

“MATERIALES PELIGROSOS”

Simulación de escenarios de accidentes

Ing. Juana Lorena Mora Fonseca

25 DE NOVIEMBRE DE 2022

Simulación de escenarios de accidentes



GOBIERNO DE
MÉXICO

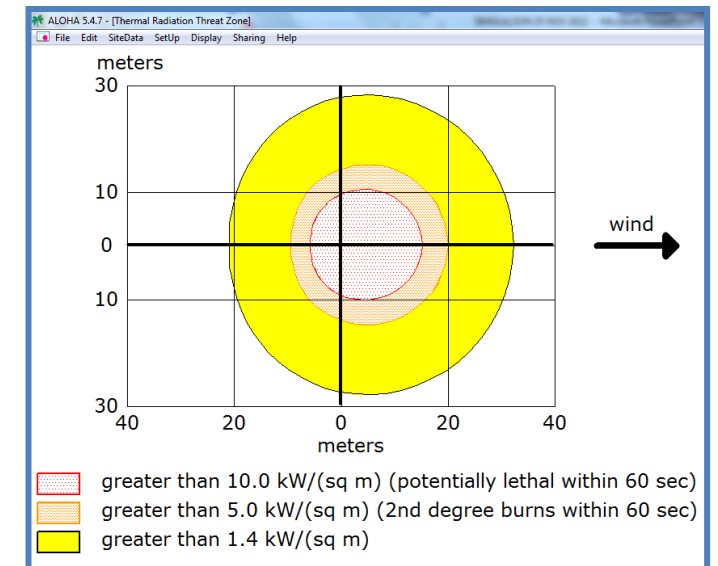
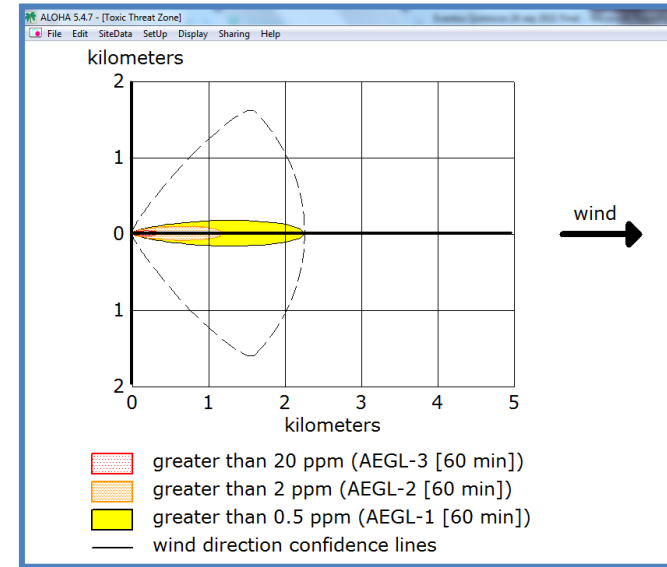
SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL

CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

Simulación. Representación de un Escenario de Riesgo o fenómeno mediante la utilización de sistemas o herramientas de cómputo, modelos físicos o matemáticos u otros medios, que permite estimar las consecuencias de estos. (ASEA, Guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos)

Escenario de Riesgo: Determinación de un evento hipotético derivado de la aplicación de la metodología de identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, en el cual se considera la probabilidad de ocurrencia y severidad de las consecuencias y, posteriormente, determinar las zonas potencialmente afectadas mediante la aplicación de modelos matemáticos para la simulación de consecuencias; (ASEA; Guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos).



La identificación de peligros se tiene que realizar para cada una de las instalaciones y a su vez para cada sustancia química peligrosa involucrada.

La selección de una metodología depende de factores diversos, como la complejidad del proceso, la experiencia del personal de la planta, la experiencia de los evaluadores, entre otros. Las técnicas más utilizadas para la identificación de peligros y evaluación de riesgos más representativas en la industria son las siguientes:

- ✓ Estudio de análisis de riesgo y operabilidad, Hazard and Operability Study (HazOp)
- ✓ Análisis de árbol de fallas, Fault Tree Analysis (FTA)
- ✓ Análisis de árbol de eventos, Event Tree Analysis (ETA)
- ✓ Análisis de modo de falla y sus efectos, Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)
- ✓ Análisis que pasa sí, What if Analysis (WI)
- ✓ Análisis Que pasa sí/Lista de verificación, What if/Check list (WI/CL)
- ✓ Análisis de Lista de Verificación, Checklist Analysis (CL)
- ✓ Análisis Preliminar de Riesgo, Preliminary Hazard Analysis (PHA)

Simulación de escenarios de accidentes



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



Consecuencia. Resultado real o potencial de un evento no deseado, medido por sus efectos en las personas, en el ambiente, en la producción y/o instalaciones, así como la reputación e imagen.
(NRF-018-PEMEX-2007)

Análisis de consecuencias. Estudio y predicción cualitativa de los efectos que pueden causar eventos o accidentes que involucran fugas de tóxicos, incendios o explosiones entre otros, sobre la población, el ambiente y las instalaciones.
(NRF-018-PEMEX-2007)



Los accidentes con sustancias químicas pueden tener efectos negativos sobre:

1. La **población**: provocando muerte, lesión, invalidez, intoxicación o enfermedad, ya sea a corto, mediano o largo plazo.
2. El **ambiente**: produciendo contaminación del suelo, aire, agua superficial y agua subterránea. Miércoles 21 de diciembre de 2016 DIARIO OFICIAL (Primera Sección) 61
3. Las **construcciones**: ocasionando daño a equipos, instrumentos, instalaciones industriales, casas y comercios.
4. La **economía**: debido a la suspensión de actividades productivas, pérdida de empleos, gastos de reconstrucción de viviendas y servicios públicos, así como gastos para el auxilio de la población afectada.

Simulación de escenarios de accidentes

Zona de riesgo: área donde en caso de presentarse un evento (fuga, derrame, incendio o explosión) con sustancias químicas peligrosas, las concentraciones, radiación térmica y ondas de sobrepresión que se alcanzan, pueden producir efectos serios a la salud de la población, a los bienes o al ambiente, o pueden impedir a las personas llevar a cabo acciones de escape. Por lo que esta área es de restricción total en la **que no se debe permitir ningún tipo de actividad**, incluyendo asentamientos humanos, agricultura con excepción de actividades de forestación.



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC

COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

Zona de amortiguamiento: área donde si se presenta un evento (fuga, derrame, incendio o explosión) con sustancias químicas peligrosas, las concentraciones, radiación térmica y ondas de sobrepresión que se alcanzan no necesariamente pueden producir efectos serios a la salud de la población, a los bienes o al ambiente, o que impidan a las personas llevar a cabo acciones de escape. Por lo que en esta **zona se puede permitir determinadas actividades productivas que sean compatibles**, con la finalidad de salvaguardar a la población y al ambiente restringiendo el incremento de la población asentada.



Parámetros de interés



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

Zona	Toxicidad (ppm)	Incendio (Radiación Térmica)	Explosión sobrepresión)
Zona de Riesgo	IDLH	5.0 kw/m ² (1500 BTU/ft ² h)	1 lb/pulg ²
Zona de amortiguamiento	TLV ₈	1.4 kw/m ² (440 BTU/ft ² h)	0.5 lb/pulg ²

Guía para la presentación del Estudio de Modalidad Análisis de Riesgo (**SEMARNAT**)

Tabla 19.1 Criterios generales para establecer escenarios de liberación “Niveles de interés”

Zona	Toxicidad (ppm)	Incendio (Radiación Térmica)	Explosión (sobrepresión)
Zona de Riesgo	AEGL-2	5.0 kw/m ² (1500 BTU/ft ² h)	1 lb/pulg ²
Zona de amortiguamiento	AEGL-1	1.4 kw/m ² (440 BTU/ft ² h)	0.5 lb/pulg ²

Anexo 19 de la Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos (**CENAPRED**)

Tabla 31. Parámetros para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo

Zona	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Toxicidad (concentración)	-	IDLH (ppm)	TLV (8 h, TWA) o TLV (15 min, STEL) (ppm)
Inflamabilidad (radiación térmica)	Rango de 12.5 kw/m ² a 37.5 kw/m ²	5.0 kw/m ² (1500 BTU/ft ² h)	1.4 kw/m ² (440 BTU/ft ² h)
Explosividad (sobrepresión)	Rango de 3 lb/in ² a 10 lb/in ²	1 lb/in ² (0.070 kg/cm ²)	0.5 lb/in ² (0.035 kg/cm ²)

Guía para la elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (**ASEA**)

Simulación de escenarios de accidentes

Programas de simulación

- ✓ **PHAST** (Computer Aided Management Emergency Operations)
- ✓ **SCRI** (Simulación de Contaminación y Riesgos en Industrias)
- ✓ **ALOHA** (Aerial Locations of Hazardous Atmospheres - Localización de áreas de atmósferas peligrosas)
- ✓ **TRACE** (Toxic Release Analysis Chemical Emissions – Análisis de Emisiones Tóxicas Químicas)
- ✓ **TSCREEN** (A Model for Screening Toxic Air Pollutant Concentrations - Modelo para Evaluar las Concentraciones de Contaminantes Tóxicos en el Aire)
- ✓ **DEGADIS** (Dense Gas Dispersion Model – Modelo de Dispersión de Gases Densos)
- ✓ **HEGADAS** (Heavy Gas Dispersion from Area Sources - Dispersión de Gases Pesados a partir de Fuentes de Área)



GOBIERNO DE MÉXICO

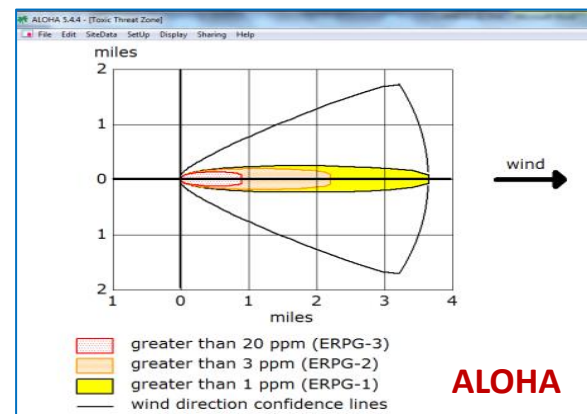
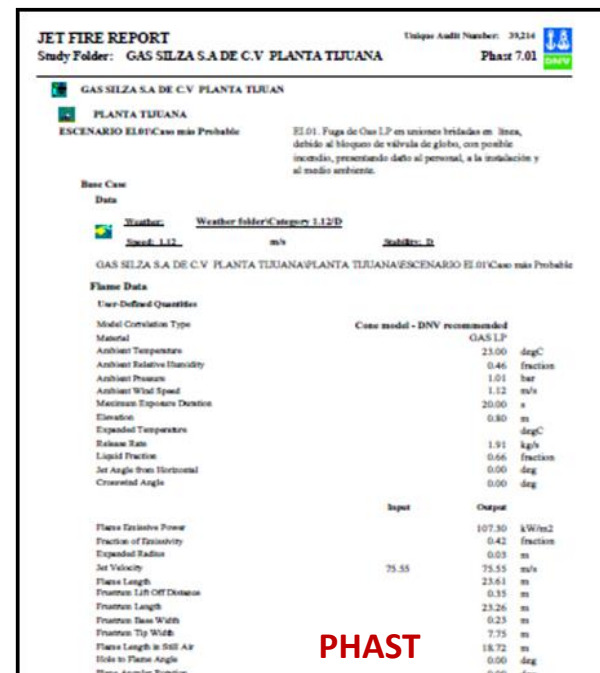
SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES



Simulación de escenarios de accidentes



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

 **CNPC**
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL

 **CENAPRED**
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

Industria



Autotanque



Carrotanque



Ducto o tubería



Simulación de escenarios de accidentes

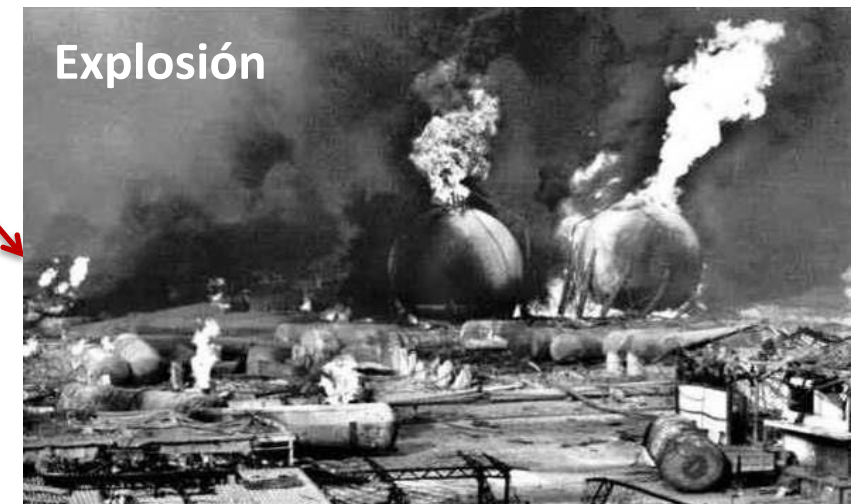


GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL

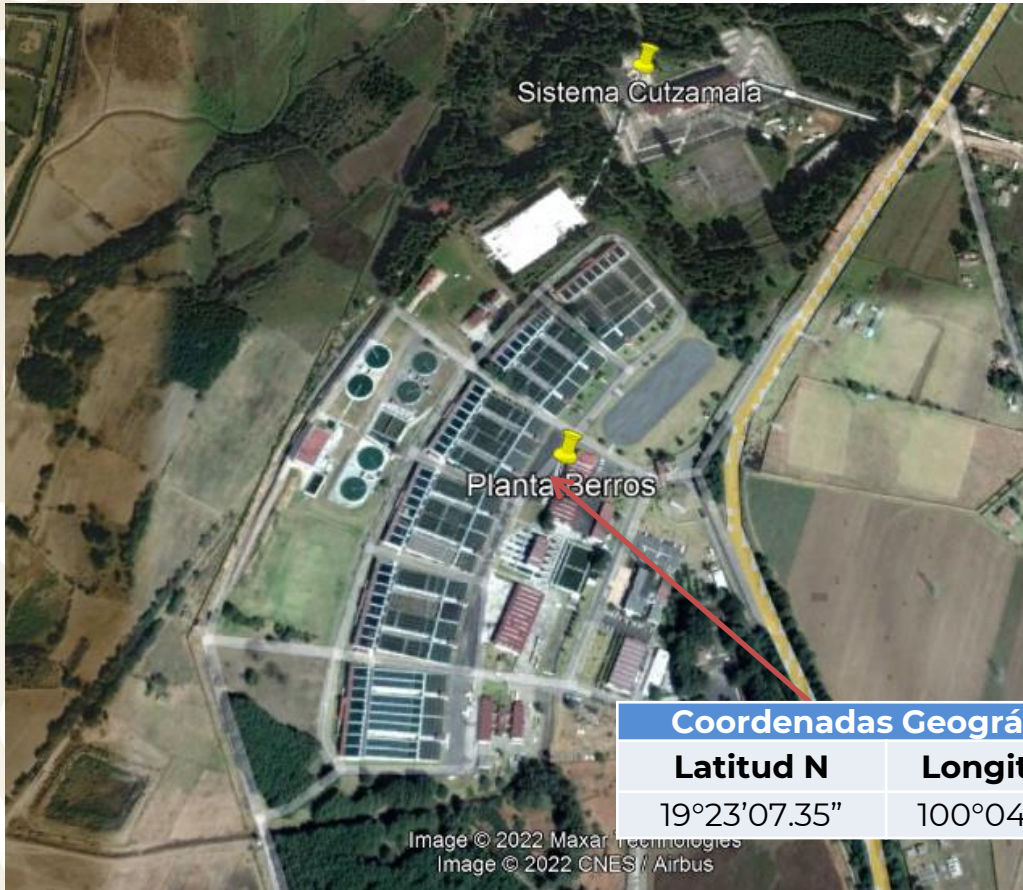
CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES



POSIBLES
EVENTOS

Los **programas de cómputo para la modelación de escenarios**, requieren para su utilización información sobre las condiciones meteorológicas del lugar del accidente, las propiedades fisicoquímicas de la sustancia involucrada, las concentraciones o niveles de interés, las características del recipiente que contiene a la sustancia, entre otros.

1. Ubicación geográfica (coordenadas latitud y longitud).



2. Sustancia química

- Propano
- Cloro
- Gasolina
- Amoniaco
- Hexano



Simulación de escenarios de accidentes



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC

COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

3.- Condiciones atmosféricas: temperatura, velocidad y dirección del viento, altura a la que se mide la velocidad del viento, clase de estabilidad atmosférica, humedad relativa, etc.

ESCENARIO PARA EL PEOR CASO	ESCENARIO ALTERNATIVO
Estabilidad y velocidad del viento	
Estabilidad F y velocidad del viento de 1.5 m/s. Puede utilizarse una velocidad del viento mayor y una atmósfera menos estable, siempre y cuando se demuestre que los datos están de acuerdo a mediciones meteorológicas locales.	Debe utilizarse la velocidad del viento promedio anual y estabilidad de acuerdo a mediciones meteorológicas locales. En caso de no contar con estos valores se deberá emplear estabilidad D y velocidad del viento de 3.0 m/s.
Temperatura ambiente y humedad	
Temperatura de 25°C (77°F) y 50% de humedad. Cuando se tienen registros confiables puede utilizarse la temperatura máxima diaria y la humedad promedio para los últimos 3 años.	Deben emplearse la temperatura y humedad de acuerdo con los registros meteorológicos locales. Si no se dispone de estos valores deberá emplearse temperatura de 25°C (77°F) y 50% de humedad.
Rugosidad de la superficie	
Utilizar según corresponda	
<ul style="list-style-type: none">• Área urbana, implica muchos obstáculos en el área inmediata, incluidas las construcciones y los árboles• Área rural, no hay construcciones en el área inmediata y el terreno generalmente es plano y con pocos árboles	

Dirección del viento

Wind Directions
(Listed in Clockwise Order, Starting from North)

Wind Direction	Compass Point (short symbol)	Angle (degrees measured clockwise from due north)	Example: Northeast (NE) or 45° wind (thick arrow represents direction <i>toward</i> which wind blows; wind direction is direction <i>from</i> which wind blows)
north	N	0°	
north of northeast, or north-northeast	NNE	22.5	
northeast	NE	45°	
east of northeast, or east-northeast	ENE	67.5°	
east	E	90°	
east of southeast, or east-southeast	ESE	112.5°	
southeast	SE	135°	
south of southeast, or south-southeast	SSE	157.5°	
south	S	180°	
south of southwest, or south-southwest	SSW	202.5°	
southwest	SW	225°	
west of southwest, or west-southwest	WSW	247.5°	
west	W	270°	
west of northwest, or west-northwest	WNW	292.5°	
northwest	NW	315°	
north of northwest, or north-northwest	NNW	337.5°	

La flecha gruesa representa la dirección hacia la que sopla el viento; la dirección del viento es la dirección desde la que sopla el viento

Simulación de escenarios de accidentes



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL

CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

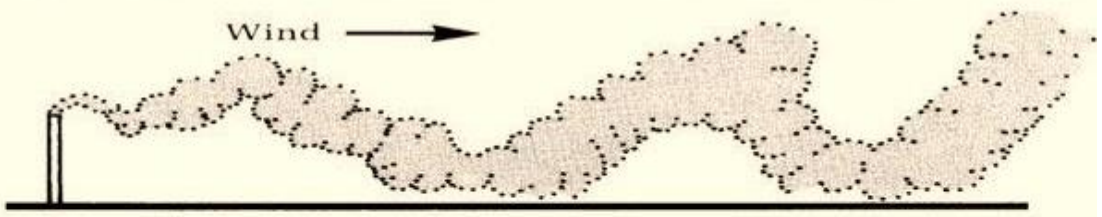
Correlaciones para estabilidad atmosférica de Pasquill-Gifford

Velocidad del viento [m/s]	Radiación solar intensa	Radiación solar moderada	Muy poca radiación solar	poca radiación solar	En la noche. Poco nubosidad	En la noche. Nubosidad <3/8
<2	A	A-B	B	-	-	-
2-3	A-B	B	C	E	F	F
3-4	B	B-C	C	D	E	E
4-6	C	C-D	D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D	D

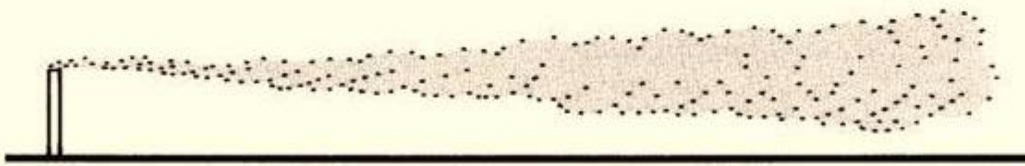
Estabilidad Atmosférica según el esquema Pasquill Gifford

Estabilidad Pasquill-Gifford	Descripción	Tiempo y clima	Velocidad del viento [m/s]
F	Muy Estable	Noche	< 3
E	Estable	↓	2 a 4
D	Neutral	Nublado o con viento	Cualquiera
B o C	Inestable	↓	2 a 6
A	Muy inestable	Soleado	< 3

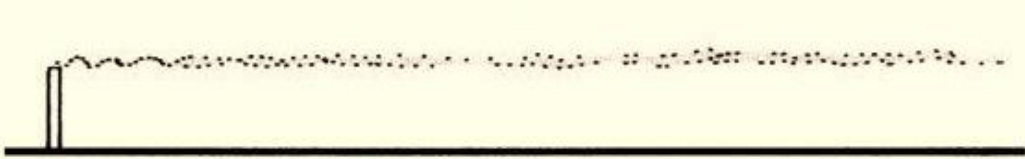
Categoría de Estabilidad	Clasificación	Fenómenos Naturales	Tiempo del día más probable	Estación del año más probable
A	Muy inestable	Fuerte inestabilidad térmica, luz del sol brillante	Media mañana o media tarde	Primavera y verano
B	Inestable	Periodo de transición, mezclado moderado	Transición diurna	Todo el año
C	Ligeramente inestable	Periodo de transición, mezclado ligero	Transición diurna	Todo el año
D	Neutral	Viento fuerte, nublado, transiciones día/noche	De día/nublado, de noche/nublado, viento fuerte, transición a luz diurna	Todo el año
E	Ligeramente estable	Periodo de transición, vientos moderados nocturnos	Transición nocturna	Todo el año
F	Muy estable	Cielos nocturnos claros, mezclado vertical muy limitado, pluma tortuosa y ventilada	De noche, cielos despejados, viento ligero	Todo el año



Strong lapse condition (looping)



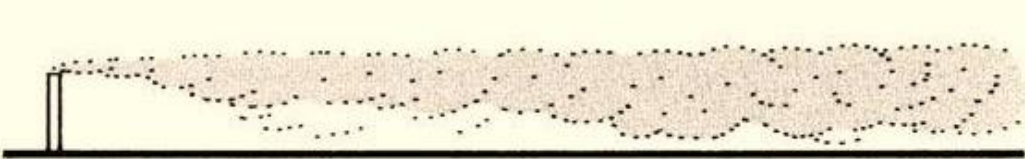
Weak lapse condition (coning)



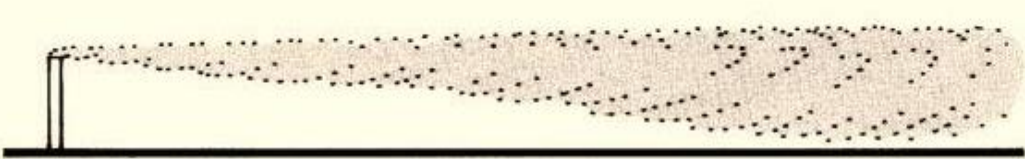
Inversion condition (fanning)



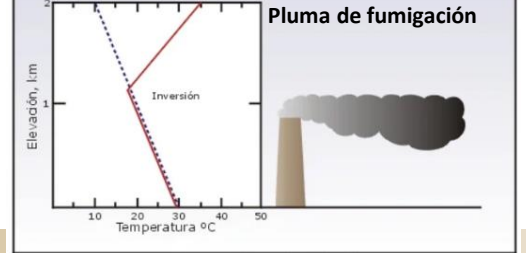
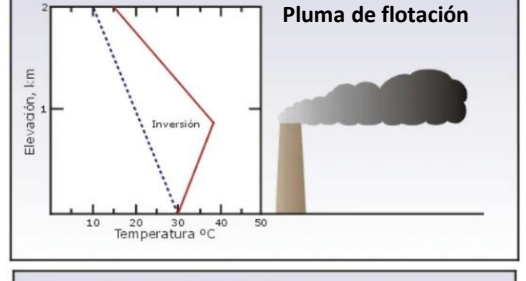
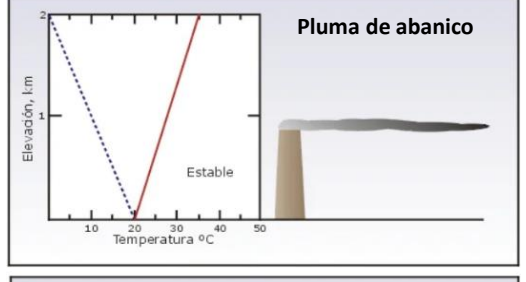
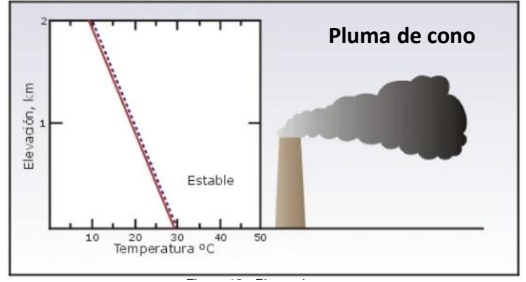
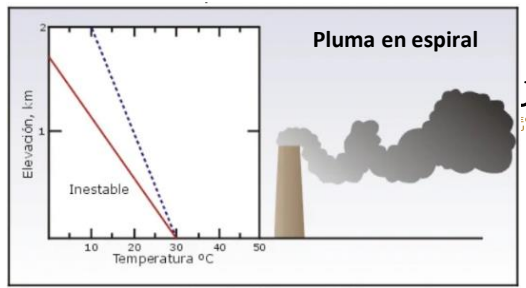
Inversion below, lapse aloft (lofting)



Lapse below, inversion aloft (fumigation)



Weak lapse below, inversion aloft (trapping)



Estabilidad de Pasquill

Condiciones de inestabilidad, mayor turbulencia y dispersión más rápida.

- A:** Condiciones extremadamente inestables
- B:** Condiciones moderadamente e inestables
- C:** Condiciones ligeramente inestables
- D:** Condición neutra
- E:** Condiciones ligeramente estable
- F:** Condiciones moderadamente estable

Simulación de escenarios de accidentes

4. Fuente de emisión donde proviene la fuga o derrame (capacidad del tanque, diámetro y longitud del tanque, cantidad de masa almacenada, velocidad de emisión, tamaño del orificio de fuga, altura en la que esta localizada, etc.).



