



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

**PROPUESTA DE UNA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) DE UN
CASO ESTUDIO: POZO PETROLERO TIPO INYECTOR.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO
QUÍMICO**

PRESENTA:

OMAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GARCÍA



CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX, 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Jurado Asignado:

Presidente: MARÍA RAFAELA GUTIÉRREZ LARA

Vocal: MODESTO JAVIER CRUZ GÓMEZ

Secretario: JOSÉ AGUSTÍN GARCIA REYNOSO

1er Suplente: SERGIO ADRIAN GARCÍA GONZÁLEZ

2do Suplente: ALEJANDRA MENDOZA CAMPOS

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM.

**CIRCUITO EXTERIOR S/N COYOACÁN, CD. UNIVERSITARIA, C.P. 04510,
CDMX**

ASESOR DEL TEMA:

Ma. RAFAELA GUTIÉRREZ LARA

SUSTENTANTE:

OMAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ GARCÍA

Agradecimientos

Al Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME) con clave PE109716 “Desarrollo de herramientas y estrategias didácticas para la asignatura de Protección Ambiental III para la Ingeniería Química” por el financiamiento otorgado de una beca para la realización del presente trabajo de tesis.

Índice

Resumen	4
Introducción:.....	5
Problemática Ambiental	5
Objetivos:	7
Objetivos Particulares:	7
Capítulo I. Marco teórico y legal	8
Antecedentes:.....	8
Desarrollo Sustentable.....	9
Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).....	12
Medio Ambiente	13
Proyecto.....	13
Impacto Ambiental	15
Componentes Ambientales.....	16
Estudio de Impacto Ambiental	18
Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA)	20
Análisis de Riesgo.....	21
Riesgo.....	23
Peligro.....	24
Accidentes	24
Desviaciones	26
Exposición	26
Receptor	26
Vulnerabilidad	26
Resiliencia	26

Incertidumbre	27
Marco Legal	28
Normas Oficiales Mexicanas (NOM's)	36
Línea Base Ambiental de un proyecto	39
Capítulo II. Descripción del medio físico y biológico.....	41
Predio.....	44
Capítulo III: Metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental y Análisis de Riesgos	47
Metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental.....	47
Metodologías de Análisis de Riesgo	49
Metodología de EIA para el Caso Estudio	50
Metodología de Estudio de Riesgo para el Caso Estudio	53
Modelos Matemáticos de Análisis de Riesgos	53
Capítulo IV. Guía Metodológica.....	54
Contenido de la guía	54
Desarrollo de la Guía	55
Capítulo V. Estudio de Riesgo.....	74
Simulador SCRI MODELOS	74
Análisis de Resultados del Estudio de Riesgo	84
Capítulo VI. Conclusiones	86
Bibliografía	87
ANEXO 1. DTI-Patín de inyección.....	94
ANEXO 2. Hoja de seguridad del trazador químico	95
ANEXO 3. Datos de entrada y salida del simulador SCRI MODELOS.....	107

Resumen

La constante expansión de los asentamientos urbanos ha traído consigo la necesidad de establecer políticas ambientales que regulen la puesta en marcha de proyectos que pudieran llegar a representar un riesgo para el equilibrio ecológico. Como medida a esta situación surge la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), que tiene como objetivo identificar los factores de riesgo y encontrar una forma de minimizar el daño producido o si fuera el caso, repararlo.

En México la EIA y los estudios de riesgo se utilizan desde hace más de 20 años debido a la constante demanda de actividades que pueden representar un cambio importante al ambiente y modificar aspectos económicos, sociales o la salud de los habitantes. Son los métodos más utilizados como medida preventiva en la planeación de proyectos

El fin de este trabajo es realizar una guía metodológica para la realización de una Evaluación de Impacto Ambiental de nuestro caso estudio y así tener una referencia para identificar los puntos que representan un mayor riesgo al ambiente y poder prevenirlos o en su caso, repararlos.

Se revisarán algunas de las metodologías de impacto ambiental y se seleccionará la mejor que aplique para este proyecto, para la realización de la guía.

También se realiza un análisis de riesgo suponiendo un derrame de un producto químico no reactivo, para así identificar las zonas de mayor afectación.

Introducción:

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y los estudios de riesgo son instrumentos de la política ambiental que sirven para regular aquellas actividades que pudieran causar daño a los mismos humanos o al medio ambiente. La finalidad de estos es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ecosistema que pueden ser producidos por algún proyecto. Buscan crear una ideología en donde la parte económica no se separe de la parte del cuidado del ambiente y de la salud humana, ya que para lograr un desarrollo sustentable no se debe considerar los aspectos de seguridad y contaminación como un aspecto a superar o vencer desde el punto de vista económico, sino como un factor de competitividad.

Estas herramientas se utilizan para realizar análisis de proyectos que aún se encuentran en fase de planeación y del sitio donde este se va a llevar a cabo, con el objetivo de identificar y medir el impacto ambiental que este pudiera ocasionar, ya sean positivos o negativos. Se busca dar opciones que sean benéficas para reducir los riesgos a la salud humana y del ecosistema.

Problemática Ambiental

La cuestión de salvaguardar el medioambiente ha adquirido mucha importancia en los últimos años, debido a la gran cantidad de obras y proyectos llevados a cabo, no es un asunto que compete únicamente a las autoridades, es tarea de la sociedad en conjunto cuidar y hacer un uso responsable de los recursos naturales. Es importante crear una cultura de pensamiento global porque el área de extensión de un problema es muy grande y cada pequeña acción acumulada impacta de manera significativa y puede derivar en resultados catastróficos en un futuro.

La evaluación de impacto ambiental es un instrumento que sirve para regular estos comportamientos nocivos al ambiente. Los interesados en realizar algún proyecto o

construcción que puedan ocasionar un daño al ambiente están obligados a presentar una Evaluación de Impacto Ambiental y un Estudio de Riesgo a la autoridad correspondiente donde detallen los posibles impactos que pudieran causar al ambiente. Hay que especificar si el proyecto causa impactos positivos, negativos o neutros y en caso de causar un impacto negativo que sea significativo, manifestar la manera en que va a reparar el daño ocasionado.

Este trabajo pretende demostrar la importancia de las Evaluaciones de Impacto Ambiental y los Estudios de Riesgo sobre los proyectos que se encuentran en fase de planeación.

Se realizará una propuesta de una guía metodológica para una prueba de inyección de un producto químico en un pozo petrolero, así como del estudio de riesgo del mismo. El objetivo del manual es brindar al responsable de la elaboración de la EIA una base para facilitar la elaboración del mismo, esta guía es únicamente una referencia y no debe considerarse de manera absoluta para la realización del estudio. Sí el encargado lo considera necesario, es importante que se adentre lo necesario en algún tema en específico.

El Estudio de Riesgo tiene como objetivo identificar los daños al ambiente y a la salud humana que pudiera causar un derrame del trazador químico durante la prueba de inyección.

Objetivos:

- Elaboración de una guía metodológica para la realización de un estudio de impacto ambiental (EIA) de un caso estudio: pozo petrolero tipo inyector.
- Realizar un estudio de riesgo de la prueba de inyección utilizando el simulador SCRI MODELOS para poder identificar las zonas de mayor afectación en caso de un derrame del trazador químico.

Objetivos Particulares:

- Establecer una línea base, sabiendo que el lugar donde se encuentra el pozo ya es un pasivo ambiental.
- Sentar la base para realizar un estudio de impacto ambiental apropiado al caso estudio establecido.
- Utilizar el programa SCRI MODELOS para simular un escenario de posible accidente que sirva a los responsables de la prueba de inyección como un análisis de riesgo para tomar las medidas pertinentes.

Capítulo I. Marco teórico y legal

Antecedentes:

La falta de planeación, el crecimiento de la actividad industrial, la mala administración de los recursos y la ausencia de una cultura de cuidado y protección hacia el medio ambiente ha ocasionado la pérdida de muchos y valiosos recursos naturales. Para hacer frente a esto se ha buscado introducir políticas ambientales que regulen el impacto ambiental de los diversos proyectos y así no separar el crecimiento social y económico con el cuidado del medio ambiente.

La utilización de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) como instrumento preventivo para el control ambiental de proyectos, dio inicio en los últimos años de la década de los 60, primero en los Estados Unidos de América y luego se fue introduciendo en otros países desarrollados con carácter obligatorio para ciertos proyectos (Gómez, 1999).

En México, los estudios de impacto ambiental se realizan desde hace poco más de 20 años. En la administración pública federal, se aplicaron a partir de 1977 para la evaluación preliminar de proyectos de infraestructura hidráulica, aunque se tiene noticias de estudios realizados previamente, la mayoría como investigaciones académicas (SEMARNAT I. , 2012).

El primer reglamento oficial en el país, que trato de regular la política ambiental (sin incluir el término impacto ambiental) fue la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental (LFPCCA), publicado en el *Diario Oficial de la Federación* el 23 de marzo de 1971. Con estas Leyes aprobadas se observaba la limitada visión que se tenía acerca de las problemáticas ambientales, ya que sólo trataba políticas sanitarias relacionadas con la salud e higiene humana.

Los primeros intentos por evaluar el Riesgo Ambiental surgen en 1983, año en que la Ley Federal de Protección al Ambiente introduce por primera vez los Estudios de

Riesgo, como parte de la Evaluación del Impacto Ambiental de los proyectos industriales. En tanto que la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada en 1988 y sus modificaciones publicadas en 1996 y 2001, amplían el concepto para incorporar la obligación por parte de las Actividades Altamente Riesgosas que se proyecten, de elaborar e instrumentar Programas para la Prevención de Accidentes que incluyan Planes Externos para la Respuesta a Emergencias (SEMARNAT, Guía para la Presentación del Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres).

