adherida a la piel.</li><li>- Mantener a la víctima en reposo y con temperatura corporal normal.</li><li>- Asegúrese que el personal médico tenga conocimiento de los materiales involucrados, y tomar las precauciones para protegerse a sí mismos.</li></ul>

# Consultoría Especializada

## X.1.4 INTERACCIONES DE RIESGO CON OTRAS AREAS

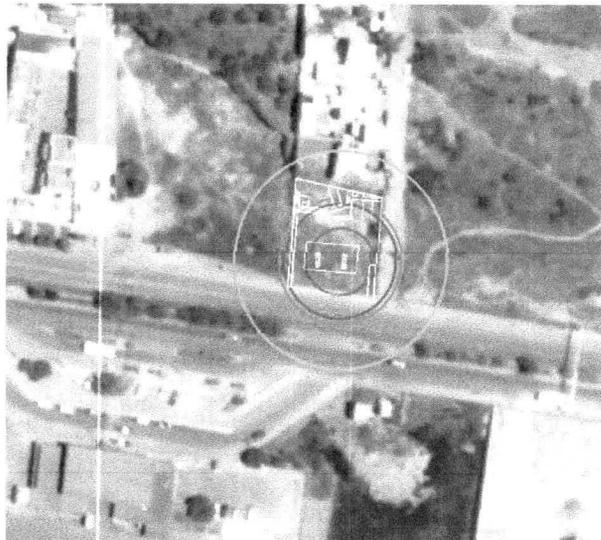
Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.), señalando los **radios potenciales** de afectación. Para detallar este plano se recomienda utilizar planos digitalizados de la zona de estudio en un radio mínimo de dos kilómetros;

Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo tanto al interior como al exterior de la empresa, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas;

En proyecto se encuentra junto a la Calzada de San Antonio, la cual al ser una de las vialidades principales de la cabecera municipal de San Miguel de Allende, alberga a sus costados diferentes giros enfocados al comercio y servicios.

Con base en las modelaciones de riesgo realizadas para el presente estudio, las zonas de riesgo se encuentran prácticamente contenidas dentro de la "**Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V. (Gasolinera)**", salvo en el caso de la zona de alto riesgo por flamabilidad, donde el radio de riesgo alcanza las vialidades contiguas.

IMAGEN. RADIOS DE AFECTACION



- RIESGO DE FLAMABILIDAD**
-  ZONA DE ALTO RIESGO
-  ZONA DE AMORTIGUAMIENTO
  
- RIESGO DE EXPLOSIVIDAD**
-  ZONA DE ALTO RIESGO
-  ZONA DE AMORTIGUAMIENTO

## **Consultoría Especializada**

---

Cabe señalar que acorde a las Especificaciones Técnicas para Proyecto y Construcción de Estaciones de Autoconsumo, el área de despacho de combustibles se debe ubicar a una distancia de 15.0 metros a partir del eje vertical del dispensario con respecto a lugares de reunión pública, a lo cual se apega el proyecto de **"Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera)**.

Por otro lado, dentro del área de estudio, existen centros de concentración masiva como es el caso de la Central de Autobuses, sin embargo, este sitio no se ve alcanzado por las áreas de riesgo o zona de amortiguamiento del proyecto, observadas en las modelaciones de riesgo.

Si bien es cierto, el proyecto objeto del presente estudio, forma parte de un Plan Maestro, en el cual además de la estación de servicio se contempla la construcción de un módulo comercial, las dimensiones de la estación de servicio permiten que el área de amortiguamiento se encuentre dentro de la zona de despacho y circulaciones vehiculares de la propia estación de servicios, sin afectar a los vecinos del lugar.

Adicional a lo anterior, se seguirán las recomendaciones emanadas de PEMEX, así como de las diferentes dependencias municipales y/o estatales con la finalidad de disminuir los potenciales riesgos generados por el proyecto.

# Consultoría Especializada

---

## **X.1.5 RUTA DE LOS MATERIALES DE ALTO RIESGO**

*Describir las rutas de los materiales involucrados que se consideran de alto riesgo.*

Los combustibles son suministrados a través del servicio de transporte en unidades propiedad de Petróleos Mexicanos, las rutas para el transporte de combustibles, son propuestas por el propietario de la estación de servicio, y posteriormente validada por PEMEX.