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL

CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

Dimensiones del tanque



Simulación de escenarios de accidentes



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL

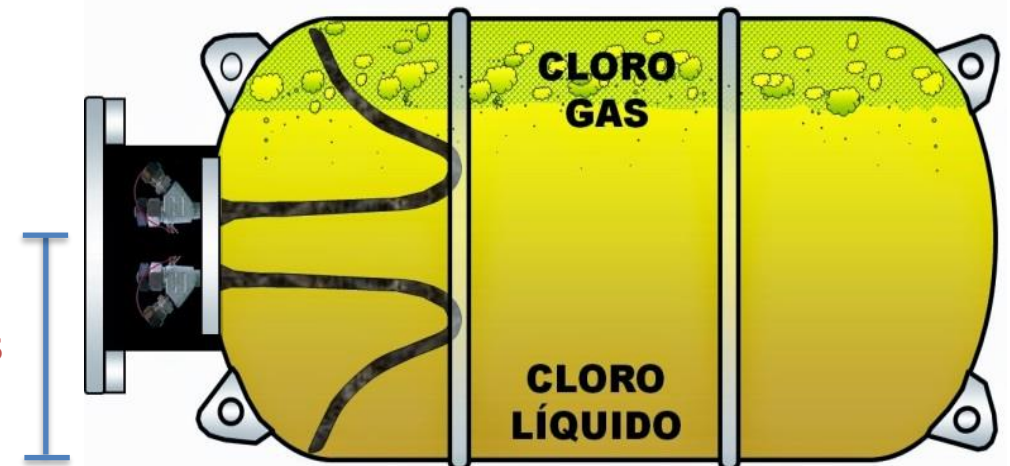
CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

ESCENARIO PARA EL PEOR CASO	ESCENARIO ALTERNATIVO
Altura de la liberación	
Para sustancias tóxicas considerar nivel del suelo .	Manejar a nivel del suelo o bien establecer la altura de liberación para el escenario.
Temperatura a la que la sustancia es liberada	
Para líquidos diferentes a gases licuados por refrigeración, considerar que la liberación ocurre a la temperatura ambiente máxima diaria de acuerdo a registros meteorológicos. Para gases licuados por refrigeración considerar el punto de ebullición.	Utilizar lo establecido para el peor caso o considerar la temperatura a la cual está almacenada la sustancia o la temperatura del proceso o la temperatura ambiente.



0.38 metros

Altura del orificio de fuga



Simulación de escenarios de accidentes



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CRITERIOS PARA ASIGNAR EL DIÁMETRO DE FUGA: La liberación en un sistema (tanque, ducto, autotanque, carrotanque, etc.) suelen generarse principalmente en las conducciones, son causadas por una fractura, ruptura, oxidación, soldadura defectuosa, corrosión, sellado imperfecto o mal funcionamiento de accesorios y dispositivos utilizados en éstos.

TAMAÑO DE ORIFICIO DE FUGA

Sugiere tamaños de orificio característicos para una serie de equipos de proceso (ejemplo: para las tuberías se propone el **20%** y el **100%** del diámetro de la tubería.

Algunos analistas utilizan orificios de **2 y 4 pulgadas**, independientemente del tamaño de la tubería.

Algunos analistas utilizan una gama de tamaños de orificio que van de pequeños a grandes, como **0.2, 1, 4 y 6** pulgadas y roturas completas para tuberías de menos de 6 pulgadas de diámetro.

Algunos analistas utilizan procedimientos más detallados. Sugieren que el 90% de las fallas en tuberías es de un orificio inferior al **50%** del área de la tubería. Se sugiere lo siguiente:

- Tuberías de hasta **1 1/2"** de diámetro, utilice orificio de **5 mm** y diámetro de la tubería.
- Tuberías de **2 a 6"** de diámetro, utilice orificios de **5 mm, 25 mm** y diámetro de la tubería.
- Para tuberías de **8 a 12"** utilice orificios de **5, 25, 100 mm** y diámetro de la tubería.
- En el caso de las bombas, observe las líneas de succión y descarga. Considerar la posibilidad de una fuga en el sello con diámetro de orificio de **5, 25 y 100 mm**, dependiendo el tamaño de la línea.

PEMEX en el procedimiento **DCO-GDOESSPA-CT-001 Rev.0 19/09/2017** “*Criterios técnicos para simular escenarios de riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas, en instalaciones de Petr6leos Mexicanos*”, se~ala que, para el caso de **l~neas de proceso, ductos, bridas, sellos o empaquetaduras en v~lvulas de proceso**, debe utilizarse el Di~metro Equivalente de Fuga (DEF) y podr~n utilizarse los siguientes criterios seg~n sea el caso (alternativo o m~s probable).

Para el caso alternativo	L~neas de proceso $\frac{3}{4}'' \leq DN \leq 2''$	DEF= 1.00 veces del di~metro nominal de la l~nea de proceso.
	L~nea de proceso $2'' < DN \leq 4''$	DEF= 0.30 veces del di~metro nominal de la l~nea de proceso.
	L~nea de proceso o ductos de transporte: $6'' \leq DN$	DEF= 0.20 veces del di~metro nominal de la l~nea de proceso.
	Bridas	Seg~n el di~metro de la l~nea de proceso, aplican los criterios anteriores (1.0*(DN), 0.3*(DN) y 0.2*(DN))
	Sellos mec~nicos en equipo rotatorio de proceso	Para todos los tama~os de flechas DEF= Calcular con el 100% del ~rea anular.
	Sellos o empaquetaduras en v~lvulas de proceso	Para todos los tama~os de v~stagos DEF= Calcularlo con el 100% del ~rea anular.
	El DEF en el cuerpo de un recipiente, ser~ aquel que sea determinado por el grupo multidisciplinario de An~lisis y evaluaci6n de riesgos	
Para el caso m~s probable	L~neas de proceso $\frac{3}{4}'' \leq DN \leq 2''$	DEF= 0.20 veces del di~metro nominal de la l~nea de proceso.
	L~nea de proceso $2'' < DN \leq 4''$	DEF= 0.6'' por corrosi6n, perdida de material, golpe o falla en soldadura.
	L~nea de proceso o ductos de transporte: $6'' \leq DN$	DEF= 0.75'' para DN de 6'' a 14'' DEF= 1.25'' para DN de 16'' a 24'' DEF= 2.0'' para DN mayores a 30'' (por corrosi6n, perdida de material, golpe o falla en soldadura)
	Bridas	Aplican los mismos criterios de las l~neas de proceso para los casos m~s probables.
	Sellos mec~nicos en equipo rotatorio de proceso. Empaquetaduras en v~lvulas de proceso	DEF= Calcularlo con el 40% del ~rea anular que resulte.
	El DEF en el cuerpo de un recipiente, ser~ aquel que sea determinado por el grupo multidisciplinario de An~lisis y evaluaci6n de riesgos	

Simulación de escenarios de accidentes

Criterios del Instituto Americano de Ingenieros Químicos (American Institute of Chemical Engineers, **AICHE**), se debe simular un rango de tamaños de diámetros de fugas en las diferentes secciones del proceso identificadas como escenarios para el análisis de consecuencias, que permita al analista tener todo el rango de posibilidades cubierto; los tamaños seleccionados fueron **0.5"**, **1.0"** y **3.5"** para fugas catastróficas de acuerdo a los diámetros de tubería que manejará el proceso. Estos orificios podrían ser ocasionados por vibración, deterioro, corrosión o golpes externos.



Diámetros de orificio característicos – tiempo de fuga

Diámetro orificio (in)	Tiempo de fuga (min)
0.25	60
1.0	30
4.0	20

Fuente: API 581

Criteria para asignar tiempos de duración de las fugas

Situación	Duración de la fuga de escape	
	Ruptura total	Ruptura parcial
Válvula operada remotamente y existencia de detectores	2 minutos	5 minutos
Válvula manual y existencia de detectores	5 minutos	10 minutos
Válvula operada remotamente sin detectores	5 minutos	10 minutos
Válvula manual sin detectores	10 minutos	20 minutos

Fuente: "Guidelines for Quantitative Risk Assessment" CPR18E
(Purple book ed. 1999)

Guías para la evaluación cuantitativa del riesgo



Simulación de escenarios de accidentes



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

Criterios para asignar tiempos de fuga

Sistemas automáticos	Tiempo de control	t fuga
Detección de fuga con sistema automático de bloqueo (totalmente automático)	El tiempo de cierre de válvulas de bloqueo es de 2 minutos: <ul style="list-style-type: none"> • 30 s para que el gas llegue al detector; • 30 s para que la señal de cierre del detector llegue a la válvula de cierre; • 1 min para cerrar las válvulas. 	2 minutos
Sistema de bloqueo a control remoto y detección de fuga automático.	El tiempo de cierre de válvulas de bloqueo es de 10 minutos: <ul style="list-style-type: none"> • 30 s para que el gas llegue al detector; • 30 s para que la señal de alerta del detector llegue al cuarto de control; • 7 min para que el operador valide la señal • 2 min para cerrar las válvulas, que se realiza por un switch en el cuarto de control. 	10 minutos
Sistema de bloqueo operado manualmente con detección automática de fuga.	El tiempo de cierre de válvulas de bloqueo manual es de 30 minutos: <ul style="list-style-type: none"> • 30 s para que el gas llegue al detector; • 30 s para que la señal de alerta del detector llegue al cuarto de control; • 7 min para que el operador valide la señal; • 15 min para que el operador se dirija a la válvula de bloqueo y haga uso del equipo de equipo de protección personal; • 7 min para retirar los cierres de seguridad y cerrar las válvulas de bloqueo de manera local y manual. 	30 minutos

5. Parámetros de interés



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

Zona	Toxicidad (ppm)	Incendio (Radiación Térmica)	Explosión sobrepresión)
Zona de Riesgo	IDLH	5.0 kw/m ² (1500 BTU/ft ² h)	1 lb/pulg ²
Zona de amortiguamiento	TLV ₈	1.4 kw/m ² (440 BTU/ft ² h)	0.5 lb/pulg ²

Guía para la presentación del Estudio de Modalidad Análisis de Riesgo (**SEMARNAT**)

Tabla 19.1 Criterios generales para establecer escenarios de liberación “Niveles de interés”

Zona	Toxicidad (ppm)	Incendio (Radiación Térmica)	Explosión (sobrepresión)
Zona de Riesgo	AEGL-2	5.0 kw/m ² (1500 BTU/ft ² h)	1 lb/pulg ²
Zona de amortiguamiento	AEGL-1	1.4 kw/m ² (440 BTU/ft ² h)	0.5 lb/pulg ²

Anexo 19 de la Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos (**CENAPRED**)

Tabla 31. Parámetros para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo

Zona	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Toxicidad (concentración)	-	IDLH (ppm)	TLV (8 h, TWA) o TLV (15 min, STEL) (ppm)
Inflamabilidad (radiación térmica)	Rango de 12.5 kw/m ² a 37.5 kw/m ²	5.0 kw/m ² (1500 BTU/ft ² h)	1.4 kw/m ² (440 BTU/ft ² h)
Explosividad (sobrepresión)	Rango de 3 lb/in ² a 10 lb/in ²	1 lb/in ² (0.070 kg/cm ²)	0.5 lb/in ² (0.035 kg/cm ²)

Guía para la elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (**ASEA**)

Efectos de la Radiación Térmica



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



kW/m ²	Efecto esperado u observado
37.5	Suficiente para causar daño en equipos de proceso (Banco Mundial).
25	Intensidad de energía mínima requerida para provocar la ignición de la madera en exposiciones prolongadas, no requiriéndose fuente de ignición alterna (Banco Mundial).
12.5	Intensidad de energía mínima requerida para fundición de conductos de plástico (Banco Mundial).
9.5	El umbral del dolor se alcanza con 8 seg. de exposición; las quemaduras de segundo grado se presentan con períodos de exposición de 20 seg. (Banco Mundial).
6.31	Intensidad en áreas donde acciones de emergencia, con duración hasta de un minuto, pueden ser realizadas con equipo apropiado (API 521).
5.0	<ul style="list-style-type: none">• Zona de intervención con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos.• Máximo soportable por personas protegidas con trajes especiales y tiempo limitado.• El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado.• Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas.
4.0	Suficiente para causar dolor al personal, en caso de que éste no se resguarde en 20 seg; sin embargo, es probable la formación de ampollas en la piel (Banco Mundial).
1.4	<p>No se presentan molestias, aunque durante largos periodos de exposición equivale a la intensidad del sol de verano a medio día. No causará incomodidad durante la exposición prolongada.</p> <p>Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.</p> <p>En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 kW/m² (mínimo necesario para causar dolor).</p>

Efectos de la Sobrepresión



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

psi	Efecto esperado u observado
0.5	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos y bastidores Daños menores a techos de casa Daños estructurales menores.
0.725	Zona de alerta. Daños estructurales de pequeña magnitud en casa.
1	Demolición parcial de casas, que quedan inhabitables. Daños estructurales menores, comparables a los daños ocasionados por una tormenta, fallas en estructuras o paredes de madera. Rompimiento de ventanas. El techo de los tanques de almacenamiento sufren un colapso. Falla de paneles y mamparas de madera, aluminio, etc. Conexiones o uniones de aluminio o acero muestran fallas.
1.81	Zona de Intervención. Dislocación / colapso de paneles, paredes y techos.
7.25	Colapso parcial de paredes y techos de casas. Destrucción de paredes de cemento de 20 a 30 cm. de grosor. Destrucción del 50 % de la obra de ladrillo en edificaciones. 25% de todas las paredes muestran fallas. Las paredes hechas de bloques de concreto se colapsan. Daños menores de marcos de acero en ventanas y puertas. Deformación de paredes y puertas, falla de juntas. Se desprende el recubrimiento de las paredes. Daños serios al resto de los elementos de soporte. Umbral (1%) de ruptura de tímpano.
14.50	Desplazamiento de los tanques de almacenamiento cilíndrico. Daño a columnas de fraccionamiento. La estructura de soporte de un tanque de almacenamiento redondo se colapsa. Daños severos y desplazamiento de maquinaria pesada (3 500 kg). Falla de las conexiones de tuberías y demolición total de edificios. Colapso total de casas habitación tipo o estilo Americano. Umbral de letalidad (1%) de muerte por hemorragia pulmonar y efectos directos de la sobrepresión sobre el cuerpo humano.