El fortalecimiento de los marcos técnico y jurídico y el creciente interés social, académico y político de los temas ambientales, repercutieron de inmediato en el número de proyectos que ingresaron al procedimiento de evaluación. (INECC, 2000)

Actualmente las manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo han pasado de estar en un plano irrelevante a uno muy importante para la evaluación de proyectos de inversión, siendo el impacto ambiental una parte fundamental dentro de la toma de decisiones.

Desarrollo Sustentable

Es un concepto que surgió a partir de la necesidad de empatar el cuidado del medio ambiente con el crecimiento económico y la igualdad social. Para esto las naciones han realizado esfuerzos importantes por implementar políticas que ayuden a alcanzar un estado donde el ambiente se encuentre protegido y no se sobrepase su capacidad de recuperación, ya que es de donde se obtienen los recursos para el crecimiento económico y poblacional.

El concepto se empieza a utilizar a raíz de los estragos causados al medio ambiente producto de la segunda guerra mundial, pero es hasta el año de 1987 que la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (CMMAD) presenta el

Informe Brundtland, donde se define de una manera más formal y hasta el momento es la más conocida:

“Desarrollo sustentable es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (CMMAD, 1987).

En cualquier definición, sin embargo, se reconoce la necesidad de compatibilizar el continuo crecimiento económico con la equidad social y con la protección y administración eficaz y eficiente del ambiente (Espinoza, 2002). En la Figura 1 se muestra la relación de estos 3 factores.

Es importante reconocer que el desarrollo sustentable sólo se va a alcanzar con la ayuda y participación de la ciudadanía. Solo de esta manera los resultados derivados de las políticas ambientales serán divisibles y se logrará evitar el deterioro ambiental y una escasez de recursos para las futuras generaciones.

La EIA no consigue el desarrollo sustentable por sí mismo, pero puede ayudar tempranamente para guiar a los responsables de la toma de decisiones en esa dirección. Incorpora los costos de las medidas de protección ambiental, pone a su disposición alternativas creativas y eficientes y compatibiliza las acciones con los requisitos y exigencias (Espinoza, 2002).

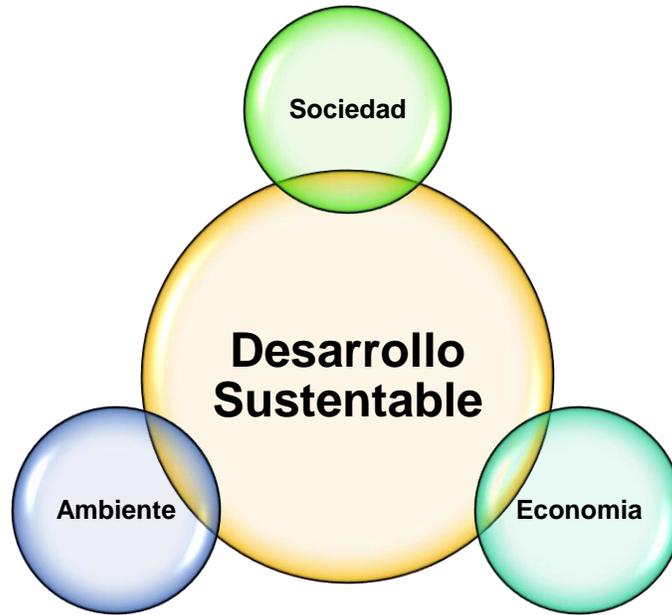


Figura 1. Desarrollo Sustentable

Es importante mencionar que el desarrollo sustentable es un concepto muy subjetivo, ya que en la actualidad no existe algún método con el que se pueda medir el alcance de la sustentabilidad.

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Se define a la Evaluación de Impacto Ambiental como el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. (LGEEPA, 2012).

La Evaluación de Impacto Ambiental es un proceso de análisis más o menos largo y complejo encaminado a que los agentes implicados formen un juicio previo, lo más objetivo posible, sobre los efectos ambientales de una acción humana prevista (a la que se denomina proyecto) y sobre la posibilidad de evitarlos, reducirlos a niveles aceptables o compensarlos (Gómez, 1999).

De acuerdo con estas definiciones se puede observar que es una herramienta de carácter preventivo, la cual evalúa los impactos positivos o negativos que se encuentren en un proyecto, plan de desarrollo, política ambiental, y después de un análisis, propone alternativas para reducir los impactos negativos y maximizar los positivos.

El objetivo de la Evaluación de Impacto Ambiental es prevenir situaciones de deterioro, estableciendo las medidas más adecuadas para llevar a niveles aceptables los impactos derivados de acciones humanas y proteger la calidad del ambiente. (Espinoza, 2002)

La experiencia muestra a la EIA como una poderosa herramienta que obliga a que se considere el hecho ambiental en los proyectos potencialmente dañinos (Gómez, 1999).

Medio Ambiente

Dado que el punto central de este trabajo es el medio ambiente es importante definirlo. En el artículo 3° de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) se define ambiente como; el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

El Medio Ambiente es el entorno vital, o sea el conjunto de factores físico-naturales, estéticos, culturales, sociales y económicos que interaccionan con el individuo y con la comunidad en que vive. (Conesa, 2003)

Se puede observar que el medio ambiente son todos aquellos factores que rodean al proyecto y que proveen a este de recursos para que se lleve a cabo.

Es importante señalar que el medio ambiente no debe ser tomado como un conjunto de componentes a los cuales se les puede evaluar por partes, este debe ser evaluado desde un enfoque global para considerar todas las posibles alternativas. La Evaluación de Impacto Ambiental debe ser tomada como una herramienta para la toma de decisiones sobre los posibles daños ambientales.

Proyecto

Es esencial definir que es un proyecto, diferentes autores lo definen como:

- En un sentido amplio, un proyecto es un conjunto o una secuencia de actividades que desarrolla durante un tiempo con un equipo de personas para obtener un resultado. (Rodríguez, García, & Lamarca, 2007).
- Es todo documento técnico que define o condiciona la localización y la realización de planes y programas, la realización de construcciones o de otras instalaciones y obras, así como otras intervenciones en el medio natural

o en el paisaje, incluidas a las destinadas a la explotación de los recursos renovables y no renovables, y la de ordenación de territorio (Conesa, 2003). En la Figura 2 se muestra muestran las principales actividades que involucran un proyecto.



Figura 2. Actividades que involucran un proyecto
Fuente: Rodríguez, García, & Lamarca, 2007

La primera ofrece una visión más general, mientras la segunda se enfoca a la categoría ambiental, pero ambas a la obtención de un resultado.

Todos los proyectos pasan por varias fases durante su vida útil las cuales se clasifican de la siguiente forma (Anaya, Ricardo, & Aldo, 2015) :

- Iniciación
- Planeación
- Ejecución
- Control
- Cierre

El estudio de impacto ambiental debe estar presente en el proyecto desde la fase planeación. Es importante que para cada fase del proyecto se incluya una Evaluación de Impacto Ambiental si así lo requiere ya que cada una puede tener asociados impactos diferentes, ya sean directos o indirectos.

Impacto Ambiental

El impacto ambiental se define como (Espinoza, 2002) :

- Una alteración significativa del ambiente de carácter positiva o negativa
- Cuando son directos involucran pérdida parcial o total de un recurso o deterioro de una variable ambiental (contaminar aguas, talar bosques, etc.)
- Cuando son indirectos inducen y/o generan otros deterioros sobre el ambiente.

El término impacto se aplica a la alteración que introduce una actividad humana en su entorno; este último concepto identifica la parte del medio ambiente afectada por la actividad, o más ampliamente, que interacciona con ella (Gómez, 1999).

En la Tabla 1 se exponen los tipos de impacto posibles durante la elaboración de un proyecto.

Tabla 1. Tipos de Impacto Ambiental de un proyecto
Fuente Conesa, 2003

Tipo de Impacto	Clasificación
Por la variación de la capacidad de carga	Impacto positivo y negativo.
Por la intensidad (grado de destrucción)	Impacto alto, medio y bajo.
Por la extensión	Impacto puntual, parcial, extremo total y de ubicación crítica.

Tipo de Impacto	Clasificación
Por el momento en que se manifiesta	Impacto corto, mediano y largo plazo, inmediato y en momento crítico
Por su persistencia	Impacto temporal y permanente
Por su capacidad de recuperación	Impacto reversible e irreversible
Por la relación causa-efecto	Impacto directo e indirecto
Por la interrelación de acciones y/o efectos	Impacto simple, acumulativo y sinérgico
Por su periodicidad	Impacto continuo, discontinuo y periódico
Por la necesidad de aplicación de medida correctoras	Impacto crítico, severo y moderado

Las Evaluaciones de Impacto Ambiental identifican las condiciones actuales de un sitio, para compararlas con las supuestas condiciones si se llevara a cabo un proyecto y con base en ello, identificar los posibles impactos y medidas de mitigación necesarias. Esta actividad debe ser un procedimiento multidisciplinario y flexible, ya que el conocimiento de varios expertos ayuda a la identificación de impactos y a incorporar sensibilidad ambiental, y cuando se requiera, identificar alternativas viables de proyecto o a sus componentes.

Componentes Ambientales

Para poder identificar los impactos potenciales al medio ambiente y definir las medidas necesarias para evitarlos o minimizarlos es necesario describir los componentes ambientales (medio ambiente) de la zona del proyecto. En este trabajo se les clasifica de la siguiente forma:

- Componentes Físicos
- Componentes Biológicos
- Componentes Socioeconómicos
- Factores de Interés Humano

Los componentes físicos están integrados por el clima, los cuerpos de agua del sitio, calidad del aire, suelos, entre otros. Los componentes biológicos están compuestos por la flora y fauna del sitio (ecosistema biológico).