La ruta inicia en las instalaciones ubicadas de la Planta de Almacenamiento de PEMEX, ubicada dentro del municipio de Celaya, específicamente sobre la carretera alterna Celaya – Villagrán y el recorrido será el siguiente:

- Carretera alterna Celaya – Villagrán, en sentido poniente a oriente, hasta su intersección con el Eje Manuel J. Clouthier.
- Eje Manuel J. Clouthier, en sentido sur a norte, hasta su intersección con la Av. Tecnológico.
- Av. Tecnológico, en sentido sur a norte para salir de la mancha urbana de Celaya y tomar por la Carretera 51 (en esta carretera se pasará del municipio de Celaya al municipio de Comonfort) hasta antes de cruzar la localiza de Soria en el municipio de Comonfort.
- Libramiento de Comonfort de sur a norte hasta nuevamente tomar la Carretera 51.
- Carretera 51, en sentido de oriente a poniente hasta llegar a la Glorieta del Pípila en la intersección de la Carretera Federal 51, hasta su intersección con el Libramiento Manuel Zavala, Libramiento El Caracol y Av. Ancha de San Antonio.
- Libramiento Manuel Zavala en sentido oriente a poniente hasta su intersección con la Calzada de la Estación.
- Calzada de la Estación en sentido poniente a **“Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.” (Gasolinera).**

Como ruta alterna que pudiera ser utilizada para el supuesto de un bloqueo de la vialidad se tiene la siguiente:

- Luego salir de la mancha urbana de Celaya, se tomará la Carretera Estatal Celaya – Santa Cruz de Juventino Rosas.

HOJA  
SIN TEXTO

## **Consultoría Especializada**

---

- Al llegar a la cabecera municipal de Juventino Rosas, se tomará por la Av. David Guerrero, para tomar la salida a Guanajuato
- Carretera Guanajuato – Santa Cruz de Juventino Rosas, en sentido sur a norte, hasta el entronque carretero de la Carretera a San Miguel de Allende.
- Carretera Guanajuato – San Miguel de Allende, en sentido poniente a oriente hasta la desviación a Cruz del Palmar.
- Carretera Cruz del Palmar – San Miguel de Allende, en sentido oriente – poniente hasta la localidad de La Cieneguita.
- Carretera San Miguel de Allende – La Cieneguita, en sentido nor poniente a sur oriente hasta la Av. Calzada de la Estación, hasta llegar a la **“Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.” (Gasolinera)**.

## XI.- MEDIDAS Y SISTEMAS DE CONTROL

**Sistema de Control de Fugas.-** Sistema de monitoreo con registro las 24 hrs, que valida la disminución del nivel de los depósitos de combustible contra el consumo de combustible despachado por las bombas.

**Paro automático de bombas.-** Dispositivo controlado por una válvula solenoide que impide que siga abasteciéndose combustible a un vehículo cuando ha ocurrido un percance entre la manguera y la bomba despachadora. Esto reduce la cantidad de combustible derramado exclusivamente al que contenga la manguera de despacho, que no excede de los cinco litros.

**Instalación eléctrica anti explosión.-** Las bombas sumergibles, interruptores de luz y luminarias están contruidos herméticamente con la finalidad de aislar la corriente estática o las chispas que se producen al iniciar el flujo de electrones con los vapores de gasolina.

**Sistema de recuperación de vapor.** Este sistema es accionado por una bomba de vacío y tiene la finalidad de recuperar todo el combustible que por efectos de la velocidad del flujo se evapora y la retorna a los tanques de almacenamiento para que al alcanzar su presión y temperatura de saturación se condense nuevamente.

**Tanques de almacenamiento de doble pared.-** Para la estación de servicio objeto de este estudio, corresponden a **dos tanques con capacidad de 40,000 litros cada uno, y un tercer tanque de 60,000 litros.** Cada uno de los tanques será contruidos en acero al carbón y una segunda pared de fibra de vidrio en el exterior que hace las veces de dique de contención para evitar el derrame de combustible. El sistema de detección de fugas además detecta la presencia de combustible en este segundo depósito.