Ejemplo: Simulación de benceno



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

 **CNPC**
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL

 **CENAPRED**
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

INFORMACIÓN DEL SITIO

Estado	Veracruz
Municipio	Minatitlán
Coordenadas	Latitud: 19°23'07.35" Longitud: 100°04'43.18"
Altitud	
Empresa	Refinería Lázaro Cárdenas

SUSTANCIA QUÍMICA

Sustancia	Benceno
-----------	---------

CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

Velocidad del viento promedio	6.9 m/s
Dirección del viento	Sur (220°)
Rugosidad	Urbana o forestal
Cobertura de las nubes	Parcialmente nublado
Temperatura máxima promedio	27°C
Estabilidad	La calcula el Programa ALOHA
Inversión	No inversión
Humedad	80%

TANQUE

Sustancia química	Benceno
Tipo de tanque	Vertical
Capacidad del tanque	20,000 litros
Capacidad de llenado	17,000 litros
Diámetro del tanque	2.5 m
Longitud del tanque	4.07 m
Tamaño del orificio de fuga	2 pulgada (5.08 cm)
Altura de orificio	En el fondo del tanque

Parámetros de interés

ZONA	CONCENTRACIÓN
Riesgo	5.0 Kw/m ²
Amortiguamiento	1.4 Kw/m ²

Ejemplo: Simulación de charco de fuego de benceno

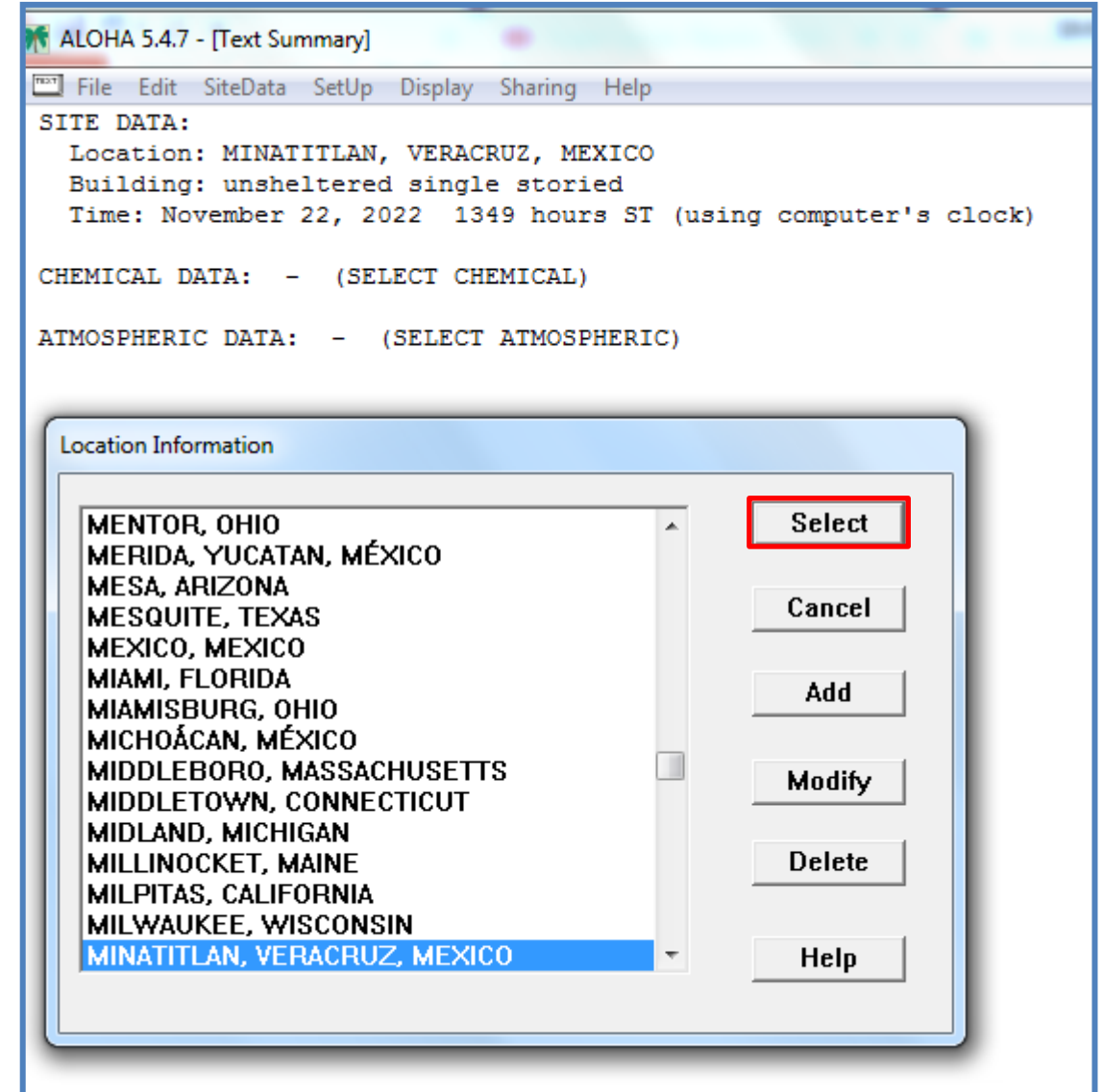
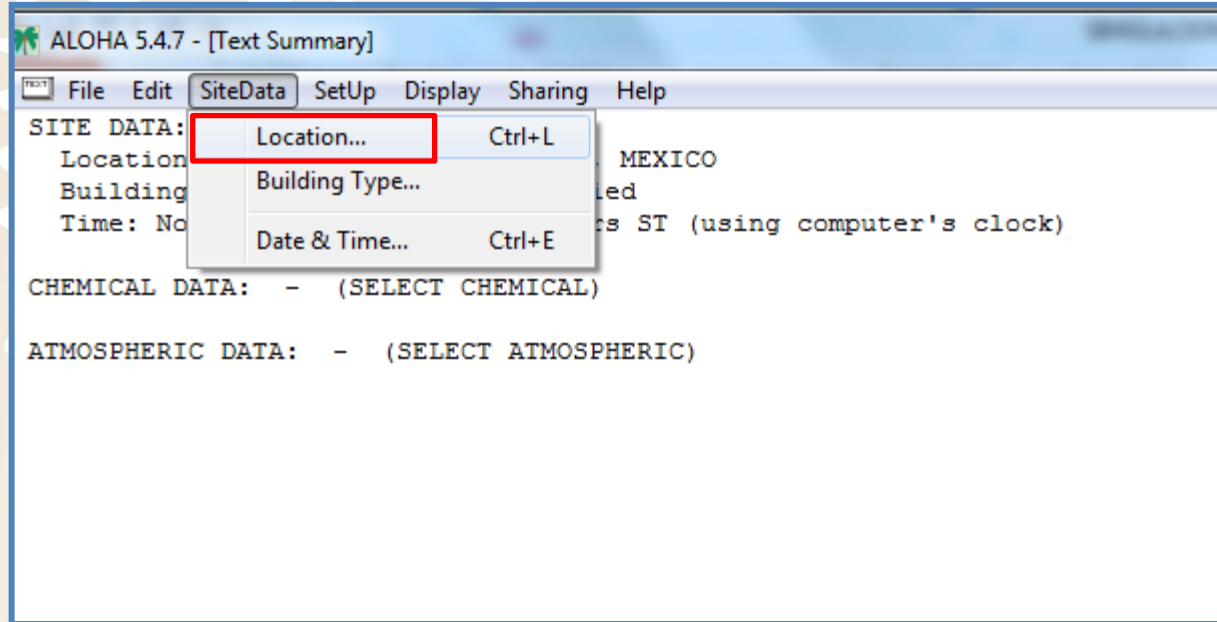


GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL

CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES



Programa ALOHA

<https://es.freedownloadmanager.org/Windows-PC/ALOHA-GRATIS.html>

Ejemplo: Simulación de charco de fuego de benceno



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData **Setup** Display Sharing Help

SITE DATA:
Location: MINATITLAN, VERACRUZ, MEXICO
Building: unsheltered single storied
Time: November 22, 2022 1351 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA: - (SELECT CHEMICAL)

ATMOSPHERIC DATA: - (SELECT ATMOSPHERIC)

Chemical... Ctrl+H
Atmospheric
Source computer's clock
Calculation Options...

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData Setup Display Sharing Help

SITE DATA:
Location: MINATITLAN, VERACRUZ, MEXICO
Building: unsheltered single storied
Time: November 22, 2022 1351 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA: - (SELECT CHEMICAL)

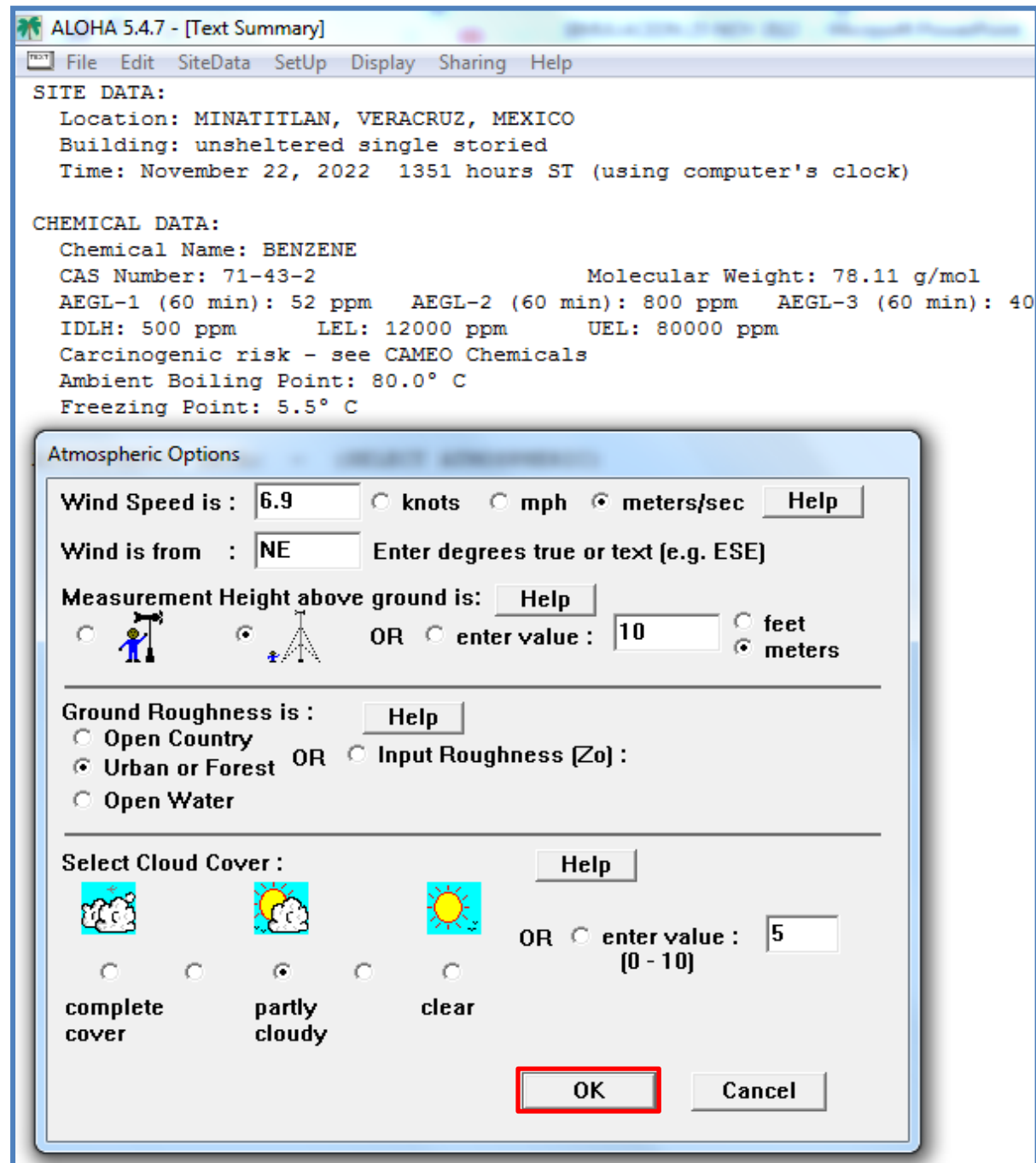
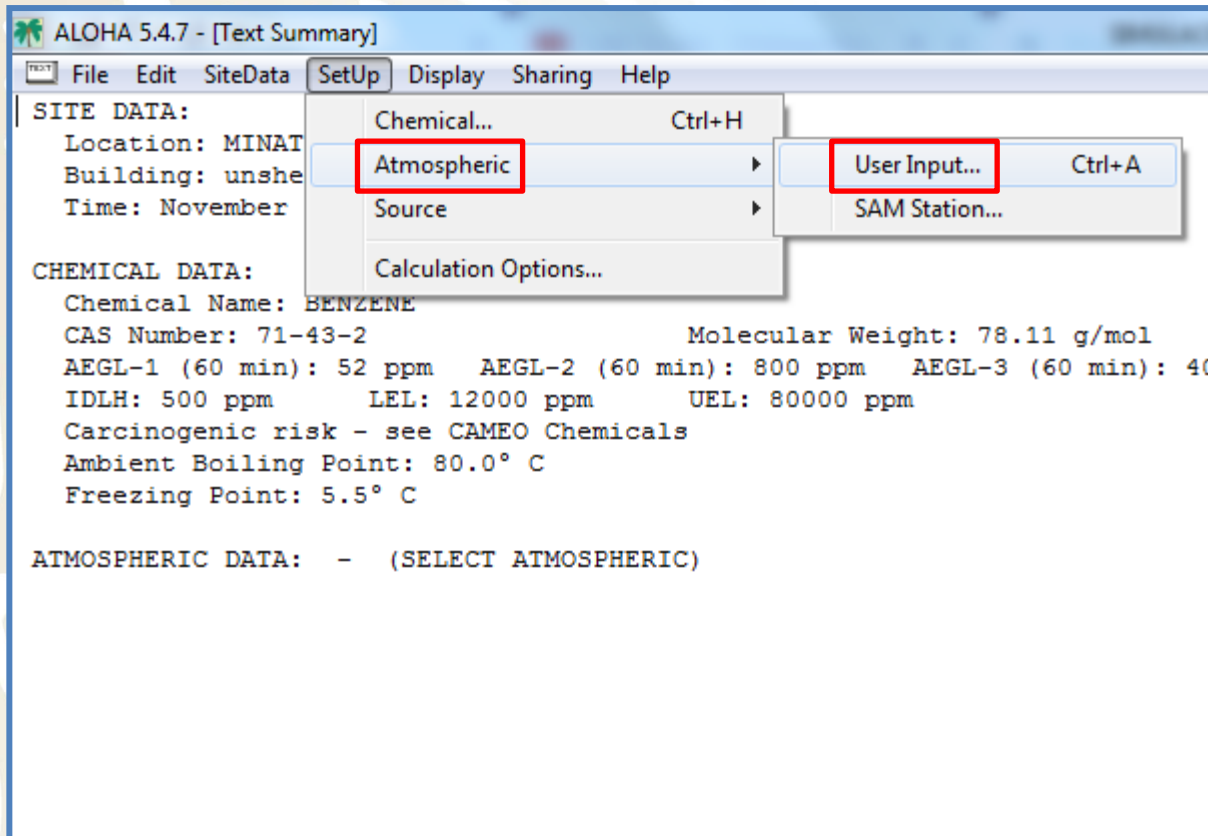
ATMOSPHERIC DATA: - (SELECT ATMOSPHERIC)