Los aspectos socioeconómicos principalmente pueden ser afectados por aquellos impactos indirectos del proyecto, por ejemplo, durante la etapa de construcción se necesita mano de obra, por lo tanto, representa una fuente de empleo y un impacto indirecto positivo para una comunidad, pero puede darse el caso que en el sitio donde se está llevando a cabo la obra se encuentren zonas agrícolas, lo cual traería un impacto negativo indirecto en las condiciones socioeconómicas de una comunidad.

Los factores de interés humano son todos aquellos monumentos históricos, el paisaje, zonas de interés científico, áreas de reserva ecológica, entre otras.

Para poder identificar los posibles impactos sobre estos factores se debe identificar perfectamente el área de proyecto y así separar los tipos de impactos y elaborar un plan de respuesta apropiado para los últimos.

El alcance o grado de profundidad en el análisis y detenimiento con que deba ser considerado cada uno de los aspectos señalados dependerá de la naturaleza del proyecto, de su localización y de la percepción que la población tenga sobre él para cada caso concreto. Frecuentemente muchos de ellos no tendrán ninguna relevancia y podrán ser ignorados (Gómez, 1999).

Estudio de Impacto Ambiental

Una de las partes más importantes durante una Evaluación de Impacto Ambiental es el Estudio de Impacto Ambiental, este se puede definir como:

El documento técnico que debe presentar el promotor del proyecto en que se identifican, valoran y previenen los efectos previsibles que la realización del proyecto produciría sobre los distintos aspectos ambientales (Abellán, 2006).

Durante la realización del estudio se tiene que tomar en cuenta únicamente los impactos significativos para el medio ambiente, diferentes autores han clasificado la parte de planeación del estudio en 2 partes: Screening y Scoping. Éste último no tiene una definición propia en el diccionario, por lo cual para fines de este trabajo se le nombrará como fase de consultas.

Screening

Análisis para determinar si el proyecto requiere o no someterse a evaluación de impacto ambiental y en su caso, el tipo que le es aplicable (Gómez, 1999). Definir exactamente lo que se debe excluir por no ser ambientalmente significativo (Espinoza, 2002).

Como ya se mencionó, en esta parte del estudio se decide si el proyecto necesita una Evaluación de Impacto Ambiental de acuerdo con la identificación previa de los impactos significativos. En México existen 2 niveles de detalle de Evaluación de Impacto Ambiental, el cual se utiliza depende de la naturaleza del proyecto y los daños que pueda ocasionar al ambiente. A continuación, se presentan los 2 niveles de detalle:

- Informe Preventivo de Impacto Ambiental; se utiliza cuando las actividades del proyecto cumplen con lo establecido en el artículo 31 de la LGEEPA y en el artículo 29 de su reglamento (REIA), además que se supone un daño ambiental significativo.

- Evaluación Detallada de Impacto Ambiental; es necesaria cuando se supone un elevado impacto. Se necesitan de datos cualitativos y cuantitativos del sitio, para esto se necesita realizar campañas de muestreo, análisis y transformación de datos, etc.

Para nuestro caso estudio va a ser necesario realizar un manual para un Informe Preventivo, ya que nuestro proyecto cumple con lo dicho en el artículo 31, Fracción II y III de la LGEEPA¹.

Fase de Consultas

La fase de consultas es una etapa en la que usualmente se involucra al público y a otras partes interesadas y que identifica los problemas ambientales clave que deberían ser abordados en una EIA (ELAW).

Trata de determinar los factores ambientales que deben tomarse en cuenta y el grado de profundidad con que deben analizarse cada uno de ellos, a partir de esto se elaboran las directrices que acoten la redacción del estudio y orienten la EIA (Gómez, 1999).

Durante la realización de un estudio ambiental se vuelve fundamental, ya que es donde se define el alcance de éste, una mala identificación de los factores o componentes ambientales va a hacer de la Evaluación de Impacto Ambiental un proceso sumamente largo, tedioso y complicado. En la mayoría de los países el

¹ II.- Las obras o actividades de que se trate estén expresamente previstas por un plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que haya sido evaluado por la Secretaría en los términos del artículo siguiente

III- Las obras o actividades de que se trate estén expresamente previstas por un plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que haya sido evaluado por la Secretaría en los términos del artículo siguiente

scoping está considerado en la normatividad correspondiente como un paso previo al estudio de impacto ambiental.

Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA)

El Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA) es el documento donde se plasma todo el análisis derivado de la EIA. A continuación, se presenta una definición más formal:

- El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo (LGEEPA, 2012).

El procedimiento continúa con un resumen por parte de los encargados de realizar la evaluación, seguido de consultas a personal calificado y a instituciones autorizadas. Posteriormente se realiza el estudio y es presentado a la autoridad correspondiente (en nuestro país es la ASEA) para que apruebe y si es necesario indique las correcciones necesarias o en su defecto lo descarte.

La evaluación del impacto ambiental de los proyectos que se sujetan a este procedimiento puede concluir en alguna de las siguientes formas: negar la autorización del proyecto; autorizar la realización del proyecto pero condicionándolo a la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos, o autorizarlo con la obligación de cumplir con las normas oficiales mexicanas que existen para regular la actividad y atender las disposiciones que establezca, si lo hubiere, algún programa de ordenamiento ecológico territorial (INECC, 2000).

En la Figura 3, se presenta un resumen del Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.

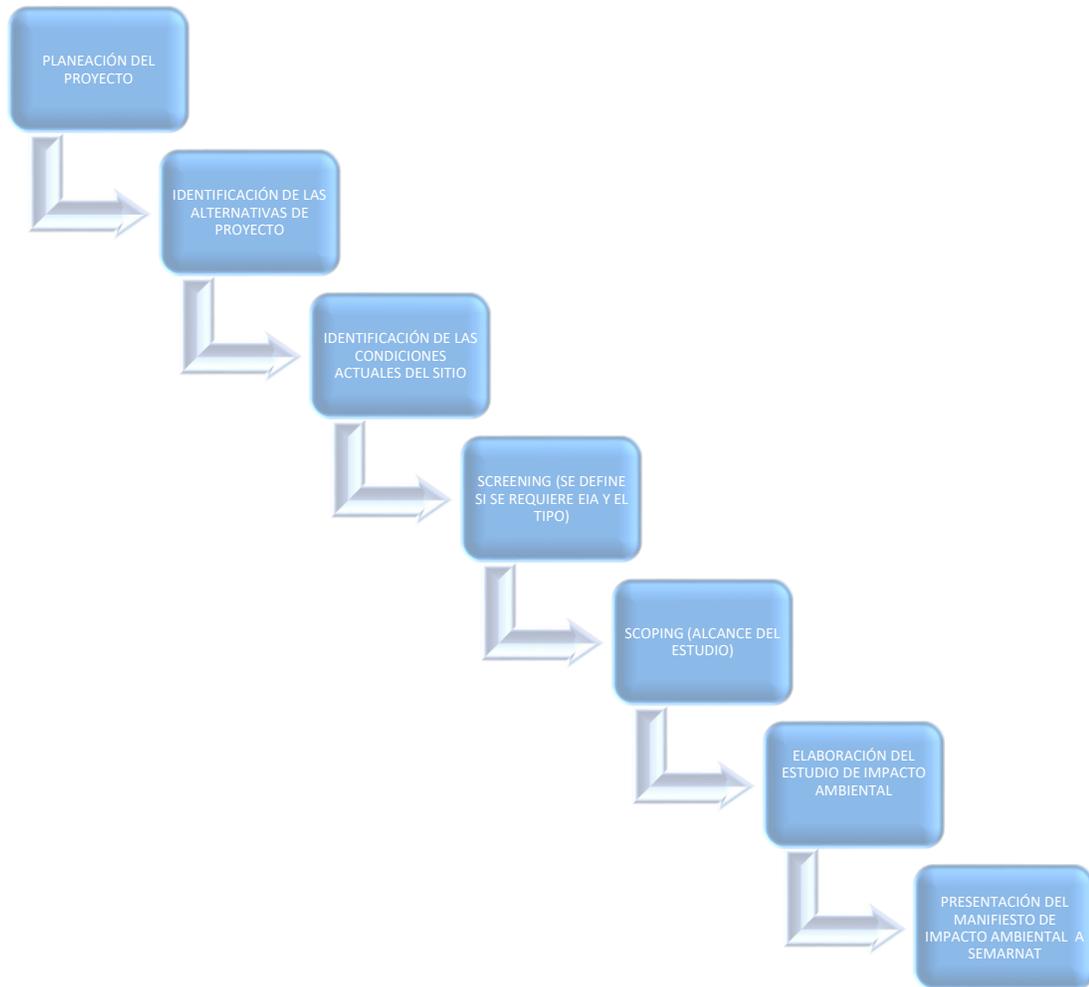


Figura 3. Proceso de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Análisis de Riesgo

El procedimiento de Evaluación del Riesgo (ER), concebido como un instrumento de la política ambiental, analítica y de alcance preventivo, permite responder a la necesidad de regular las actividades que involucran el uso, manejo, transporte y almacenamiento de sustancias y actividades consideradas como altamente riesgosas. Integrar al ambiente una actividad considerada altamente riesgosa. Bajo esta concepción el procedimiento ofrece un conjunto de ventajas para proteger al ambiente y la sociedad de eventos no deseados; invariablemente, esas ventajas

sólo son apreciables después de largos periodos de tiempo y se concretan en las inversiones y los costos de las obras, en diseños más completos e integrados al ambiente y en una mayor aceptación social de las iniciativas de inversión (SEMARNAT,2012).

El análisis de riesgo ambiental evalúa los riesgos para el medio ambiente y así poder diseñar un sistema de control de estos, el cual está enfocado a su reducción. Es un proceso multidisciplinario que utiliza varios conceptos de diferentes ramas de la ciencia (ingeniería, estadística, toxicología, seguridad industrial, entre otras). En pocas palabras, un estudio de riesgo ambiental es una actividad que mediante la recopilación de información permite identificar los riesgos inherentes a un proyecto. Una vez identificados los puntos de riesgo, permite tomar acciones para cuidar la salud humana y del medio ambiente.