**Paros de emergencia.-** Es un dispositivo eléctrico colocado en cada una de las isletas de suministro de combustible para que cualquier operador en caso de presentarse una contingencia elimine la posibilidad de seguir despachando combustible y así disminuye el grado de riesgo a exclusivamente el que se haya derramado durante la operación de despacho que hemos establecido anteriormente en un volumen que no supera los cinco litros.

# Consultoría Especializada

## XI.1 BASES DE DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE AISLAMIENTO

Describir las bases de diseño de los sistemas de aislamiento de las diferentes áreas o equipos con riesgos potenciales de incendio, explosión, toxicidad y sistemas de contención para derrames, anexando planos de construcción de los mismos.

Las fallas en los equipos y en los procesos ocurren a través de una complicada interacción entre los componentes individuales. El valor de esa probabilidad de falla depende grandemente de la naturaleza de dichas interacciones. El cálculo de las probabilidades de falla es un tema de confiabilidad.

Básicamente los cálculos se soportan en la teoría de distribución de probabilidades de Poisson.

$$R(t) = e^{-\mu t}$$

La probabilidad de falla es:

$$P = 1 - R(t)$$

La función de densidad de falla se calcula como la derivada de la función de probabilidad de falla con respecto al tiempo, esto es:

$$P(t) = 1 - e^{-\mu t}$$
$$f(t) = \frac{dP(t)}{dt} = \frac{d(1 - e^{-\mu t})}{dt} = \mu e^{-\mu t}$$

El área bajo la curva de la función de densidad de falla es igual a la unidad.

Por lo tanto la probabilidad de que una falla ocurra entre dos periodos de tiempos  $t_0$  y  $t$  esta dada por

$$P_{(t_0 \text{ a } t)} = \int_{t_0}^t f(t) dt = \int_{t_0}^t \mu e^{-\mu t} dt = e^{-\mu t_0} - e^{-\mu t}$$

La constante  $\mu$  se ha calculado para una gran cantidad de componentes utilizados profusamente en las instalaciones industriales para transporte y procesamiento.

# Consultoría Especializada

Algunos de estos valores son mostrados en la siguiente tabla:

**TABLA. PORCENTAJE DE FALLAS ANUALES DE ALGUNOS COMPONENTES SELECCIONADOS**

COMPONENTE	NÚMERO DE FALLAS POR AÑO
CONTROLADOR	0,29
VÁLVULA DE CONTROL	0,60
MEDIDORES DE FLUJO	1.14
VÁLVULAS MANUALES	0.13
MEDIDORES DE NIVEL DE LÍQUIDO	1,70
MEDIDORES DE PRESIÓN	1.40
VÁLVULA SOLENOIDE	0.42
MOTOR STEPPER	0.044

Datos seleccionados de *Frank P. Lees. Loss Prevention in the Process Industries (London Butterworths, 1986)*

Para estimar la probabilidad acumulada de fallas en un sistema formado por varios componentes instalados en paralelo es el producto de multiplicar la probabilidad de falla de cada componente por la probabilidad del siguiente.

$$P = \prod_{j=1}^n (1 - R_j)$$

Al intervalo de tiempo entre dos fallas, se le conoce como tiempo entre fallas (MTBF, por sus siglas en inglés) y es igual a:

$$MTBF = \int_0^{\infty} t(f(t))dt = \frac{1}{\mu}$$

Con esta información podemos ahora si calcular el intervalo de tiempo en que se puede presentar una falla en cada uno de los componentes del sistema.

El intervalo de tiempo en que puede presentarse falla en los componentes del sistema se muestra en la siguiente Tabla:

**TABLA. INTERVALO DE TIEMPO ENTRE FALLAS**

Componente	Fallas por año $\mu$	Sobrevivencia <b>R</b>	Probabilidad de falla <b>p</b>
Controlador	0,29	0.74826357	0.25173643
Válvula de control	0,60	0.54881164	0.45118836
Medidores de flujo	1.14	0.31981902	0.68018098
Válvulas manuales	0.13	0.87809543	0.12190457
Medidores de nivel de líquido	1,70	0.18268352	0.81731648
Medidores de presión	1.40	0.24659696	0.75340304
Válvula solenoide	0.42	0.65704682	0.34295318
Motor stepper	0.044	0.95695396	0.04304604

# Consultoría Especializada

---

## **XI.1.1 DESCRIBIR DETALLADAMENTE MEDIDAS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS Y SISTEMAS DE SEGURIDAD DE LA INSTALACION**

*Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad de la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios dentro y fuera de la empresa;*

**Sistema de Control de Fugas.-** Sistema de monitoreo con registro las 24 hrs., que valida la disminución del nivel de los depósitos de combustible contra el consumo de combustible despachado por las bombas.