Chemical Information

View: Pure Chemicals
 Solutions

N-AMYL FORMATE
AMYL MERCAPTAN
AMYL METHYL KETONE
AMYL NITRATE
AMYLTRICHLOROSILANE
ANILINE
ANISOLE
ANTIMONY PENTACHLORIDE
ANTIMONY PENTAFLUORIDE
ARSENIC TRICHLORIDE
ARSINE
BENZALDEHYDE
BENZENE

Select
Cancel
Add
Modify
Delete
Help



ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

SITE DATA:
 Location: MINATITLAN, VERACRUZ, MEXICO
 Building: unsheltered single storied
 Time: November 22, 2022 1355 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 80.0° C
 Freezing Point: 5.5° C

ATMOSPHERIC DATA: - (SELECT ATMOSPHERIC)

Atmospheric Options 2




Air Temperature is : Degrees F C

Stability Class is : A B C D E F

Inversion Height Options are :

No Inversion Inversion Present, Height is : feet meters

Select Humidity :

   OR enter value : % (0 - 100)



ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData **SetUp** Display Sharing Help

SITE DATA:
 Location: MINATITLAN, VERACRUZ, MEXICO
 Building: unsheltered single storied
 Time: November 22, 2022 1355 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 80.0° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.14 atm
 Ambient Saturation Concentration: 137,049 ppm or 13.7%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 6.9 meters/second from NE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 27° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 80%

SOURCE STRENGTH: - (SELECT SOURCE)

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

SITE DATA:
 Location: MINATITLAN, VERACRUZ, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.83 (unsheltered single storied)
 Time: November 22, 2022 1357 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 80.0° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.14 atm
 Ambient Saturation Concentration: 137,049 ppm or 13.7%

Tank Size and Orientation

Select tank type and orientation:

Horizontal cylinder Vertical cylinder Sphere

Enter two of three values:

diameter feet meters
 length
 volume liters cu meters

OK Cancel Help

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

SITE DATA:
 Location: MINATITLAN, VERACRUZ, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.83 (unsheltered single storied)
 Time: November 22, 2022 1357 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 80.0° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.14 atm
 Ambient Saturation Concentration: 137,049 ppm or 13.7%

Chemical State and Temperature

Enter state of the chemical: Tank contains liquid Tank contains gas only Unknown

Enter the temperature within the tank: Chemical stored at ambient temperature Chemical stored at degrees F C

OK Cancel

SITE DATA:

Location: MINATITLAN, VERACRUZ, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.83 (unsheltered single storied)
 Time: November 22, 2022 1357 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 80.0° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.14 atm
 Ambient Saturation Concentration: 137,049 ppm or 13.7%

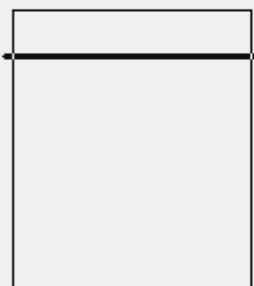
Liquid Mass or Volume

Enter the mass in the tank OR volume of the liquid

The mass in the tank is: pounds
 tons(2,000 lbs)
 kilograms

OR

Enter liquid level OR volume



The liquid volume is: gallons
 cubic feet
 liters
 cubic meters

% full by volume

OK

Cancel

Help

SITE DATA:

Location: MINATITLAN, VERACRUZ, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.83 (unsheltered single storied)
 Time: November 22, 2022 1357 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals

Type of Tank Failure

Scenario:

Tank containing an unpressurized flammable liquid.

Type of Tank Failure:

- Leaking tank, chemical is not burning and forms an evaporating puddle
 Leaking tank, chemical is burning and forms a pool fire
 BLEVE, tank explodes and chemical burns in a fireball

Potential hazards from chemical which is burning as it leaks from tank:

- Thermal radiation from pool fire
- BLEVE
[if heat raises the internal tank temperature and causes the tank to fail]
- Downwind toxic effects of fire byproducts
[cannot be modeled by ALOHA]

OK

Cancel

Help

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

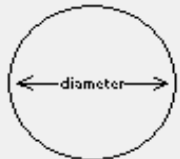
File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

SITE DATA:
 Location: MINATITLAN, VERACRUZ, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.83 (unsheltered single storied)
 Time: November 22, 2022 1357 hours ST (using computer's clock)

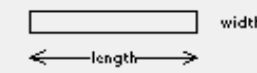
CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 80.0° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.14 atm
 Ambient Saturation Concentration: 137,049 ppm or 13.7%

Area and Type of Leak

Select the shape that best represents the shape of the opening through which the pollutant is exiting



← diameter →



width
← length →

Circular opening Rectangular opening

inches
 feet
 centimeters
 meters

Opening diameter:

Is leak through a hole or short pipe/valve?

Hole Short pipe/valve

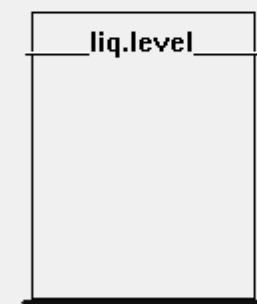
ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

SITE DATA:
 Location: MINATITLAN, VERACRUZ, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.83 (unsheltered single storied)
 Time: November 22, 2022 1357 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 80.0° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.14 atm
 Ambient Saturation Concentration: 137,049 ppm or 13.7%

Height of the Tank Opening

liq.level


The bottom of the leak is:

in ft cm m

above the bottom of the tank

OR

% of the way to the top of the tank

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

SITE DATA:
 Location: MINATITLAN, VERACRUZ, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.83 (unsheltered single storied)
 Time: November 22, 2022 1357 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 12000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 80.0° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.14 atm
 Ambient Saturation Concentration: 137,049 ppm or 13.7%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 6.9 meters/second from NE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 27° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 80%

Maximum Puddle Size

Input maximum puddle diameter or area

Help

Unknown

Maximum diameter

Maximum area

is

ft

yds

meters

OK

Cancel

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

SITE DATA:
 Location: MINATITLAN,
 Building Air Exchange
 Time: November 22, 20

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm
 Carcinogenic risk - see
 Ambient Boiling Point: 80.0° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.14 atm
 Ambient Saturation Concentration: 137,049 ppm or 13.7%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 6.9 meters/second from NE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 27° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 80%

SOURCE STRENGTH:
 Leak from hole in vertical cylindrical tank
 Flammable chemical is burning as it escapes from tank
 Tank Diameter: 2.5 meters Tank Length: 4.07 meters
 Tank Volume: 20.0 cubic meters
 Tank contains liquid Internal Temperature: 27° C
 Chemical Mass in Tank: 16.3 tons Tank is 85% full
 Circular Opening Diameter: 2 inches
 Opening is 0 meters from tank bottom
 Max Flame Length: 11 meters
 Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
 Max Burn Rate: 98.6 kilograms/min
 Total Amount Burned: 5,843 kilograms
 Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.
 The puddle spread to a diameter of 5.0 meters.

Threat Zone... Ctrl+F
 Threat At Point... Ctrl+R
 Text Summary Ctrl+K
 Source Strength Ctrl+G
 Tile Windows
 Stack Windows
 Display Options... Ctrl+Y

SITE DATA:

Location: MINATITLAN, VERACRUZ, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.83 (unsheltered single storied)
 Time: November 22, 2022 1357 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals

Thermal Radiation Level of Concern

Select Thermal Radiation Level of Concern:

Red Threat Zone
 LOC: 10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec

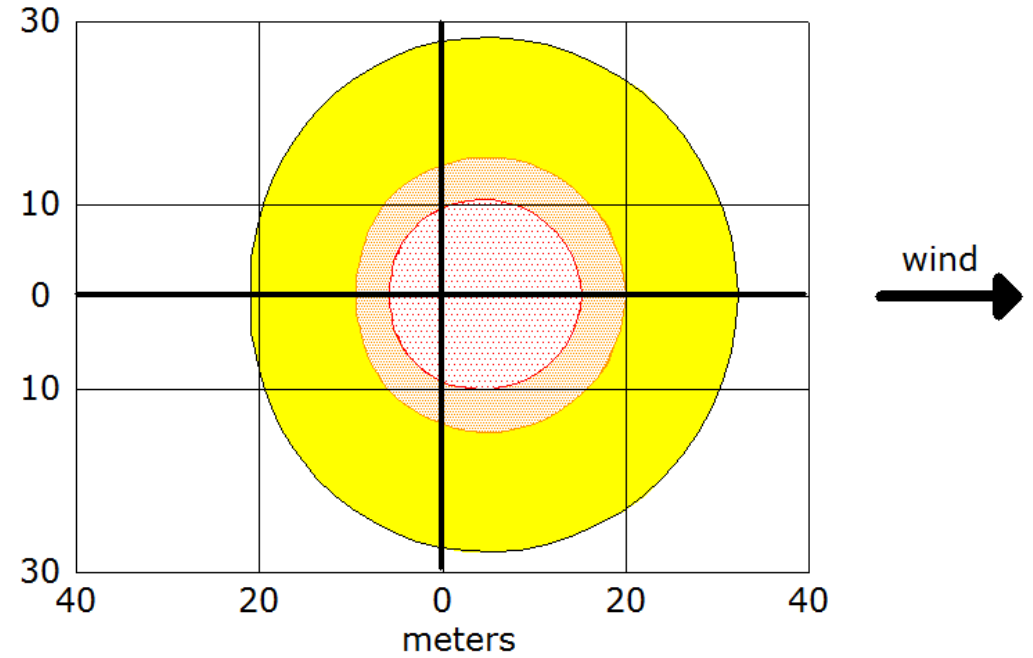
Orange Threat Zone
 LOC: 5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec

Yellow Threat Zone
 LOC: User specified

1.4 kW/(sq m)
 W/(sq m)
 J/(sec sq m)

OK Cancel Help

meters



- greater than 10.0 kW/(sq m) (potentially lethal within 60 sec)
- greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns within 60 sec)
- greater than 1.4 kW/(sq m)

Zona	Concentración	Radio de afectación
Riesgo	5.0 Kw/m ²	20 m
Amortiguamiento	1.4 Kw/m ²	32 m

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

Time: November 22, 20...

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: BENZEN
 CAS Number: 71-43-2
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm
 IDLH: 500 ppm
 Carcinogenic risk - s
 Ambient Boiling Point
 Vapor Pressure at Amb
 Ambient Saturation Co

Weight: 78.11
 ppm AEGL-3 (6
 0 ppm
 13.7%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

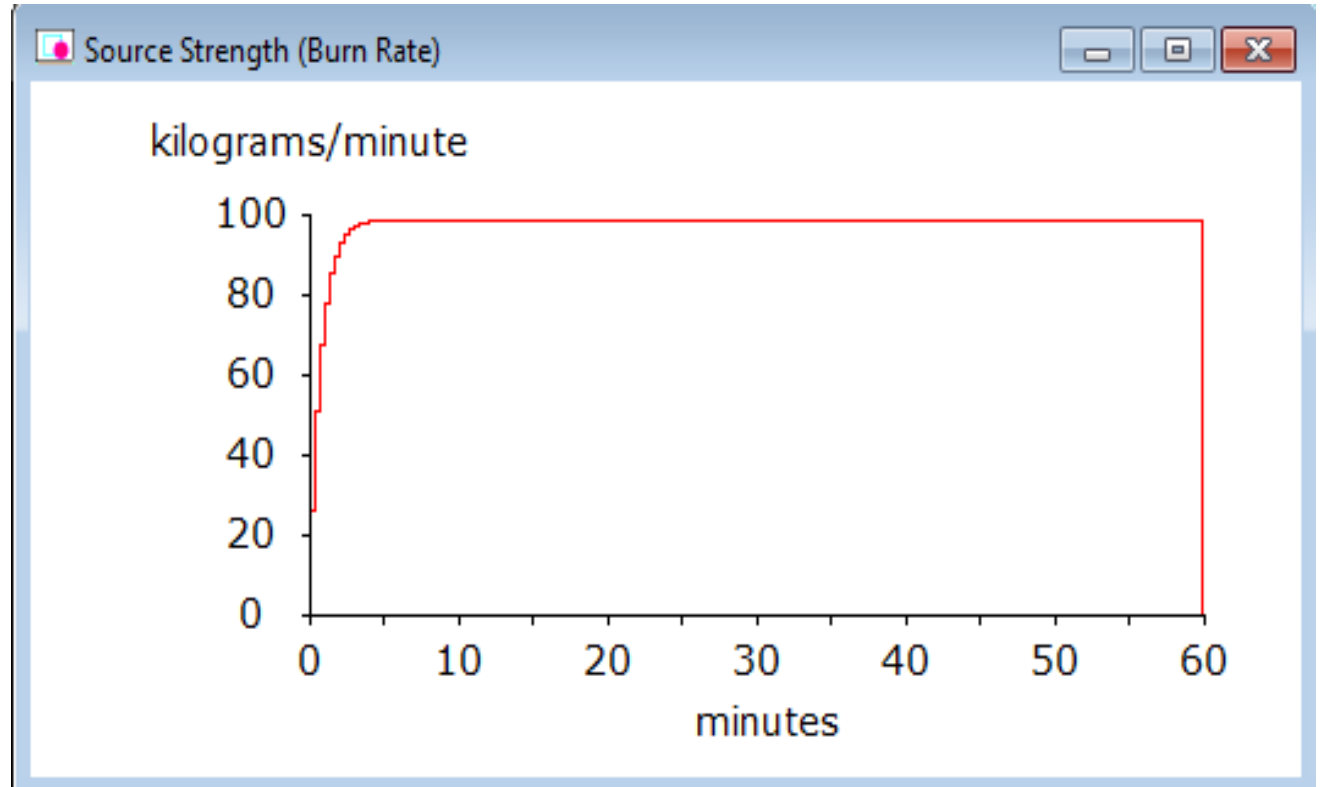
Wind: 6.9 meters/second from NE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 27° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 80%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in vertical cylindrical tank
 Flammable chemical is burning as it escapes from tank
 Tank Diameter: 2.5 meters Tank Length: 4.07 meter
 Tank Volume: 20.0 cubic meters
 Tank contains liquid Internal Temperature: 2
 Chemical Mass in Tank: 16.3 tons Tank is 85% full
 Circular Opening Diameter: 2 inches
 Opening is 0 meters from tank bottom
 Max Flame Length: 11 meters
 Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
 Max Burn Rate: 98.6 kilograms/min
 Total Amount Burned: 5,843 kilograms
 Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning pu
 The puddle spread to a diameter of 5.0 meters.