El análisis de riesgo es una disciplina que se viene practicando desde hace varias décadas en sectores industriales de alto riesgo como el petroquímico, el aeronáutico y el nuclear (Delgado, 2007).

El proceso de análisis de riesgo conlleva varias etapas, las cuales son:

1. Identificación de riesgos
2. Categorización de los riesgos
3. Evaluación de los riesgos
4. Administración de los riesgos

Es importante identificar todos los objetos de riesgo, ya que esta es la primera parte del estudio y de no considerarse no será tomado en cuenta en el resto del estudio. Si no existe algún tipo de peligro asociado, el objeto de riesgo podrá ser descartado. Otro de los problemas durante un estudio de riesgo es la falta de una medida estandarizada acerca de la tolerabilidad del riesgo, esto obliga a las personas encargadas a decidir acerca de la tolerabilidad con base en su experiencia en el campo de trabajo.

Riesgo

La definición más importante de riesgo es la establecida por la USEPA (United States Environmental Protection Agency); siendo la probabilidad de que ocurra algo con consecuencias negativas. Algunas otras definiciones son las siguientes:

- Se entiende la combinación de la probabilidad de que desencadene un determinado fenómeno o suceso que, como consecuencia de su propia naturaleza o intensidad y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, puede producir efectos perjudiciales en las personas o pérdidas de bienes. (DGPCE, 2012)
- Situación que puede conducir a una consecuencia negativa no deseada en un acontecimiento (Casal, Montiel, Planas, & Vílchez, 1999)
- Es la probabilidad de sufrir un daño por la exposición a un peligro (Delgadillo, 2002)

Hay que reconocer que el riesgo es un concepto inherente a nuestras actividades diarias, algunas con mayor grado que otras. Por ejemplo, al conducir un carro o al practicar algún tipo de deporte. La exposición al peligro puede ser un acto voluntario o involuntario, cuando es voluntario, se habla de riesgo tolerable.

Una manera más formal de definir al riesgo es la forma matemática o la ingenieril, y está dada por la siguiente ecuación.

$$\text{Riesgo} = \text{Consecuencias} * \text{Frecuencia}$$

Aunque existan este tipo de definiciones en muchas ocasiones el riesgo no puede cuantificarse, debido a esto se le hace una evaluación de forma cualitativa donde sólo se puede describir como alto, medio o bajo.

Otra forma de definir al riesgo es (Kaplan & Garrick, 1981):

$$\text{Riesgo} = \frac{\text{Peligro}}{\text{Medidas Preventivas}}$$

Se puede deducir que el riesgo es tan pequeño como queramos si se tienen medidas preventivas y que, además, el riesgo nunca va a tomar un valor de 0.

Peligro

El concepto de riesgo, a su vez conlleva el concepto de peligro, ya que para cada situación de riesgo se tienen uno o varios peligros asociados.

Peligro es la fuente del riesgo y se refiere a una sustancia o a una acción que pudiera causar daño (Delgadillo, 2002) .

La definición de peligro de acuerdo con la norma española UNE81902:1996-EX (AENOR, 1996:6) es: fuente o situación con capacidad de daño en términos de lesiones, daños a la propiedad, daños al medio ambiente o una combinación de ambos (Rubio, 2004).

Aunque el riesgo y peligro sean concomitantes, estos no son conceptos iguales, ya que para un objeto de riesgo pueden existir diferentes peligros asociados. Por ejemplo, los atletas que se dedican al levantamiento olímpico conllevan una serie de peligros asociados (en este caso el objeto de riesgo es el levantamiento olímpico), tales como sufrir una fractura o tirar la barra olímpica sobre ellos. Con este ejemplo se observa la diferencia entre riesgo y peligro y que estos conceptos están ligados a nuestras actividades diarias.

Accidentes

En la Real Academia Española se define accidente como; suceso eventual o acción que resulta daño involuntario para las personas o las cosas. Podemos decir que los accidentes son sucesos súbitos que se originan por una desviación en el proceso y producen lesiones o daños.

Los accidentes graves implican la liberación instantánea o en un tiempo relativamente corto de cantidades importante de energía o de materiales peligrosos. (Fábrega & Juan, 2010)

Para realizar un análisis de riesgo es importante tener conocimiento de los accidentes ocurridos que están relacionados con el tipo de proyecto. En la Tabla 2 se presentan algunos accidentes ocurridos relacionados con el tipo de proyecto y cercanos a la zona de trabajo

Tabla 2. Accidentes reportados en México cercanos a la zona de proyecto

Accidente	Daño	Reparación de Daño	Fecha
Derrame en pozo Poza Rica 85	Se derramaron 50L de agua-aceite en 18m ² de suelo	La Cuadrilla de mantenimiento a ductos logró la estabilización	20-03-2012
Derrame de Hidrocarburo	Afecto 4km del Rio Cazonas las zonas de Tihuatlán, Coatzintla y Poza Rica		23-10-2014
Derrame de Hidrocarburo en pozo petrolero 266	Afecto fauna marina y flora de la región de Coatzintla		26-10-2014
Ruptura de Ducto de 30" en Campo Poza Rica 433	Contaminó presa en la comunidad de Escolín de Olarte Coatzintla		14-10-2016
Incendio de 500 barriles de petróleo	Lluvia negra en las poblaciones aledañas (Salina Cruz Oaxaca)		14-06-2017

Desviaciones

Una desviación se puede definir como; cualquier falla que cambia, modifica o adultera la intención de diseño de un proceso. (Modesto, 2016)

Exposición

Es una condición que se refiere a la ubicación del receptor, objeto o sitio con relación a un peligro.

Receptor

Es todo el conjunto de personas, objetos o componentes ambientales que se encuentran expuestos a un peligro y pueden ser sujeto de este.

Vulnerabilidad

Son las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza. (CIIFEN, 2017)

Resiliencia

Es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de una manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas. (CIIFEN, 2017)

Incertidumbre

Es un valor cuantitativo de la calidad del resultado de medir, el cual es un parámetro que mide el grado de dispersión de una medida (Hernández, 2017).

Casi todos los problemas de manejo de riesgo involucran algún grado de incertidumbre. Esta se origina por diversas razones: Información incompleta, desacuerdo entre los especialistas o fuentes de información, lenguaje impreciso o por la variabilidad que resulta de los errores de muestreo o por la estructura de un modelo usado en el análisis (Delgadillo, 2002).

La incertidumbre en los análisis de riesgo es utilizada para la toma de decisiones, ya que como se mencionó antes, las mediciones o suposiciones hechas para la simplificación del estudio pueden afectar de manera considerable el rumbo del proyecto.

La noción de riesgo, por lo tanto, incluye a la incertidumbre y un cierto tipo de pérdida o daño recibido (Kaplan & Garrick, 1981).

Marco Legal

Con la finalidad de establecer el marco legal aplicable sobre el tema en estudio del presente trabajo hay que reconocer los niveles de jerarquía jurídica en México. En la Figura 4 se muestra la Pirámide de Kelsen que muestra como es la jerarquía de la parte jurídica dentro del ámbito ambiental.

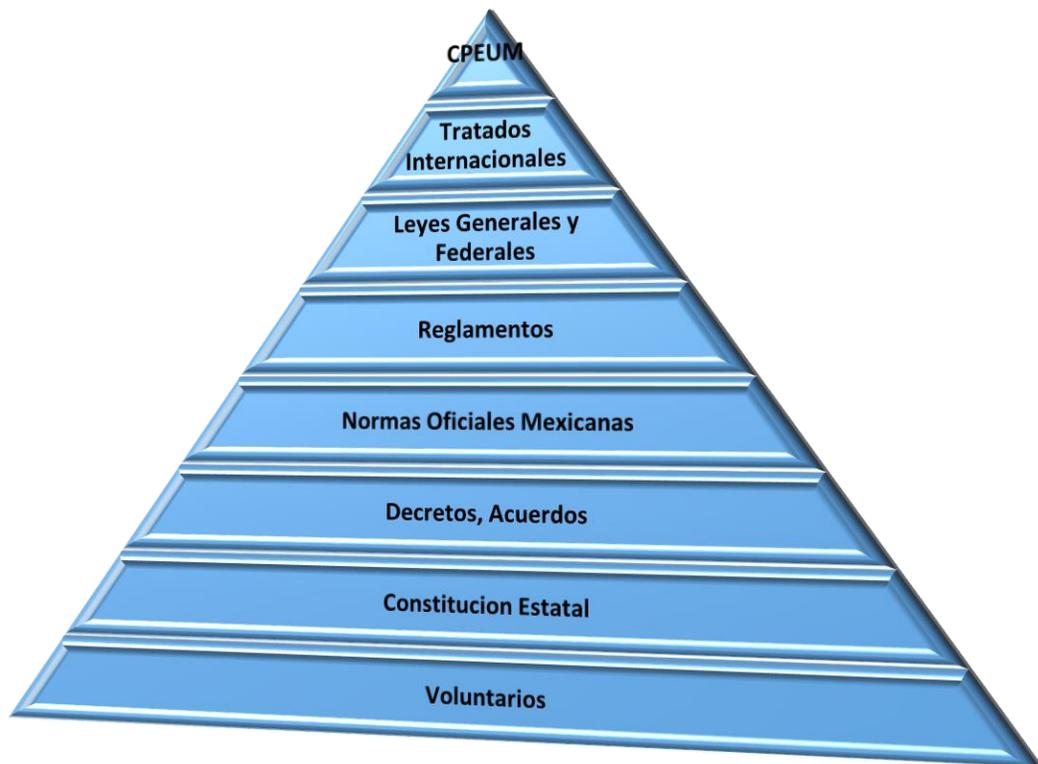


Figura 4. Pirámide de Kelsen adaptada al ordenamiento jurídico mexicano

Los artículos que relacionan sobre el cuidado del hombre y del medio ambiente en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos son los siguientes:

- ✓ Artículo 4. Protección a la salud y a un medio ambiente sano
- ✓ Artículo 27. Conservación de los recursos naturales
- ✓ Artículo 73. Prevención y control de contaminantes

✓ Artículo 115. Servicios públicos

De acuerdo con las jerarquías antes establecidas, la ley que le compete el cuidado del ambiente es la LGEEPA, con su respectivo Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA), este último enfocado a las cuestiones de impacto ambiental. Remarcando la importancia de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en el artículo 1 de la LGEEPA menciona que: *la presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.*

Los artículos 5, 6 y 7 mencionan sobre las facultades que la ley otorga a la federación para cuidar el medio ambiente y la responsabilidad de establecer políticas ambientales.