**Paro automático de bombas.-** Dispositivo controlado por una válvula solenoide que impide que siga abasteciéndose combustible a un vehículo cuando ha ocurrido un percance entre la manguera y la bomba despachadora. Esto reduce la cantidad de combustible derramado exclusivamente al que contenga la manguera de despacho, que no excede de los cinco litros.

**Instalación eléctrica anti explosión.-** Las bombas sumergibles, interruptores de luz y luminarias están contruidos herméticamente con la finalidad de aislar la corriente estática o las chispas que se producen al iniciar el flujo de electrones con los vapores de gasolina.

**Sistema de recuperación de vapor.** Este sistema es accionado por una bomba de vacío y tiene la finalidad de recuperar toda el combustible que por efectos de la velocidad del flujo se evapora y la retorna a los tanques de almacenamiento para que al alcanzar su presión y temperatura de saturación se condense nuevamente.

**Tanques de almacenamiento de doble pared.-** Para la estación de servicio objeto de este estudio, corresponden a dos tanques con capacidad de 40,000 lts y un tercer tanque con capacidad de 60,000 lts. Cada uno, estos tanques serán contruidos en acero al carbón y una segunda pared de fibra de vidrio en el exterior que hace las veces de dique de contención para evitar el derrame de combustible. El sistema de detección de fugas además detecta la presencia de combustible en este segundo depósito.

**Paros de emergencia.-** Es un dispositivo eléctrico colocado en cada una de las isletas de suministro de combustible para que cualquier operador en caso de presentarse una contingencia elimine la posibilidad de seguir despachando combustible y así disminuye el grado de riesgo a exclusivamente el que se haya derramado durante la operación de despacho que hemos establecido anteriormente en un volumen que no supera los cinco litros.

## Consultoría Especializada

---

Aparte de estos dispositivos de seguridad, la Estación de Servicio, deberá dar cumplimiento a lo establecido en materia de protección civil, por lo que es importante que exista:

- Señalización preventiva de ruta de evacuación, punto de reunión
- Botiquín
- Detectores de humo
- Equipo de protección personal contra incendió
- Toma siamesa en exterior

### **XI.1.2 DESCRIBIR DETALLADAMENTE MEDIDAS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS Y SISTEMAS PARA PREVENIR EMISIONES A LA ATMOSFERA**

*Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad existentes en las empresas consideradas para la prevención y control de emisiones a la atmósfera, de aguas residuales y para la generación de residuos peligrosos e industriales no peligrosos;*

La "**Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.**" (**Gasolinera**) no posee fuentes fijas de emisión a la atmósfera y solamente como medida de control para mantener la presión en el interior de los tanques de almacenamiento, se instalan tubos de venteo que permiten que la presión en el interior de los mismos y de la red que distribuye los combustibles se mantenga a presión atmosférica más medio kilogramo por centímetro cuadrado que es la presión de calibración de la válvula de desfogue.

Por lo cual, no se requieren medidas de control para este tipo de emisiones atmosféricas.

# Consultoría Especializada

---

## XI.1.3 RECOMENDACIONES TECNICO-OPERATIVAS

*Indicar claramente las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de las metodologías para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, al interior y exterior de la empresa;*

Las medidas de prevención por grado de riesgo son:

**Bajo.-** En Cada nivel del centro de trabajo, instalar al menos un extintor de acuerdo a la clase de fuego, contar con la relación de medidas de prevención, protección y combate de incendios, tener al menos un detector de incendio.

**Medio.-** En cada nivel del centro de trabajo, por cada 300 metros cuadrados o fracción, se debe instalar al menos un extintor de acuerdo a la clase de fuego.

Contar con el programa específico de seguridad o con la relación de medidas para la prevención, protección y combate de incendios.