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire
 Red : 15 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal wit
 Orange: 20 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within
 Yellow: 32 meters --- (1.4 kW/(sq m))



ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

hours ST (using computer's clock)

Molecular Weight: 78.11

AEGL-1 (60 min): 800 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm

Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals

Ambient Boiling Point: 80.0° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.14 atm

Ambient Saturation Concentration: 137,049 ppm or 13.7%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 6.9 meters/second from NE at 10 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths

Air Temperature: 27° C Stability Class: D

No Inversion Height Relative Humidity: 80%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in vertical cylindrical tank

Flammable chemical is burning as it escapes from tank

Tank Diameter: 2.5 meters Tank Length: 4.07 meters

Tank Volume: 20.0 cubic meters

Tank contains liquid Internal Temperature: 27° C

Chemical Mass in Tank: 16.3 tons Tank is 85% full

Circular Opening Diameter: 2 inches

File menu items: New (Ctrl+N), Open... (Ctrl+O), Close (Ctrl+W), Save (Ctrl+S), Save As..., **Export Threat Zones...**, Print... (Ctrl+P), Print All..., Print Setup..., Exit (Alt+F4)

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

Time: November 22, 2022 1357 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: BENZENE

CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol

AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm

Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals

Ambient Boiling Point: 80.0° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.14 atm

Ambient Saturation Concentration: 137,049 ppm or 13.7%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 6.9 meters/second from NE at 10 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths

Air Temperature: 27° C Stability Class: D

No Inversion Height Relative Humidity: 80%

Export Threat Zones

File Format:

PAS - for ALOHA's ArcMap Import Tool

KML - for mapping programs such as Google Earth

Enter source location

For decimal degrees, enter the value in the degrees field and leave the minutes and seconds fields blank.

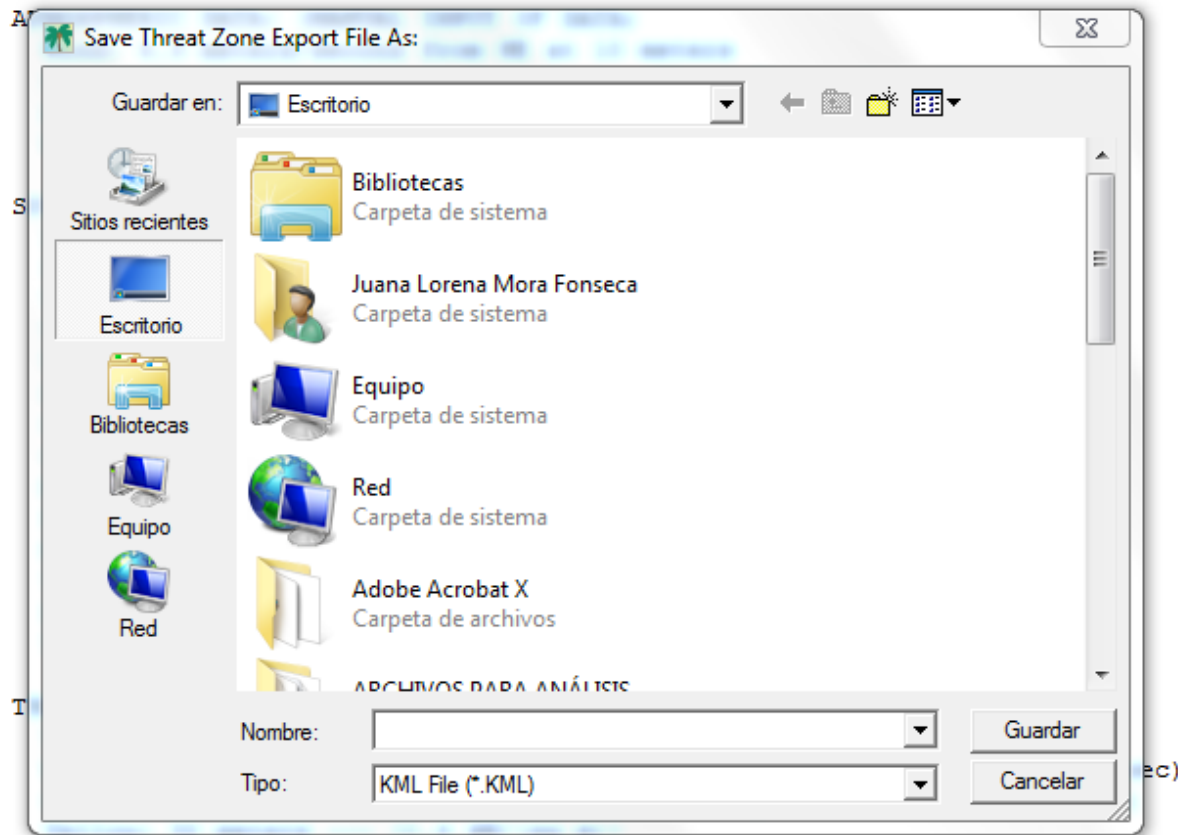
	degrees	minutes	seconds	
Latitude	17	58	44.55	<input checked="" type="radio"/> N <input type="radio"/> S
Longitude	94	32	09.70	<input type="radio"/> E <input checked="" type="radio"/> W

OK Cancel Help

Time: November 22, 2022 1357 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: BENZENE
CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000
IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
Ambient Boiling Point: 80.0° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.14 atm
Ambient Saturation Concentration: 137,049 ppm or 13.7%





Buscar dirección o lugar 🔍

Conoce el Atlas Nacional de riesgos con este tutorial.
Da click en el botón para mostrar el menú lateral.

Salir

Escala 1:9,244,649

SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | COORDINACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL | CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

Atlas Nacional de Riesgos "ANR"



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL

CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

The screenshot displays the web application interface for the Atlas Nacional de Riesgos. The browser address bar shows the URL atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/. The main content area features a topographic map of Mexico. On the left side, there is a search bar with the placeholder text "Buscar dirección o lugar" and a search icon. Below the search bar are navigation controls including zoom in (+) and zoom out (-) buttons, a home button, and a full-screen button. A row of five circular icons for map interaction is also present. On the right side, a dark sidebar menu is open, listing the following options: "Capas", "Estados", "Municipios", "Análisis", and "Cargar Información". At the bottom of the map, there are logos for "SEGURIDAD", "CNPC", and "CENAPRED", along with technical data: "Escala 1:9,244,649 Latitud: 17.48276/17°28'57", Longitud: -96.16541/-96°9'55"

<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/>

Atlas Nacional de Riesgos "ANR"



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC

COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

← → ↻ No es seguro | atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/

Buscar dirección o lugar

Capas

Estados

Municipios

Análisis

Cargar Información

Arrastra tu archivo
(.csv, .kml, .kmz, .zip)

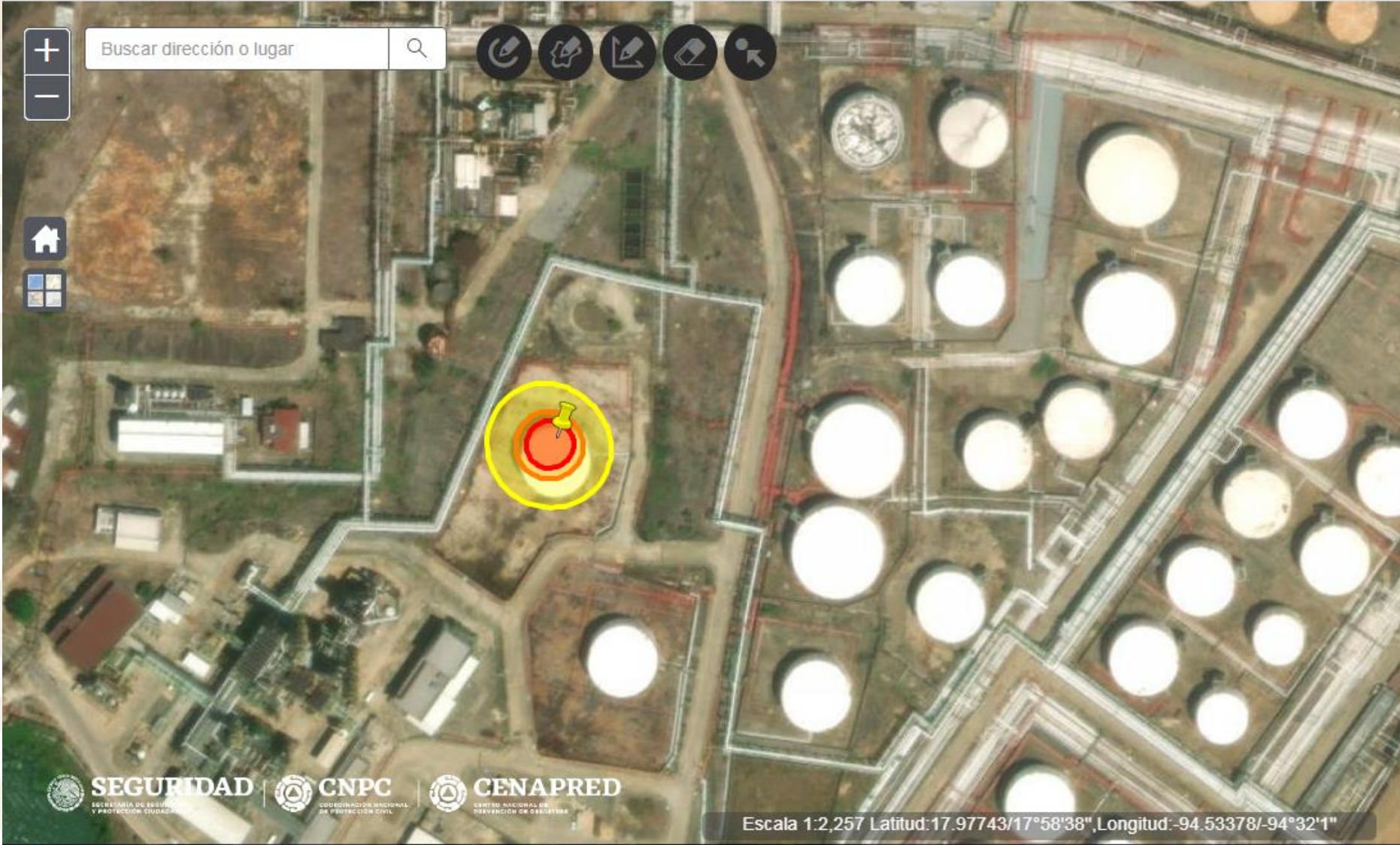
Seleccionar archivo

Capas agregadas

Escala 1:9,244,649 Latitud:25.58807/25°35'17", Longitud:-93.35291/-93°21'10"



Buscar dirección o lugar



Capas

Estados

Municipios

Análisis

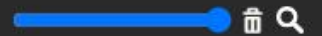
Cargar Información

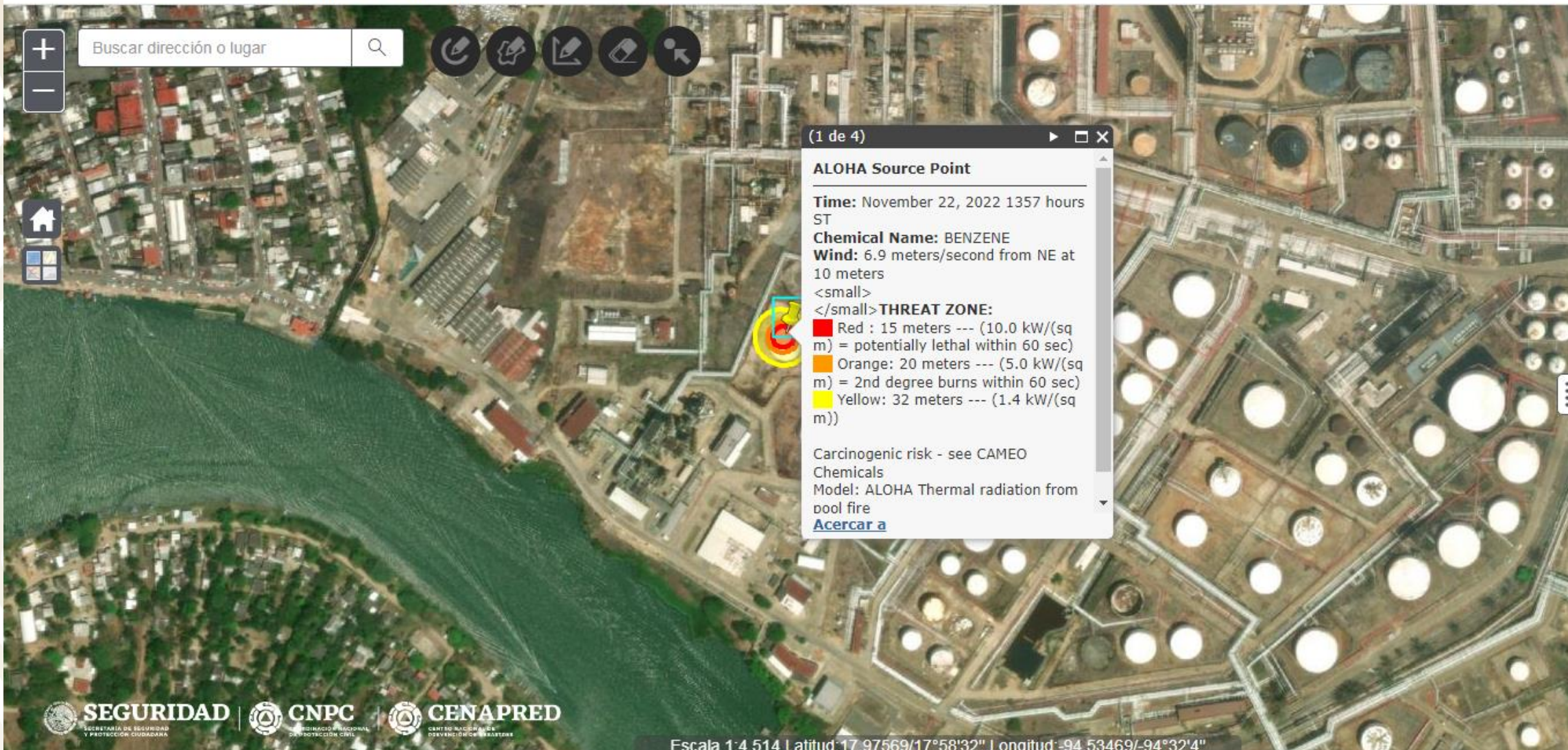
Arrastra tu archivo
(.csv, .kml, .kmz, .zip)

Seleccionar archivo Nin...lec.