La sección V de esta ley cita la Evaluación de Impacto Ambiental, siendo este el punto central del presente trabajo. Acorde a los Artículos 28, 29 y 30 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente, los interesados en realizar alguna obra o proyecto que pudiera afectar el equilibrio ecológico de una región deberán presentar un Manifiesto de Impacto Ambiental, en cualquiera de sus modalidades, en el cual expongan los posibles daños, la minimización de estos y en su caso, la forma de repararlos.

Para la realización de los estudios de impacto ambiental, es importante que los encargados de realizar dicho trabajo dirijan principalmente su atención en identificar, analizar y seleccionar aquellos impactos que sean relevantes para el sitio del proyecto y así poder identificar aquellos que resulten negativos. Este proceso

es muy importante para obtener la autorización a que se refiere el artículo 35 de la LGEEPA².

La autoridad, de acuerdo con los párrafos II y III del artículo 35 de la LGEEPA³, podrá emitir una autorización con reservas o en su defecto, rechazar la MIA.

En caso de que la MIA contenga información que no sea relevante para el proyecto o en su defecto, se omita información, la agencia encargada de emitir la autorización correspondiente podrá solicitar información adicional de acuerdo con lo establecido en el artículo 35 BIS de la LGEEPA.

² Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.

Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.

³ **II.-** Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista, o

III.- Negar la autorización solicitada, cuando:

- a)** Se contravenga lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables;
- b)** La obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a una de dichas especies, o
- c)** Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate.

Para el presente documento, se requiere de un Informe Preventivo considerando lo descrito en el Artículo 29 de la LGEEPA: los efectos negativos que sobre el ambiente, los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre y demás recursos a que se refiere esta Ley, que pudieran causar las obras o actividades de competencia federal que no requieran someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental a que se refiere la presente sección, estarán sujetas en lo conducente a las disposiciones de la misma, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, la legislación sobre recursos naturales que resulte aplicable, así como a través de los permisos, licencias, autorizaciones y concesiones que conforme a dicha normatividad se requiera.

De acuerdo con el artículo 31 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente, la realización de obras y actividades a que se refieren las fracciones I a XII del artículo 28, requerirán de un informe preventivo y no una manifestación de impacto ambiental, cuando:

- I. Existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras o actividades;
- II. Las obras o actividades de que se trate estén expresamente previstas por un plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que haya sido evaluado por la Secretaría en los términos del artículo 32, o
- III. Se trate de instalaciones ubicadas en parques industriales autorizados en términos de la presente sección.

El proyecto cumple con lo establecido en el párrafo II y III para únicamente ser evaluado con un Informe Preventivo.

Una vez presentado el Informe Preventivo, la ASE tendrá un plazo no mayor a 20 días para emitir una resolución acerca de este, así como lo dice el artículo 33 en su fracción I y II del REIA:

- I. Que se encuentra en los supuestos previstos en el artículo 28 de este reglamento y que, por lo tanto, puede realizar la obra o actividad en los términos propuestos, o
- II. Que se requiere la presentación de una manifestación de impacto ambiental, en alguna de sus modalidades.

Tratándose de informes preventivos en los que los impactos de las obras o actividades a que se refieren se encuentren totalmente regulados por las Normas Oficiales Mexicanas, transcurrido el plazo a que se refiere este artículo sin que la Secretaría haga la notificación correspondiente, se entenderá que dichas obras o actividades podrán llevarse a cabo en la forma en la que fueron proyectadas y de acuerdo con las mismas normas.

Acorde a lo que establece el artículo 32 del Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA)⁴, en este trabajo se propone una guía para la presentación del informe preventivo.

En el artículo 30 del REIA se señala el contenido del informe preventivo. Es muy importante cumplir con estos puntos para poder permitirles a las autoridades cumplir con lo que señala el artículo 35 de la LGEEPA (ya antes mencionado) y el artículo 44 del REIA⁵. El contenido del informe que marca el artículo 30 del REIA es el siguiente:

⁴ La Secretaría proporcionará a los promoventes las guías para la presentación del informe preventivo. Dichas guías serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.

⁵ Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:

- I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;

El informe preventivo deberá contener:

I. Datos de Identificación, en los que se mencione:

- a) Nombre y la ubicación del proyecto;
- b) Datos generales del promovente, y
- c) Datos generales del responsable de la elaboración del informe;

II. Referencia, según corresponda:

- a) A las normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas o el aprovechamiento de recursos naturales, aplicables a la obra o actividad;
- b) Al plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico en el cual queda incluida la obra o actividad, o
- c) A la autorización de la Secretaría del parque industrial, en el que se ubique la obra o actividad, y

III. La siguiente información:

- d) La descripción general de la obra o actividad proyectada;
- e) La identificación de las sustancias o productos que vayan a emplearse y que puedan impactar el ambiente, así como sus características físicas y químicas;
- f) La identificación y estimación de las emisiones, descargas y residuos cuya generación se prevea, así como las medidas de control que se pretendan llevar a cabo;

II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y

III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

- g) La descripción del ambiente y, en su caso, la identificación de otras fuentes de emisión de contaminantes existentes en el área de influencia del proyecto;
- h) La identificación de los impactos ambientales significativos o relevantes y la determinación de las acciones y medidas para su prevención y mitigación;
- i) Los planos de localización del área en la que se pretende realizar el proyecto, y
- j) En su caso, las condiciones adicionales que se propongan en los términos del artículo siguiente⁶.

Para la realización de un estudio de impacto ambiental, es necesario realizar una evaluación de riesgo ambiental si durante la construcción u operación del proyecto se ejecutan actividades consideradas de alto riesgo que puedan dañar a los trabajadores, a la sociedad o al ecosistema. Pemex, debido a su normatividad, para cualquier proyecto que se encuentre bajo su gestión exige un estudio de riesgo ambiental.

De acuerdo con lo estipulado en la Norma NRF-018-PEMEX-2014 para la evaluación de análisis de riesgos, cualquier persona física o moral que desee llevar a cabo un estudio de esta naturaleza deberá presentar la siguiente información:

- Planeación
- Identificación de peligros y riesgos
- Análisis de consecuencias
- Estimación de frecuencias
- Caracterización y jerarquización de riesgos
- Informe con recomendaciones para la administración de los riesgos del proyecto

⁶ Artículo 31.- El promovente podrá someter a la consideración de la Secretaría condiciones adicionales a las que se sujetará la realización de la obra o actividad con el fin de evitar, atenuar o compensar los impactos ambientales adversos que pudieran ocasionarse. Las condiciones adicionales formarán parte del informe preventivo.

La elaboración del análisis de riesgos debe llevarse a cabo con la tecnología del proceso requerida, actualizada, autorizada y disponible para su uso, tal como se establece en el punto 8.3.1 de la Norma NRF-018-PEMEX-2014⁷.

En el Título Cuarto “Protección al Ambiente” Capítulo V “Actividades Consideradas como Altamente Riesgosas” se encuentra otra parte importante del fundamento legal de este trabajo. El artículo 145 menciona acerca de los usos de suelo para el establecimiento de industrias, comercios o servicios considerados como riesgosos por la gravedad de los efectos que puedan generar en los ecosistemas o en el ambiente. Los artículos 146, 147, 147 BIS, 148 Y 149 que pertenecen al mismo capítulo, sobre las obligaciones de aquellos que realicen actividades consideradas como altamente riesgosas, así como de las responsabilidades del Estado y la Federación.

En el artículo 17 del Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental se establece que: cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo.

Con fundamento en este, el artículo 18 del mismo, establece los requerimientos de información del estudio de riesgo:

- I. Escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto;
- II. Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones, en su caso
- III. Señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental.

Para la realización de un estudio de riesgo es importante considerar los listados de actividades altamente riesgosas. En el artículo 1° del Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas se le considera como actividad altamente riesgosa al manejo de sustancias peligrosas en un volumen igual o superior a la cantidad del reporte.

⁷ La elaboración o actualización del análisis de riesgos, debe llevarse a cabo con la tecnología del proceso requerida actualizada, autorizada y disponible para su uso.

En el artículo 2 del mismo define a la cantidad de reporte como:

- ✓ Cantidad De Reporte: Cantidad mínima de sustancia peligrosa en producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final, o la suma de éstas, existentes en una instalación o medio de transporte dados, que, al ser liberada, por causas naturales o derivadas de la actividad humana, ocasionaría una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

El primer listado corresponde a las actividades sobre el manejo de sustancias tóxicas y el segundo a las sustancias inflamables y explosivas. Esto debido a los requerimientos legales, ya que para el caso estudio del presente documento, el reactivo a utilizar es nuevo y no se encuentra en ninguno de estos 2 listados. En el Anexo 2 se encuentra la hoja de seguridad de este reactivo.

Normas Oficiales Mexicanas (NOM's)

Las Normas Oficiales que regulan el caso estudio establecido, en cuestión de seguridad laboral, son las enlistadas en la Tabla 3.