Tener detectores de incendio.

**Alto.-** Se deben aislar las áreas, locales o edificios, separándolos por distancias o por pisos, muros o techos de materiales resistentes al fuego, uno u otro tipo de separación debe seleccionarse y determinar sus dimensiones tomando en cuenta los procesos o actividades que ahí se realicen, así como las mercancías, materias primas, productos o subproductos que se fabriquen, almacenen o manejen.

Las áreas, locales o edificios destinados a la fabricación, almacenamiento manejo de mercancías, materias primas, productos o subproductos, en los volúmenes establecidos en la columna de alto grado de riesgo de incendio, deben cumplir con lo siguiente:

- 1) Ser de materiales resistentes al fuego.
- 2) Estar aislados de cualquier fuente externa de calor, para evitar el riesgo de incendio.
- 3) Restringir el acceso a toda persona no autorizada, colocar en lugar visible señales que indiquen las prohibiciones, y la información necesaria para prevenir riesgo de incendio.
- 4) Limitar la cantidad de dichos materiales a la requerida para esas actividades.
- 5) En su caso, disponer de recipientes portátiles de seguridad para líquidos inflamables y combustibles y para residuos sólidos con líquidos inflamables, mismos que deben montar con arrestador de flama y con un dispositivo que no permita que se fuguen los líquidos.

## **Consultoría Especializada**

---

En cada nivel del centro de trabajo, por cada 200 metros cuadrados o fracción del área de riesgo, se debe instalar, al menos un extintor de acuerdo a la clase de fuego.

Contar con los programas específicos de seguridad para la prevención, protección y combate de incendios.

Contar con equipo fijo contra incendio, de acuerdo al estudio que se realice, mismo que debe determinar su tipo y características y ser complementario a los extintores.

Contar con detectores de incendio de acuerdo al estudio que se realice, mismo que debe determinar su tipo y características.

Contar con detectores de gases en las áreas donde se procesen o almacenen gases combustibles.

Contar con una brigada contra incendio.

En relación con las descargas de aguas de proceso deberán, estas, previo a la descarga a la red de drenaje municipal, deberán pasar por trampas de grasas tal como lo señalan las especificaciones de PEMEX.

La instalación eléctrica deberá instalarse acorde a la normatividad vigente (NOM-003-SEDE-2005) y realizar la verificación por medio de una unidad de verificación avalada por la secretaria de energía.

Señalar el inmueble de forma preventiva de acuerdo a la NOM-003-SEGOB-2003

# Consultoría Especializada

---

## **XI.1.4 PROGRAMAS DE CAPACITACION AL PERSONAL**

*Describir los programas de capacitación del personal de la empresa orientados a la prevención de accidentes y al control de eventos extraordinarios;*

Los programas de capacitación serán determinados en el Programa de Prevención de Accidentes que el promotor tiene obligación de presentar ante la Dirección de Protección Civil el Programa Interno de Protección Civil en el municipio de San Miguel de Allende, Gto.

## **XI.1.5 PROGRAMA DE AYUDA MUTUA**

*Definir el programa de ayuda mutua que involucre a los vecinos y que en su caso este avalado por los mismos. (En caso de que las afectaciones potenciales evaluadas representen un riesgo a las instalaciones de los vecinos y que en su caso llegue a existir el riesgo de un efecto dominó);*

El programa de ayuda mutua se definirá en concordancia con el área de Protección Civil del municipio de San Miguel de Allende, Gto.

## **XI.1.6 MECANISMOS DE PARTICIPACION DE ATENCION A EMERGENCIAS**

*Definir los mecanismos que permitan la participación de los organismos de atención a emergencias existentes en el Municipio o en la zona en que se instalará la empresa.*

La administración de la "**Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.**" (**Gasolinera**), deberá buscar el acercamiento con la administración de la **Central Camionera** a con la finalidad de establecer el programa aquí mencionado.