Capas agregadas

- charco_de_fuego_mina_kml







Buscar dirección o lugar



(1 de 4)

Yellow Threat Zone 1.4 kW/(sq m)

Time: November 22, 2022 1357 hours ST

Chemical Name: BENZENE

Wind: 6.9 meters/second from NE at 10 meters

<small>

</small> **THREAT ZONE:**

- Red : 15 meters --- (10.0 kW/(sq m) --- potentially lethal within 60 sec)
- Orange : 20 meters --- (5.0 kW/(sq m) --- severe burns within 60 sec)
- Yellow : 22 meters --- (1.4 kW/(sq m) --- moderate burns within 60 sec)

Mover

Acercar

Rotar/Escalar

Analizar

Borrar

Model: ALOHA Thermal radiation from pool fire

[Acercar a](#)

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData **SetUp** Display Sharing Help

SITE DATA:
Location: MINAT
Building Air Ex
Time: November

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: BENZENE
CAS Number: 71-43-2
AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000
IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
Ambient Boiling Point: 80.0° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.14 atm
Ambient Saturation Concentration: 137,049 ppm or 13.7%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 6.9 meters/second from NE at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 27° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 80%

SOURCE STRENGTH: - (SELECT SOURCE)

Chemical... Ctrl+H
Atmospheric
Source
Calculation Options...

Direct... Ctrl+D
Puddle... Ctrl+U
Tank... Ctrl+T
Gas Pipeline... Ctrl+I

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

Time: November 22, 2022 1357 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: BENZENE
CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000
IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
Ambient Boiling Point: 80.0° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.14 atm
Ambient Saturation Concentration: 137,049 ppm or 13.7%

Type of Tank Failure

Scenario:
Tank containing an unpressurized flammable liquid.

Type of Tank Failure:

- Leaking tank, chemical is not burning and forms an evaporating puddle
- Leaking tank, chemical is burning and forms a pool fire
- BLEVE, tank explodes and chemical burns in a fireball

Potential hazards from BLEVE:

- Thermal radiation from fireball and pool fire
- Hazardous fragments and blast force from explosion (cannot be modeled by ALOHA)
- Downwind toxic effects of fire byproducts (cannot be modeled by ALOHA)

OK Cancel Help

SITE DATA:

Location: MINATITLAN, VERACRUZ, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.83 (unsheltered single storied)
 Time: November 22, 2022 1357 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm

BLEVE Percent Mass in Fireball

BLEVE / Fireball Scenario:

The higher the internal tank pressure (or tank temperature) at the time of tank failure, the larger the fireball. Any liquid not consumed by the fireball will form a pool fire.

Enter one of the following:

Percentage of mass in the fireball: (0 % - 100%)

%

Pressure inside the tank at time of failure:

psia mmHg
 atm Pa

Temperature inside the tank at time of failure:

degrees F
 C

OK

Cancel

Help



SITE DATA:

Location: MINATITLAN,
 Building Air Exchange
 Time: November 22, 20

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: BENZEN
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - s
 Ambient Boiling Point: 80.0 C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.14 atm
 Ambient Saturation Concentration: 137,049 ppm or 13.7%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 6.9 meters/second from NE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 27° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 80%

SOURCE STRENGTH:

BLEVE of flammable liquid in vertical cylindrical tank
 Tank Diameter: 2.5 meters Tank Length: 4.07 meters
 Tank Volume: 20.0 cubic meters
 Tank contains liquid
 Internal Storage Temperature: 27° C
 Chemical Mass in Tank: 16.3 tons Tank is 85% full
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 100%
 Fireball Diameter: 142 meters Burn Duration: 10 seconds

Threat Zone... Ctrl+F

Threat At Point... Ctrl+R

Text Summary Ctrl+K

Source Strength Ctrl+G

Tile Windows

Stack Windows

Display Options... Ctrl+Y

SITE DATA:

Location: MINATITLAN, VERACRUZ, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.83 (unsheltered single storied)
 Time: November 22, 2022 1357 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals

Thermal Radiation Level of Concern

Select Thermal Radiation Level of Concern:

Red Threat Zone

LOC: 10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec

Orange Threat Zone

LOC: 5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec

Yellow Threat Zone

LOC: User specified

- kW/(sq m)
 W/(sq m)
 J/(sec sq m)

OK

Cancel

Help

SITE DATA:

Location: MINATITLAN, VERACRUZ, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.83 (unsheltered single storied)
 Time: November 22, 2022 1357 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 80.0° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.14 atm
 Ambient Saturation Concentration: 137,049 ppm or 13.7%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

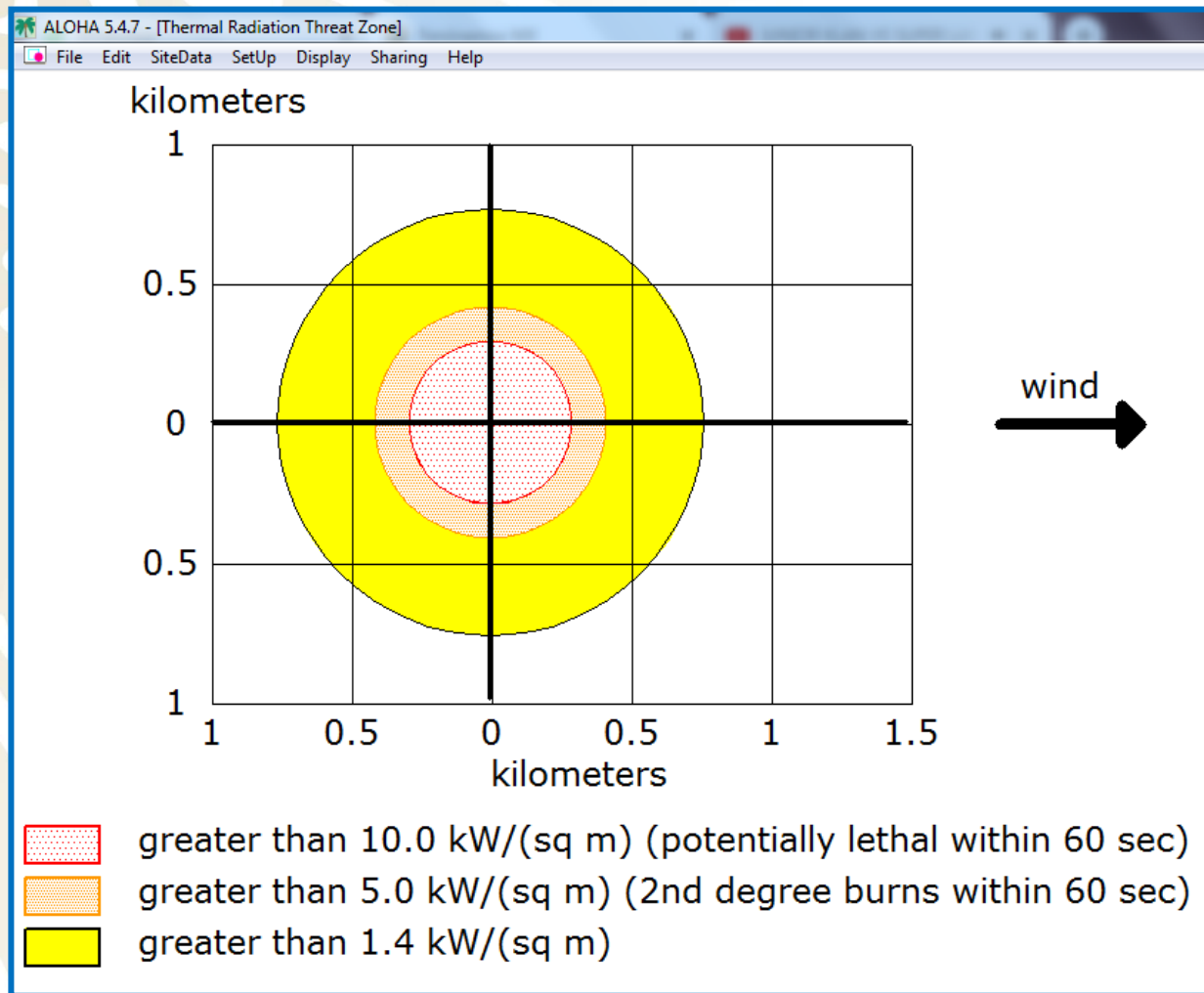
Wind: 6.9 meters/second from NE at 10 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 27° C Stability Class: D
 No Inversion Height Relative Humidity: 80%

SOURCE STRENGTH:

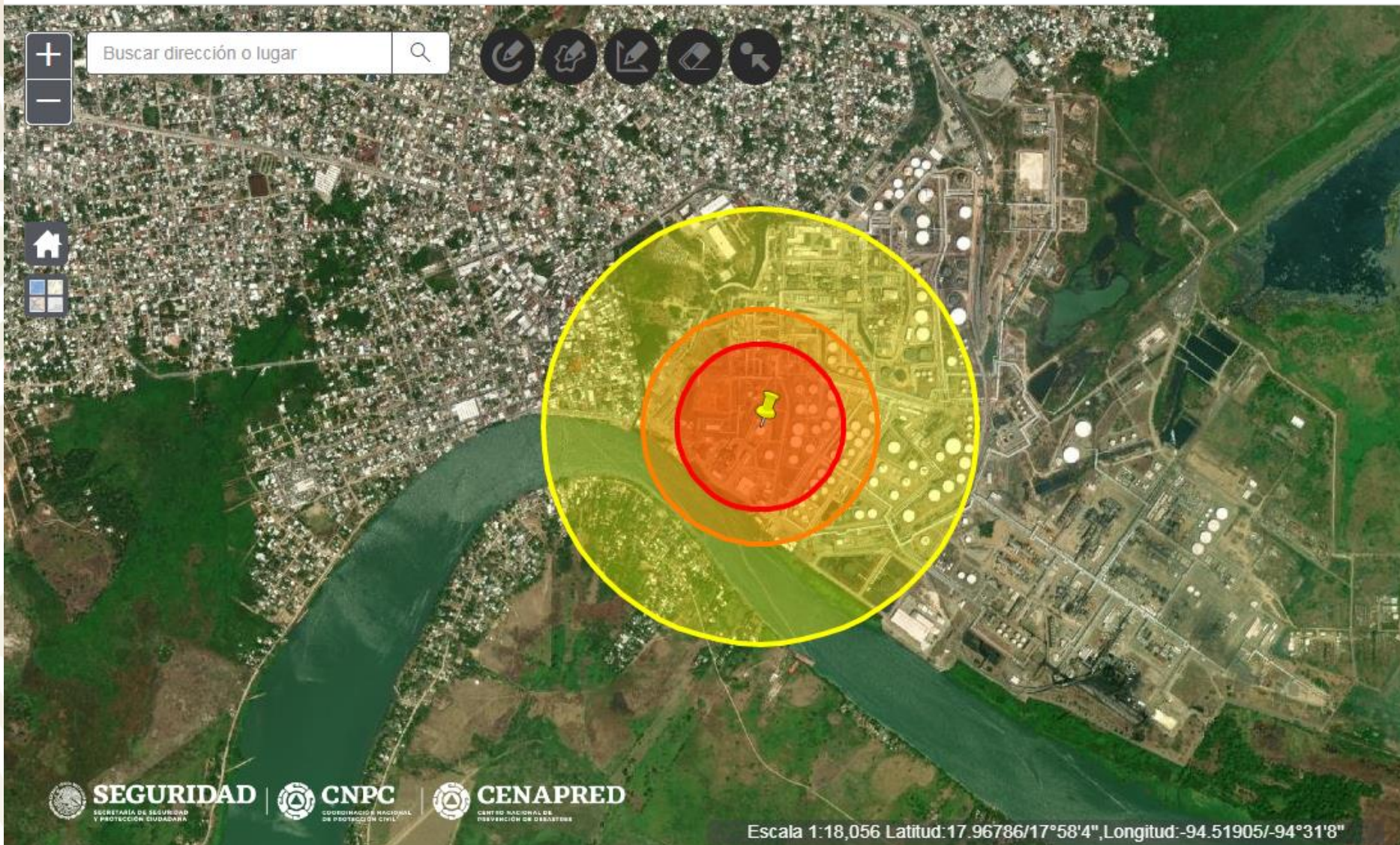
BLEVE of flammable liquid in vertical cylindrical tank
 Tank Diameter: 2.5 meters Tank Length: 4.07 meters
 Tank Volume: 20.0 cubic meters
 Tank contains liquid
 Internal Storage Temperature: 27° C
 Chemical Mass in Tank: 16.3 tons Tank is 85% full
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 100%
 Fireball Diameter: 142 meters Burn Duration: 10 seconds

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 292 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 413 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 764 meters --- (1.4 kW/(sq m))



Zona	Concentración	Radio de afectación
Riesgo	5.0 Kw/m ²	413 m
Amortiguamiento	1.4 Kw/m ²	764 m