Tabla 3. NOM's aplicables al caso estudio

Norma	Contenido
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías
NOM-010-STPS-1999	Contaminantes por sustancias químicas
NOM-113-STPS-2009	Seguridad-Equipo de protección personal-Calzado de protección-Clasificación, especificaciones y métodos de prueba
NOM-018-STPS-2000	Identificación de peligros y riesgos por sustancias químicas

NOM-115-STPS-2009	Seguridad-Equipo de protección personal-Cascos de protección-Clasificación, especificaciones y métodos de prueba
NOM-019-STPS-2011	Comisiones de seguridad e higiene
NOM-011-STPS-2001	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido
NOM-028-STPS-2012	Seguridad en procesos y equipos con sustancias químicas
NOM-039-STPS-2009	Servicios preventivos de seguridad y salud

En cuestión de Impacto Ambiental, se tienen las normas citadas en la Tabla 4.

Tabla 4. NOM's aplicables en cuestión de Impacto Ambiental

Norma	Contenido
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación y los listados de los residuos peligrosos
NOM-117-SEMARNAT-2006	Que establece las especificaciones de protección ambiental durante la instalación, mantenimiento mayor y abandono de sistemas de conducción de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso por ducto, que se realicen en derechos de vía existentes ubicados es zonas agrícolas

Para la puesta en marcha de proyectos, PEMEX, maneja sus propia normatividad. Las normas aplicables al caso estudio son las mostradas en la Tabla 5.

Tabla 5. Normas aplicables por PEMEX

Norma	Contenido
NRF-036-PEMEX-2010	Clasificación de áreas peligrosas y selección de equipo eléctrico
NRF-032-PEMEX-2012	Sistemas de tubería en plantas industriales - diseño y especificaciones de materiales.
NRF-035-PEMEX-2012	Sistemas de tubería en plantas industriales - instalación y pruebas.
NRF-182-PEMEX-2013	Bombas de desplazamiento positivo: dosificadoras
NRF-209-PEMEX-2014	Bombas rotatorias
NRF-070-PEMEX-2011	Sistemas de protección a tierra para instalaciones petroleras.
ANEXO SSPA	Obligaciones de Seguridad, Salud en el Trabajo y Protección Ambiental de los Proveedores o Contratistas que realizan actividades en instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios
ANEXO S	Obligaciones de Seguridad, Salud en el Trabajo y Protección Ambiental de los Proveedores o Contratistas que realizan actividades en instalaciones de PEMEX

Línea Base Ambiental de un proyecto

La línea base se refiere a las condiciones actuales de la zona de influencia del proyecto o al estado preoperacional del sitio. Este tipo de estudios se realizan para definir a las variables ambientales sujetas de ser impactadas por las actividades llevadas a cabo en el sitio, para que así quede por escrito registro de los daños existentes.

Para poder comprender la característica esencial del medio ambiente es imprescindible conocer de antemano las interrelaciones de los factores que lo componen. Es necesario identificar las acciones pertinentes a cada etapa y los efectos que pueden acarrear. (Dellavedova, 2011)

Para continuar explicando este tema es importante definir 3 conceptos muy importantes: daño ambiental, daños preexistentes y línea base ambiental. En la Guía para definir la Línea Base Ambiental Previo al Inicio de las Actividades Petroleras se definen de la siguiente manera estos 3 conceptos:

- Daño Ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso, producto de actividades humanas o de la naturaleza.
- Daños Preexistentes: Los pasivos ambientales presentes en el Área Contractual, identificados en la línea base ambiental de conformidad con lo establecido en las Cláusulas 3.4 y 14.4.
- Línea base ambiental: Se refiere a las condiciones ambientales en las que se encuentran los hábitats, ecosistemas, elementos y recursos naturales, así como las relaciones de interacción y los servicios ambientales, existentes en el área contractual, en el momento previo a la ejecución de las actividades del contrato.

La realización de la línea base ambiental, metodológicamente es una tarea que se ubica al inicio del estudio, paralela al análisis del proyecto y las alternativas consideradas (Gómez, 1999).

Cabe señalar que en México la legislación vigente no menciona requisitos para la línea base, a pesar de que es parte fundamental de una Evaluación de Impacto Ambiental.

Al momento de realizar el estudio de línea base los encargados deben asegurarse de reunir la información necesaria, ya sea con revisiones bibliográficas o pruebas de campo. La información se analiza para comprender las condiciones actuales y posteriormente se realiza una valoración para estimar los posibles impactos ambientales. Otra forma de reconocer los posibles impactos es hacer una predicción de la evolución del medio ambiente suponiendo que el proyecto no se lleve a cabo.

Es importante que las personas encargadas del estudio reconozcan las interacciones de los factores ambientales y no sean tratados como elementos separados. Ello en la idea de que el impacto queda definido no sólo por la modificación de los componentes del sistema, sino por la alteración del sistema en conjunto. (Gómez, 1999)

La línea base ambiental describe los siguientes componentes del medio:

- Uso actual de suelo del sitio de proyecto
- Componentes físicos (clima, suelo, temperatura)
- Componentes biológicos (flora, fauna)
- Componentes socioeconómicos (asentamientos urbanos, industriales, infraestructura)
- Aspectos de interés humano (paisaje, monumentos históricos)

Capítulo II. Descripción del medio físico y biológico

Para este proyecto, primero se ubicó geográficamente el pozo en estudio, el cual será nombrado como pozo A, para tener conocimiento de las zonas que podían ser afectadas debido a la inyección del trazador químico. Con la información proporcionada por los responsables del proyecto y utilizando el programa Google Earth, se ubicó al pozo petrolero en las siguientes coordenadas UTM:

X= 658,476.30

Y= 2,271,431.30

Zona= Q14

Estas coordenadas corresponden a la región de Poza Rica, Veracruz.

El pozo A se encuentra cercano al río Cazonas y a zonas urbanas residenciales (ver Figura 5).



Figura 5. Imagen satelital de la ubicación del pozo A.

Como se puede observar en la figura 5, las zonas urbanas cercanas al pozo A son la colonia Las Granjas, la colonia Morelos y San Miguel Mecatepec, mientras que se tiene un cuerpo de agua que es el río Cazones. En la tabla 6 se muestran las condiciones ambientales del sitio.

Tabla 6. Condiciones ambientales del sitio de proyecto

Condición Ambiental	Descripción
Clima	<p>En el estado de Veracruz se presenta en un 53.5% de su territorio un clima cálido subhúmedo, 41% cálido húmedo, 3.5% templado húmedo, 1.5% templado y 0.5% seco y semiseco (Fuente: INEGI, 2013).</p> <p>En las zonas aledañas al proyecto se tienen temperaturas promedio de 23 °C y una precipitación anual promedio de 1500 mm con lluvias en verano.</p>
Vientos dominantes	<p>Se tienen Vientos dominantes en la dirección sureste la mayoría del año, con excepción de los meses de junio y julio, que se tienen vientos con dirección al oeste.</p>
Población	<p>Se registra una población de 181438 personas. Otra zona aledaña es la localidad de San Miguel Mecatepec, que tiene una población aproximada de 1748 habitantes.</p> <p>De las colonias las Granjas y Morelos, no se tienen datos acerca de su población, por lo cual para fines de este trabajo se considerará como suficiente los datos de población de Poza Rica y de la localidad de San Miguel Mecatepec.</p>
Vegetación y fauna	<p>En la zona de proyecto y en las zonas aledañas no se encuentra vegetación o fauna que se</p>

	consideren vulnerables de acuerdo con la normatividad correspondiente.
Rio Cazones	Tiene una superficie de 43700 Ha las cuales en su mayoría corresponden al estado de Veracruz. En el Rio Cazones se encuentra una gran variedad de peces chicos y grandes, como truchas y mojarra, camarón, tortugas y aves acuáticas.
Sismicidad	De acuerdo con un estudio hecho en el año 2016 por el Servicio Sismológico Nacional, el Estado de Veracruz es el punto donde se registró la menor cantidad de epicentros sismológicos, por lo cual no se considera una zona de alta actividad sísmica (ver Figura 6).
Inundaciones	Sólo en temporada de lluvias en verano
Huracanes	Probabilidad media-baja en temporada de lluvias en verano

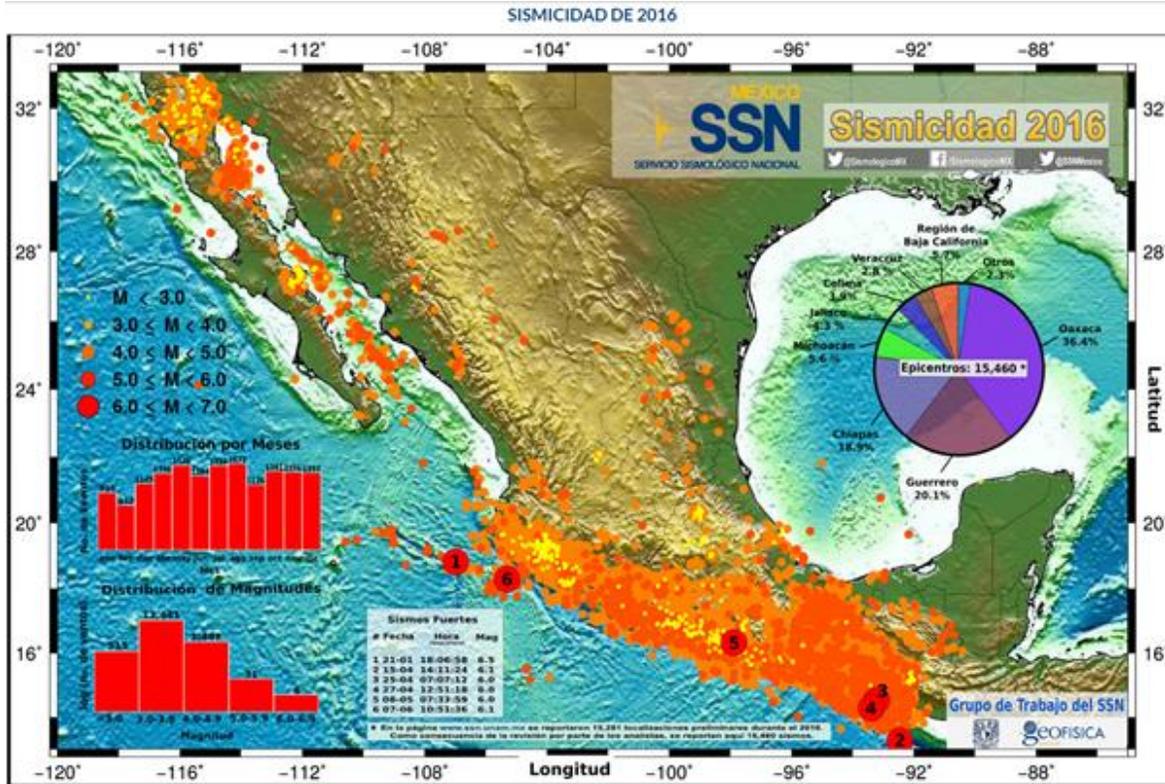


Figura 6. Sismicidad de 2016. Obtenida de: <http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/mapas-de-sismicidad-anual/> Fecha de Consulta: 01/02/2017