## Consultoría Especializada

---

### **XI.2 MECANISMOS DE CONTROL PARA EL MANEJO, CONFINAMIENTO Y DISPOSICION DE LOS RESIJDOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS**

Considerando las especificaciones de los materiales contenidas en los datos de seguridad, en relación con posibles afectaciones a los **factores medioambientales** preponderantes, existentes en la zona en que se encuentra localizada la empresa, indicar los mecanismos de prevención y control integrados a las instalaciones y al manejo en general de los materiales, productos y sub productos, residuos peligrosos, industriales no peligrosos y sólidos municipales así como para las emisiones a la atmósfera que se generan tanto al interior como al exterior de la empresa;

#### **Normas Oficiales y Normas Técnicas Ecológicas del Estado**

Las normas oficiales que se tendrán observancia serán aquellas establecidas para los materiales que se utilizarán como insumos para la realización del proyecto en sí, por lo que serán las correspondientes a la calidad de las construcciones y sus materiales.

Se propone el uso de la Norma técnica ambiental para la separación de residuos sólidos en concordancia con el programa de las 3'Rs

Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato. Prevenir la generación y controlar el manejo integral de los residuos sólidos urbanos

- ▣ Esta norma está referida a la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- ▣ Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato
- ▣ Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos.
- ▣ NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

# Consultoría Especializada

## XII.- CONCLUSIONES

Durante los el análisis que se realizó con la información recabada en trabajo de campo y de gabinete, se pudo observar lo siguiente:

La zona en que se encuentra inmerso el proyecto, se encuentra colindante a la Calzada de la Estación, jerarquizada como una *VIALIDAD PRIMARIA*, ubicada dentro de la zona urbana de San Miguel de Allende, Gto.

En proyecto se encuentra junto a la Calzada de la Estación, la cual al ser una de las vialidades principales de la cabecera municipal de San Miguel de Allende, alberga a sus costados diferentes giros enfocados al comercio y servicios, entre los usos de suelo presentes en la zona, encontramos a la Central de Autobuses, la cual se localiza frente al predio de estudio.

El proyecto de "**Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.**" (Gasolinera), representará un Riesgo Potencial, el cual para que se produzca un incidente deben de acumularse una serie de fallas tanto humanas como de los sistemas de seguridad que se implementarán para la prevención de accidente.

Por las características del proyecto se formularon tres posibles escenarios en donde se involucran riesgo de inflamabilidad, riesgo de explosividad y riesgo de toxicidad.

### **Escenario 1: Riesgo de inflamabilidad**

El daño máximo catastrófico originado por el incendio de gasolina derramada durante dos segundos, ocasionado por la fuga de combustible en la manguera de despacho.

### **Daño máximo catastrófico**

Radiación	Lesiones por quemadura debido a la radiación térmica		
	Radio de afectación	Tiempo para dolor severo (seg)	Tiempo para quemadura de 2° grado (seg)
1.40 kW/m <sup>2</sup>	29.22 m	80 seg	425 seg
5.00 kW/m <sup>2</sup>	16.88 m	13 seg	40 seg

# Consultoría Especializada

## Escenario 2: Riesgo de Explosividad

Explosión en el área de despacho de la estación de servicio, durante el llenado del tanque de combustible de un vehículo, ante tal evento se formuló un Modelo de Sobre presión provocada por nubes explosivas.

### Daño máximo catastrófico

Sobrepresión * (psi)	Estimado de daños por sobrepresión en explosiones	
	Radio de afectación	Daño esperado
1.00	9.05 m	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables
0.50	15.39 m	Normalmente ventanas despedazadas, algo de daño en los marcos de las mismas.

\* Estas son sobre presiones máximas formadas por encima de la presión atmosférica normal debido a las ondas de choque o impacto.

## Escenario 3: Riesgo de Toxicidad

Fuga de combustible (gasolina magna) en el área de despacho de la estación de servicio, durante el llenado del tanque de combustible de un vehículo, ante tal evento se formuló un Modelo de Nube Inflamable por Evaporación de un Derrame (SLAB), en donde se obtuvieron los siguientes radios de riesgo:

### Daño máximo catastrófico

Radios de concentración a una altura de 0.00 (nivel de piso)			
Concentración	Radio de afectación	Límites de exposición	Zona
100 ppm	19.39 m.	TLV <sub>8</sub>	Amortiguamiento
300 ppm	6.35 m.	TLV <sub>15</sub>	Amortiguamiento
500 ppm	3.74 m.	LC50	Alto riesgo

Con lo anterior concluimos que para el caso de eventos que involucren un incendio, el área de amortiguamiento será de 29.22 mts, y la zona de alto impacto será de 16.88 mts., mientras que para el caso de una explosión, el área de amortiguamiento será de 18.54 mts, y la zona de alto impacto será de 3.26 mts.