Capas

Estados

Municipios

Análisis

Cargar Información

Arrastra tu archivo (.csv, .kml, .kmz, .zip)

Seleccionar archivo

Capas agregadas

- bleve_mina_kml

Scale: Escala 1:18,056 Latitud: 17.96786/17°58'4", Longitud: -94.51905/-94°31'8"



Buscar dirección o lugar 🔍



(1 de 4) ▶ □ ✕

Yellow Threat Zone 1.4 kW/(sq m)

Time: November 22, 2022 1357 hours ST

Chemical Name: BENZENE

Wind: 6.9 meters/second from NE at 10 meters

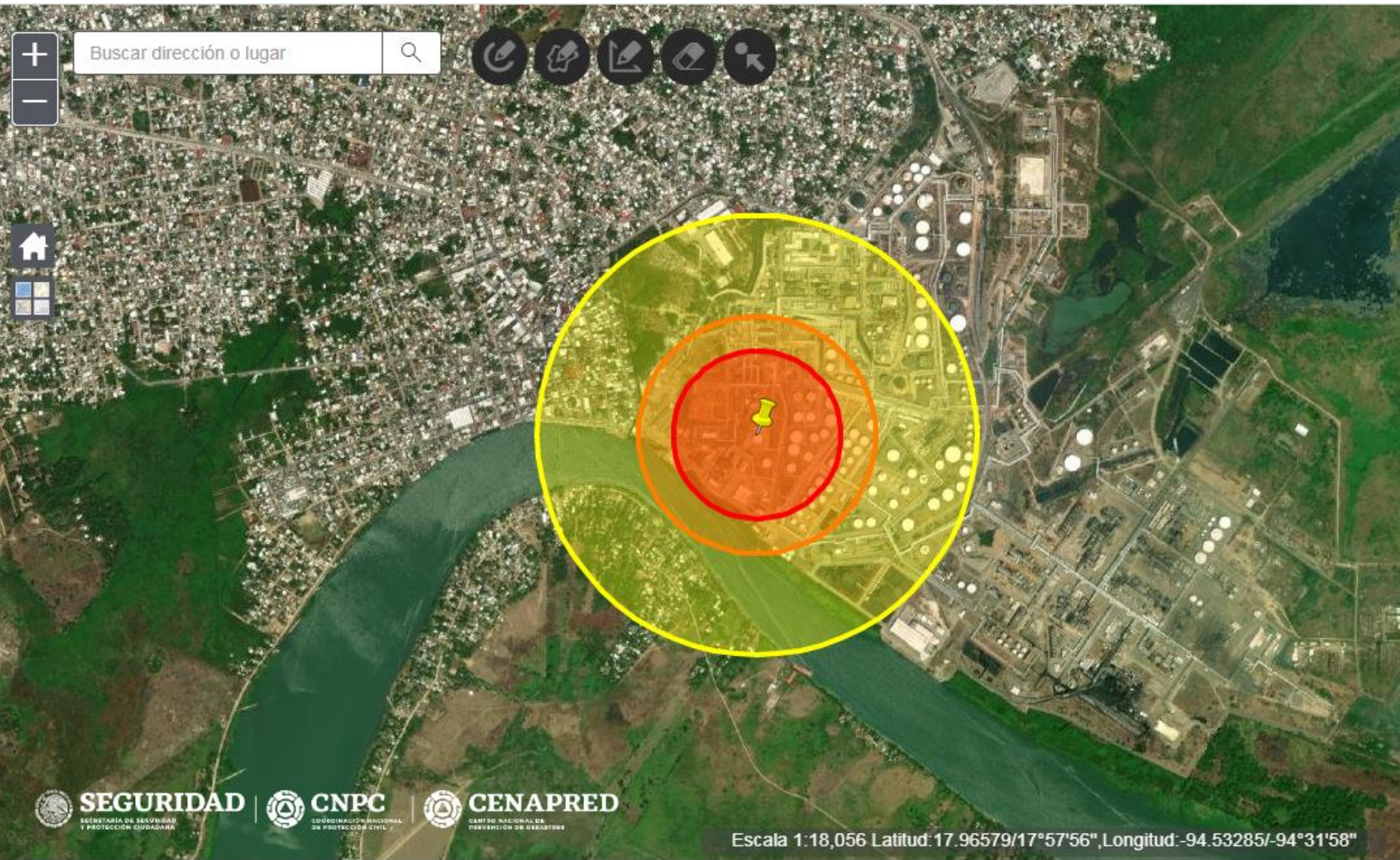
<small></small>

</small>**THREAT ZONE:**

- Red - 292 meters --- (10.0 kW/(sq m) - 1st degree lethal within 60 sec)
- Orange - 313 meters --- (5.0 kW/(sq m) - 2nd degree burns within 60 sec)
- Yellow - 354 meters --- (1.4 kW/(sq m) - 3rd degree burns within 60 sec)

Mover
 Acercar
 Rotar/Escalar
 Analizar
 Borrar

Emergency risk - see CAMEO
 Chemicals
 Model: ALOHA Thermal radiation from
 Acercar a



Área: 0
Perímetro: 0

Población por Estado
Población 8,466

Masculino	Femenino
3,951	4,515
Menores a 12 años	
1,304	
M: 661	F: 643
Mayores a 60 años	
1,358	
M: 532	F: 826

Viviendas 3,401

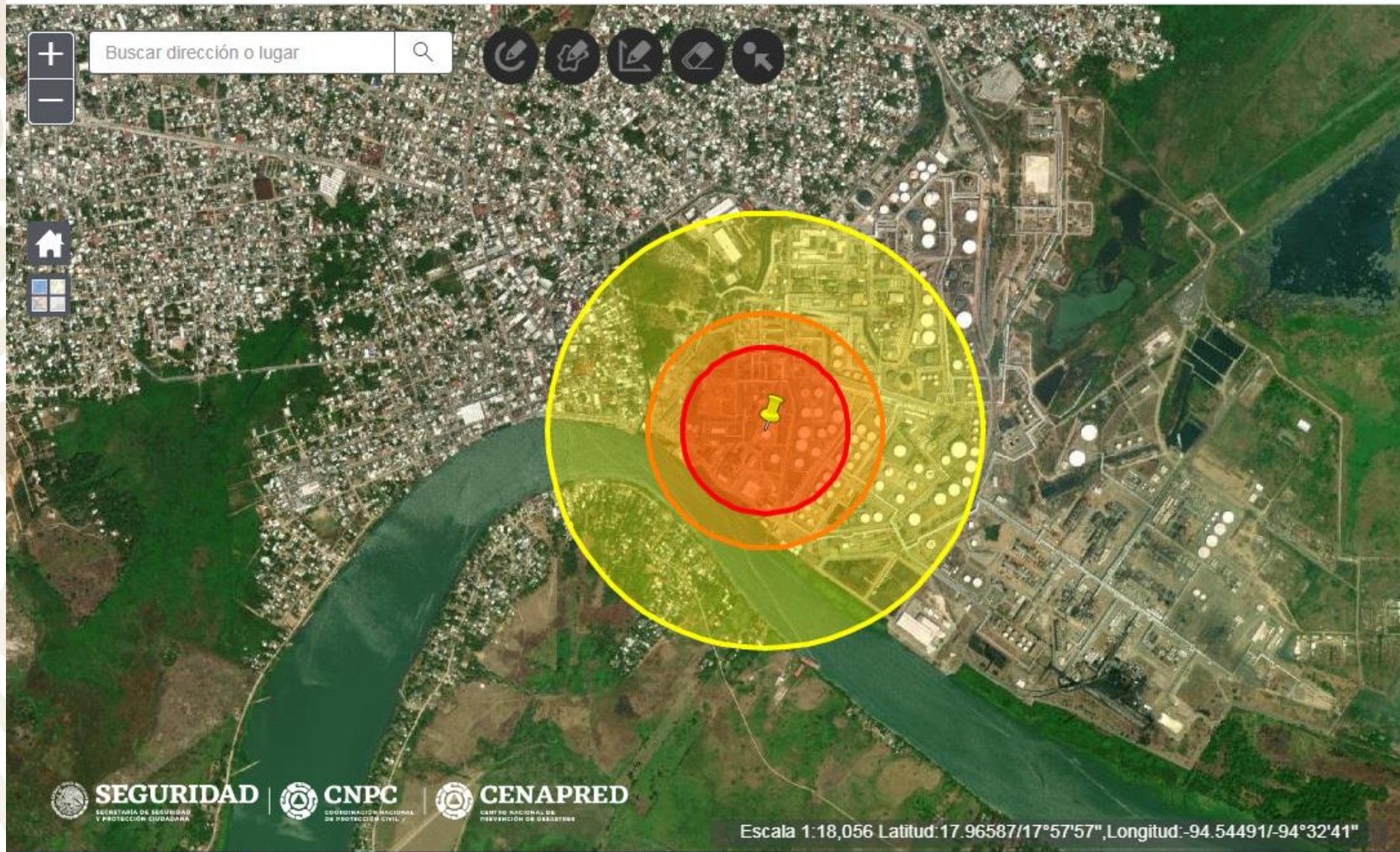
Establecimientos de salud 1

Escuelas 2

Supermercados 3

Aeropuertos

Hoteles



	Viviendas 3,401		Establecimientos de salud 1
	Escuelas 2		Supermercados 3
	Aeropuertos 0		Hoteles 6
	Bancos 6		Gasolineras 0
	Presas 0		U.P. Pecuaria 19
	Colonias 6		Lenguas Indígenas 0
	INAH 0		



Accidentes que se pueden presentar en las gasolineras

- ✓ Derrames de combustibles durante el llenado de los tanques
- ✓ Derrame de combustible en zona de dispensadores
- ✓ Derrame de combustible en zona de descarga
- ✓ Derrame de combustible en zona de almacenamiento
- ✓ Incendio desde descarga de autotanque
- ✓ Incendio en dispensario
- ✓ Perderse la hermeticidad de la manguera flexible utilizada para el llenado de los tanques de almacenamiento desde el autotanque que contiene la gasolina
- ✓ Incendio durante la recarga del tanque de almacenamiento de gasolina
- ✓ Derrame de gasolina desde un dispensario ocasionado por un error humano o sabotaje, el combustible entra en contacto con una fuente de ignición proveniente de la energía estática, generándose el incendio con flujo de la descarga



La probabilidad de que ocurra un accidente de importancia en una estación de servicios es prácticamente nula, además los factores necesarios para que se pueda producir un accidente dependen en la mayoría de los casos de una negligencia por parte de los usuarios, un desastre natural, un rayo, acciones externas a la instalación, en las que están limitadas las medidas correctoras que se pueden aplicar.

Los riesgos más importantes que afectan a la instalación, dadas las propiedades físicas de los combustibles, son el incendio y explosión por atmósferas explosivas. La probabilidad de que esto pueda ocurrir es prácticamente nula, y los eventos necesarios para que se pudiera producir un accidente dependen en gran medida del mal uso de las instalaciones por parte de los usuarios (no fumar, no utilizar el móvil, ser diligente al volante, etc.).

El escenario de BLEVE no es posible que se presente en una estación de servicio, ya que la gasolina se almacena en tanques subterráneos. Escenarios posibles son: derrame durante la descarga de gasolina de un autotanque a los tanques de almacenamiento y el derrame debido a fallas en tuberías, bombas, etcétera.



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC

COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES



EL PAÍS

INTR-tank

Importancia de las simulaciones

- ✓ Los modelos de simulación permiten desarrollar escenarios probables de accidentes los cuales pueden emplearse durante la preparación, prevención y en la planeación de la respuesta.
- ✓ Para la simulación de escenarios de accidentes es necesario establecer de manera precisa el escenario, es decir las condiciones en las que se presentara el accidente propuesto.
- ✓ Para emplear los programas de computo en la simulación de accidentes es indispensable conocer adecuadamente las posibilidades y limitaciones de dichos programas.



GOBIERNO DE
MÉXICO

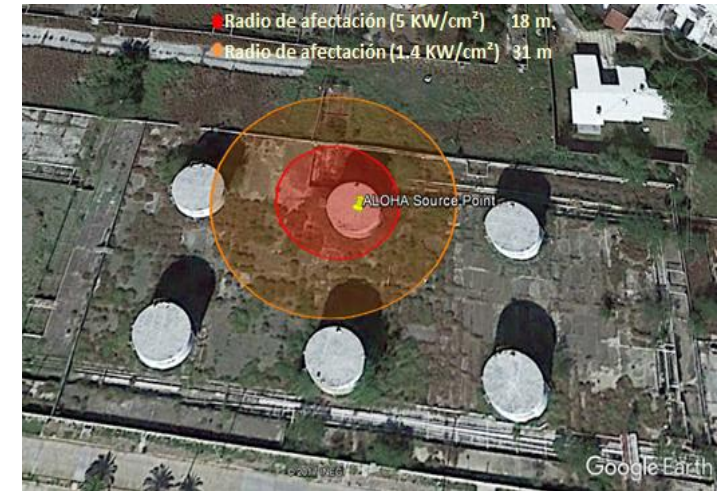
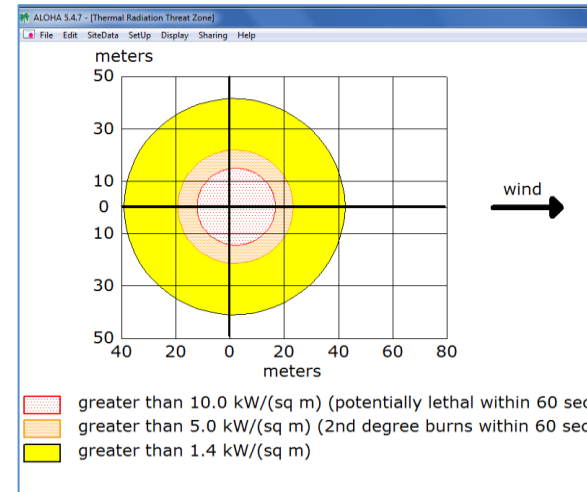
SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES



Explosión de Nube de Vapor de Gas LP



¡GRACIAS!

Ing. Juana Lorena Mora Fonseca

Jefa de Departamento

(55) 11036000 ext. 72112

jlmoraf@cenapred.unam.mx