Predio

La zona (complejo Poza Rica) inicio actividades en el año de 1930, desde ese momento el territorio está destinado a exploración e investigación, Fue en los años posteriores que las comunidades se empezaron a asentar en los alrededores de los pozos.

Por la parte legal, el propietario del predio es PEMEX.

Antes de la inyección del trazador químico esta zona ya era considerada como un pasivo ambiental, debido a que en el terreno se han realizado actividades que han ocasionado su deterioro. Un ejemplo de esto es la Figura 7, donde se puede observar que solo una pequeña zona tiene pasto, lo demás son rocas y tierra.



Figura 7. Ubicación del pozo

En las Figuras 8 y 9 se observa que, si bien hay fauna y gente viviendo en los alrededores, la zona principal donde se encuentra el pozo ya no tiene pasto. Es una región con tierra y rocas, por lo cual es indispensable tomar las medidas de seguridad pertinentes, de acuerdo con lo estipulado en el artículo 6º de la *Ley Federal de Responsabilidad Ambiental* para no causar un impacto negativo en los alrededores o en su defecto, dañar más el sitio.



Figura 8. Alrededores del pozo



Figura 9. Alrededores y pozo (zona de impacto)

Para prevenir la contaminación al suelo y subsuelo y evitar sanciones de acuerdo con lo previsto en el artículo 10 de la *Ley Federal de Responsabilidad Ambiental*, se van a utilizar geo membranas para la protección del suelo y así poder realizar las actividades de la prueba en el sitio.

Capítulo III: Metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental y Análisis de Riesgos

Metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental

Los métodos de EIA se basan en la imparcialidad, autenticidad, rentabilidad y enfoques eficientes. (Afifi, 2008)

La metodología a utilizar debe poder reflejar si existe o no impacto (positivo o negativo) sobre los factores ambientales (entre los cuales se incluye al hombre y su medio social) de las acciones del proyecto. (Coria, 2016)

Otro punto importante de las metodologías es que cada una de ellas se adapta a un caso en específico. Aún no existe una metodología universal para todos los proyectos y sus afectaciones.

Un enfoque lógico y sistemático permite asegurar que todos los impactos, sus causas y las interacciones entre ellos puedan ser adecuadamente cubiertas por una metodología (Espinoza, 2002)

Existen numerosos modelos y procedimientos para la evaluación de impactos sobre el Medio Ambiente o sobre alguno de sus factores, algunos generales, con pretensiones de universalidad, otros específicos para situaciones o aspectos concretos; algunos cualitativos, otros operando con amplias bases de datos e instrumentos de cálculo sofisticados, de carácter estático unos, dinámico otros, etc. (Conesa, 2003)

Podemos deducir que las metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental han sido creadas para facilitar la identificación de impactos al medio ambiente, evitando así procesos largos y engorrosos que pudieran llevar a errores durante el trabajo. También estas sirven a modo de resumen, ya que en un simple cuadro pueden venir identificados los impactos junto con los factores ambientales de interés al proyecto

Es importante mencionar que algunas de las metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental no pueden ser utilizadas en todos los países debido a la normatividad correspondiente de cada región, de ahí la necesidad de adaptarlas a casos particulares.

Los autores Santiago Cotán y Pinto Arroyo (2007) clasifican a las metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental de la siguiente forma:

1. Sistemas de red y gráficos
 - a) Matrices causa-efecto (Leopold) y Listas de Chequeo
 - b) CNYRPAB
 - c) Bereano
 - d) Soresen
 - e) Guías metodológicas del M.O.P.U.
 - f) Banco Mundial
2. Sistemas Cartográficos
 - a) Superposición de transparencias
 - b) Mc Harg
 - c) GIS (Sistema de información geográficos)
3. Métodos basados en indicadores, índices e integración de la evaluación
 - a) Método de Holmes
 - b) Método de la Universidad de Georgia
 - c) Método de Hill-Schechter
 - d) Método de Fisher-Davies
4. Métodos cuantitativos
 - a) Método del Instituto Batelle-Columbus
5. Modelos de Predicción
6. Consulta a paneles de expertos
7. Métodos Específicos

Para este trabajo, se adaptará una metodología para identificar los impactos ambientales derivados del proyecto.

Metodologías de Análisis de Riesgo

La definición formal de la etapa de evaluación del riesgo supone la comprensión de que el riesgo es un término que ha de concebirse en combinación, puesto que considera la probabilidad de un peligro en combinación con el resultado o impacto calculado. (OAPN).

Estas metodologías tienen como objetivo facilitar la identificación de los riesgos, para así poder tener un plan de respuesta adecuado ante cualquier eventualidad.

El proceso de este tipo de metodologías generalmente es el siguiente:

- 1) Identificación de peligros
- 2) Estimación del riesgo y la probabilidad de convertirse en accidente
- 3) Tolerabilidad del riesgo

Las metodologías de análisis de riesgos se pueden describir de acuerdo con 4 propiedades (Tixier, Dusserre, Salvi, & Gaston, 2002):

- Deterministas
- Probabilísticos
- Cualitativos
- Cuantitativos

Para fines de este trabajo sólo se van a clasificar las metodologías como cualitativas y cuantitativas

1. Modelos Cualitativos

Son descritos en función de su probabilidad mediante categorías como alto, medio o bajo. No utilizan números para medir el riesgo. Algunos de estos modelos son los siguientes:

- Panorama de factores de riesgo
- Análisis histórico de riesgo
- What if
- Análisis de modos de falla y sus efectos
- HAZOP
- Análisis por árbol de eventos
- Análisis por árbol de fallas

Estas metodologías son usadas cuando se supone un riesgo bajo o cuando los datos para hacer un análisis cuantitativo son inadecuados

2. Modelos Cuantitativos

Son descritos en función de su probabilidad mediante números, descartan totalmente el uso de escalas descriptivas. Algunos de estos modelos son:

- Análisis por árbol de fallas
- Método de Montecarlo

Posterior a estos análisis para identificar los riesgos existentes es necesario realizar un estudio de análisis de consecuencias. Estos utilizan modelos matemáticos para cuantificar y estimar dichas consecuencias. Para realizar este tipo de análisis existen diferentes programas, tales como el ALOHA, PHAST, SCRI MODELOS. Para el caso estudio seleccionado se utilizará el programa SCRI MODELOS 4.5.

Metodología de EIA para el Caso Estudio

Para el análisis de los impactos ambientales de nuestro caso estudio se adaptó una metodología sencilla, debido a que la elaboración de un Informe Preventivo no es un proceso tan complejo como una Evaluación de Impacto ambiental. La metodología consiste en los siguientes pasos

- 1) Identificación de los factores ambientales y de las actividades del proyecto sujetas de causar daño mediante una lista de chequeo⁸.
- 2) Elaboración de una matriz de doble entrada para relacionar las actividades del proyecto con los factores ambientales. La matriz tiene la estructura mostrada en la Tabla 6, donde en las columnas se representan los factores ambientales sujetos de ser afectados (agua, tierra, flora, fauna, etc.) y en las filas las causas de impacto (actividades del proyecto que pudieran afectar al medio)

Tabla 7. Matriz de doble entrada

		Factores Ambientales			
		Factor Ambiental 1		Factor Ambiental 2	
		Componente 1	Componente 2	Componente 1	Componente 2
		Subcomponente	Subcomponente	Subcomponente	Subcomponente
Causas de Impacto	Causa 1				
	Causa 2				

⁸ Se utilizan en las primeras etapas para identificar los impactos significativos. Se consideran 2 puntos importantes:

- Las actividades del proyecto
- Los factores ambientales sensibles a los daños.

- 3) Clasificación de los impactos de manera cualitativa como bajo, medio y alto.
- Bajo: impactos que no son necesarios “reparar”. Se considera que no ocasiona un daño inmediato ni a largo plazo en el ambiente
 - Medio: impactos que pudieran causar un daño inmediato al medio ambiente, pero no a largo plazo. Es necesario utilizar medidas preventivas para amortiguarlos
 - Alto: impactos que es necesario atender de manera urgente. Generan daño a corto y largo plazo.
- 4) Elaborar una conclusión de tal manera que oriente a los responsables de revisar el informe preventivo sobre aquellos impactos potenciales del proyecto y ofrecer medidas de mitigación en caso de ser necesario para aquellas actividades que supongan un gran daño al ambiente.

Metodología de Estudio de Riesgo para el Caso Estudio

Modelos Matemáticos de Análisis de Riesgos

Un modelo matemático es una descripción, en lenguaje matemático, de un objeto existente en un universo no matemático (Rodríguez & Steegman, 2017).