Para los posibles eventos que pudieran ocurrir dentro de las instalaciones de la "Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera) ó su entorno inmediato, por lo que podemos mencionar respecto a las concentraciones de vapores y el riesgo de toxicidad que estas representan, el (idlh), se concentrará en la zona de alto riesgo, toda vez que la exposición de concentración de contaminantes que es tal que es imposible escapar del ambiente; y en el área de amortiguamiento, la concentración límite de contaminantes (tlv<sub>8</sub>), es aquella ponderada en el tiempo para una jornada normal de 8 hrs. Diarias y 40 hrs. Semanales a la cual, la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, sin sufrir efectos adversos.

## Consultoría Especializada

Mientras que en el análisis de los diferentes escenarios, se pudo determinar que para el caso de la toxicidad, **no existe una zona de alto riesgo**, tal como lo marca la norma, debido a que no existe información toxicológica específica para la gasolina o el diesel. La información está basada en productos similares, en los cuales no se tienen registro de concentraciones que representen **IDLH** Inmediatamente peligroso para la vida o la salud (Immediately Dangerous of Life or Health.)

En el caso de la inhalación, se tiene una ausencia de peligros asociados en operaciones normales. La inhalación de gases puede provocar dolores de cabeza, náuseas, somnolencia e irritaciones en las vías de respiratorias y los pulmones con posibles efectos al sistema nervioso central. Debido a que la gasolina contiene benceno (cancerígeno conocido), la exposición continuada a altos niveles de gases puede ser tóxica, y en casos extremos puede ocasionar leucemia.

Por tal motivo se tomará como zona de alto riesgo la concentración registrada como LC50 y esta será de 3.74 m a nivel de piso, mientras que la zona de amortiguamiento será de 19.39 m, también a nivel de piso

Por lo tanto las concentraciones que se den en las áreas de despacho, estas se encuentran dentro de los valores limites de umbral **TLV** (Threshold Limit Value).

	Toxicidad (concentración)	Inflamabilidad (radiación térmica)	Explosividad (sobre presión)
Zona de alto riesgo	3.74 m. idlh	16.88 m. 5kw/m <sup>2</sup>	9.05 m. 1.0 lb/plg <sup>2</sup>
Zona de amortiguamiento	17.394 m Tlv8 O tlv15	29.22 m. 1.4kw/m <sup>2</sup>	15.39 m 0.5 lb/plg <sup>2</sup>

La "**Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.**" (**Gasolinera**), conlleva riesgos de cuales fueron analizados y evaluados los incidentes con mayor probabilidad de ocurrencia, arrojando resultados en los que se puede apreciar que las zonas de alto riesgo, se encuentran contenidas dentro de la "**Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V.**" (**Gasolinera**), o las vialidades contiguas, no obstante, se contará con los elementos de seguridad y diseño necesarios para su adecuada operación, aunado a la capacitación del personal, esto con el fin de proteger la integridad y patrimonio tanto del inmueble como de los vecinos de la zona; Con esto mitigamos el riesgo.

## Consultoría Especializada

Derivado del estudio de riesgo es conveniente se cumpla con las **MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RIESGO PLANTEADAS DE FORMA PREVENTIVA**, la **"Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera)**, presenta riesgos adherentes los cuales derivado de errores humanos, fallas de material o de los equipos pudieran provocar eventualidades con daños a las personas, sus bienes y el entorno, por lo que se plantean las siguientes recomendaciones:

- ✦ La **"Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera)**, deberá contar con un **Programa Interno de Protección Civil** considerando todos los riesgos internos y externos para la atención de emergencias y en referencia a la Ley y Reglamento de Protección Civil para el Estado de Guanajuato.
- ✦ Así mismo deberá implementar un **Programa de Capacitación** en lo siguiente:
  - ✦ **Combate y prevención de incendios** así como el manejo de mangueras.
  - ✦ **Atención de emergencias**
  - ✦ **Operación de descarga de combustible en los tanques de almacenamiento y de carga a los vehículos.**
- ✦ Tener un **programa de mantenimiento de los dispositivos de seguridad**. (Válvulas de Seguridad, Paros inmediatos, Válvulas de corte rápido de combustible, etc).
- ✦ La instalación del equipo de combate de incendios y a las especificaciones para proyecto de construcción de estaciones de servicio de PEMEX – Refinación, y así también deberá ser de acuerdo a la NOM-002-STPS-2000.

Con el cumplimiento de las medidas de mitigación se coadyuva a disminuir los riesgos en el inmueble así como en la zona, pero no se está exento de una eventualidad por alguna circunstancia de factores externos, el contar con un programa interno de protección civil, las brigadas conformadas y capacitadas, elementos de extinción de incendios en condiciones óptimas así como un plan para emergencias ya establecidos con las autoridades, llevarán a tener una respuesta mucho más rápida y eficiente ante cualquier siniestro.

Mantener una operación segura significa que se cumpla con los planes y programas de capacitación, mantenimiento y auditorias de seguridad de forma permanente.

Es importante dar cumplimiento a la normativa vigente aplicable para el giro ya que esta se ha realizado con el fin de prevenir, detectar, tomar acciones en caso de eventualidades.

## Consultoría Especializada

Dentro del análisis de los distintos escenarios de riesgo se dan una serie de radios de afectación mismos que concuerdan a las simulaciones determinadas, existe siempre la probabilidad de una eventualidad misma que en ningún giro de ningún rubro se podrá descartar, ya sea por causas directas o indirectas, sin embargo con la realización de las medidas de mitigación se aminoran los riesgos de que se presente esta.

Por los radios presentados dentro de la situación y el análisis realizado se concluye que se da una factibilidad positiva para el proyecto de **"Estación COMBU-EXPRESS, S.A. de C.V." (Gasolinera)**.

San Miguel de Allende, Gto. Enero de 2015.



**M. en P.U.R. y Arq. Sandra V. Pérez Melesio**

<b>Responsable del proyecto de Análisis de Riesgo</b>	<b>Realización de:</b>
<p><b>M. en P.U.R. y Arq. Sandra V. Pérez Melesio</b> Domicilio para oír notificaciones Circuito Virreyes 2039, Fraccionamiento Villas del Benavente I, Celaya, Gto. Tel. (461) 616 02 73 <a href="mailto:plurbana1@hotmail.com">plurbana1@hotmail.com</a></p>	 <b>M. en P.U.R. y Arq. Sandra V. Pérez Melesio</b> Conceptualización del estudio

# Consultoría Especializada

---

## XIII. - SOPORTE BIBLIOGRÁFICO

1. IRIS SINCE. INEGI. *Principales Resultados por Localidad 2005*
2. *Ordenamiento Ecológico del Estado de Guanajuato.*
3. *Canutec – Ergo 2008*
4. *Fire Protection Guide on Hazardous Materials, 8a. Ed., Asociación Nacional de Prevención de Incendios (NFPA), Quincy, MA, 1984.*
5. *CHRIS Hazardous Chemical Data, Guardia Costera EEUU, Estados Unidos, Departamento de Transporte, Washington, D.C., 1978.*
6. Buettener, K., "Efectos del frío y calor extremos sobre la piel humana, II. Temperatura superficial, dolor y conductividad de calor en experimentos con calor radiante", *Fis. Ap. Vol. 3. P. 703, 1951.*
7. Metha, A.K., et al., "Medición de la inflamabilidad y potencial de combustión de tejidos", *Reporte sumario a la Fundación Nacional de la Ciencia bajo concesión #GI-31881, Laboratorio de investigación de combustibles, MIT, Cambridge, Mass., 1973.*
8. Lees, F.P.; *Prevención de Pérdidas en Industrias de Procesos, Vol. 1, Butterworths, London & Boston, 1980*
9. *Modelos de Simulación para Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones, 2005*
10. *Chemical Process Safety, Daniel A. Crowl / Joseph F. Louvar. Prentice Hall PTR. Second Edition. New Jersey: 2002*
11. *Perrys Chemical Engineers Handbook. Sixth Edition. Robert H. Perry, Don Green. Mc Graw Hill International Editions 1984*