Los modelos matemáticos de análisis de consecuencias tienen como objetivo predecir las consecuencias de una determinada acción. La simulación consiste en aplicar datos de entrada (E) sobre el modelo o sistema (M) para estudiar los resultados o salidas (S) (Avalos, 2017). El simulador SCRI MODELOS 4.5 para predecir el efecto de los daños al ambiente ocasionados por un derrame de trazador químico.

Capítulo IV. Guía Metodológica

Como ya se definió anteriormente, se tienen 2 niveles de detalle para realizar un estudio de impacto ambiental:

- Informe de Impacto Ambiental
- Evaluación de Impacto Ambiental

Para nuestro caso estudio se utilizará un informe de impacto ambiental, ya que el proyecto no supone un gran daño al ambiente y el sitio, de acuerdo con lo previsto en el artículo 31 de la LGEEPA fracción II, ya ha sido objeto de estudios de impacto ambiental.

Contenido de la guía

Cabe destacar que esta guía es sólo un instrumento indicativo para realizar el Informe Preventivo de Impacto Ambiental, por lo cual los factores propuestos a evaluar no deberán ser considerados como absolutos, es únicamente una referencia para facilitar el trabajo del personal que será encargado de elaborar el estudio. Si el consultor lo considera necesario, deberá abarcar un tema con mayor profundidad, para así tener mayor certeza de los posibles impactos.

El encargado de realizar el informe preventivo deberá declarar bajo protesta de decir verdad, que en la elaboración del documento se utilizaron las mejores técnicas y metodologías utilizadas por la comunidad científica del país, así como la información y las medidas de prevención y mitigación más efectivas. En caso de comprobarse que la información puesta en el informe preventivo es falsa, el responsable será sancionado de acuerdo con lo previsto en la LGEEPA y otras disposiciones oficiales vigentes.

La guía para elaborar el informe preventivo seguirá la secuencia marcada en el artículo 30 del REIA.

Es fundamental no omitir ningún tipo de información solicitada, ya que de esto depende la autorización a que se refiere el artículo 35 de la LGEEPA. En caso de omitir información relevante la ASEA se verá obligada a solicitar información adicional, lo cual implica un mayor tiempo para la evaluación del informe preventivo.

El desarrollo de la guía y los criterios de evaluación, fueron realizados con base en los manuales que la ASEA pone a disposición del público para la elaboración de informes preventivos. Este únicamente se adaptó a nuestro caso estudio.

Desarrollo de la Guía

El formato que seguirá la guía es el siguiente:

Descripción de la actividad	Criterio de evaluación	Nivel de importancia
------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------

Donde:

Descripción de la actividad: Componente del informe preventivo sujeto a evaluar

Criterio de evaluación: El uso que La Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) le da a la información proporcionada.

Nivel de Importancia:

- Valor 1: Información sólo para fines estadísticos y/o administrativos.
- Valor 2: Información importante para el proceso de evaluación. La falta de esta va a ocasionar solicitar información adicional e inclusive puede ser causa de negación de autorización y necesidad de presentar un Manifiesto de Impacto Ambiental.

- Valor 3: Información fundamental para el proceso de evaluación del informe. Su ausencia implicaría una respuesta negativa por parte de la ASEA o necesidad de presentar una MIA.

A su vez, la guía estará dividida en 8 secciones:

- 1) Identificación del proyecto
- 2) Referencia (NOM's, planes parciales de desarrollo urbano, autorización de la agencia o del parque industrial)
- 3) Descripción de las actividades del proyecto
 - Localización del predio
 - Dimensiones del proyecto
 - Condiciones de operación y fases del proyecto
 - Uso del suelo
 - Programa de trabajo
 - Abandono del sitio
- 4) Identificación de sustancias
- 5) Identificación de emisiones, descargas, residuos y medidas de control
- 6) Descripción del ambiente (Línea Base)
- 7) Identificación de los impactos ambientales
- 8) Planos de Localización

En cada sección de la guía se dará una descripción de la información solicitada y en algunas secciones está se integrará a modo de referencia para los responsables de la elaboración del estudio.

<i>Descripción de la actividad</i>	<i>Criterio de evaluación</i>	<i>Nivel de importancia</i>
1. Identificación del proyecto		
Nombre del proyecto.	Permite registrarlo ante la Dirección General de	3

	Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA).	
Ubicación del proyecto.	Especificar la ubicación exacta del sitio donde se llevarán a cabo las actividades. La información debe venir acompañada de un mapa a una escala adecuada y legible con coordenadas geográficas.	3
Predio y superficie total.	Superficie total del sitio del proyecto y su uso de suelo. Para este caso particular, no será requerido ya que PEMEX es dueño del terreno y no existe la necesidad de realizar trámites.	3
Duración del proyecto	Plazo solicitado para llevar a cabo las actividades del proyecto	3
Datos del promovente (nombre o razón social) Para personas morales deberá incluirse copia del acta constitutiva de la empresa	-	3
Registro Federal de Contribuyentes del promovente	-	2

Nombre y cargo del representante legal. Si es necesario hay que anexar una copia certificada del poder correspondiente	-	2
Dirección del promovente o de su representante legal para recibir notificaciones. (Calle y núm. Ext., colonia, código postal, entidad federativa, municipio o delegación, teléfono, y correo electrónico.)	-	2
Datos del responsable de la elaboración del informe (Nombre o razón social, representante legal, RFC, dirección completa, teléfono, correo electrónico)	-	3

Descripción de la actividad	Criterio de evaluación	Nivel de importancia
2. Referencia		
A las normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas o el aprovechamiento de recursos naturales,	Se indicarán las Normas Oficiales Mexicanas a las cuales está sujeto el proyecto. Explicar de forma clara y objetiva las especificaciones establecidas que aplicarán al	3

aplicables a la obra o actividad.	proyecto y como cumple este con ellas (inyección de trazador químico).	
-----------------------------------	--	--

Descripción de la actividad	Criterio de evaluación	Nivel de importancia
Referencia		
Al plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico en el cual queda incluida la obra o actividad.	Para nuestro caso, la obra no se encuentra incluida en ninguno de los puntos anteriores.	N/A
A la autorización de la agencia o del parque industrial, en el que se ubique la obra o actividad.	No se necesita la autorización de la ASEA o de algún tercero, ya que PEMEX es dueño del sitio.	N/A

Descripción de la actividad	Criterio de evaluación	Nivel de importancia
3. Descripción de las Actividades del Proyecto		
Descripción de la obra.	Describir las características del proyecto conforme al tipo de obra y/o actividad que esté relacionado con lo previsto en el artículo 28 de la LGEEPA y 5 de su REIA, así como las actividades necesarias para que se lleve a cabo el proyecto. Los requerimientos de	3

	<p>información son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Localización del predio: incluir las coordenadas UTM del pozo inyector A. y un plano del recorrido del trazador químico desde el patín de inyección al pozo A. • Dimensiones del proyecto: mencionar la longitud del recorrido y la superficie de afectación. • Condiciones de operación y fases del proceso: proporcionar la concentración del trazador químico en el pozo, temperatura de operación, presión de operación, flujo. Para las fases del proceso incluir un diagrama de flujo que ilustre las actividades del proyecto. • Uso de suelo: indicar el uso de suelo actual del lugar 	
--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de trabajo: incluir una descripción de las actividades a realizar, presentando un cronograma de las diferentes etapas que consta el proyecto • Abandono de sitio: especificar el destino de la infraestructura una vez terminada la prueba. 	
--	---	--

Descripción de la actividad	Criterio de evaluación	Nivel de importancia
4. Identificación de Sustancias		
Identificación de las sustancias o productos que vayan a emplearse y que puedan impactar el ambiente, así como sus características físicas y químicas	Identificar criterios CRETIB del trazador químico	3

Descripción de la actividad	Criterio de evaluación	Nivel de importancia
5. Identificación de emisiones, descargas, residuos y medidas de control		
		3

<p>La identificación y estimación de las emisiones, descargas y residuos cuya generación se prevea, así como las medidas de control que se pretendan llevar a cabo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Indicar donde se van a generar residuos y su control ambiental. Incluir Hoja de seguridad del trazador químico • Informar de la cantidad de residuos generados en cualquier estado de agregación, clasificándolos como peligrosos y no peligrosos. • Describir las actividades para su manejo. 	
---	--	--

Descripción de la actividad	Criterio de evaluación	Nivel de importancia
6. Descripción del Ambiente (Línea Base)		
<p>La descripción del ambiente y, en su caso, la identificación de otras fuentes de emisión de contaminantes existentes en el área de influencia del proyecto.</p>	<p>Descripción de la línea base del sitio del proyecto, si es necesario incluir material fotográfico.</p>	<p>3</p>

Descripción de la actividad	Criterio de evaluación	Nivel de importancia
7. Identificación de impactos ambientales		
		<p>3</p>

La identificación de los impactos ambientales significativos o relevantes y la determinación de las acciones y medidas para su prevención y mitigación	Identificar los impactos significativos ocasionados por el proyecto utilizando alguna metodología de impacto ambiental, explicar la forma de reparar los daños (en caso de producirse) y la manera de dar seguimiento	
--	---	--

Descripción de la actividad	Criterio de evaluación	Nivel de importancia
8. Planos de localización		
Los planos de localización del área en la que se pretende realizar el proyecto.	Incluir planos de la localización del sitio de proyecto para corroborar los registros aportados por el responsable del estudio	3

A continuación, se incluirá la información solicitada por la guía.

1. Identificación del proyecto: Información no disponible.
2. Referencia: Para el caso estudio, anteriormente se habían presentado las Normas Oficiales Mexicanas y de Pemex aplicables al caso estudio en la tabla, por lo cual sólo serán en listadas.

- NOM-026-STPS-2008
- NOM-010-STPS-1999
- NOM-113-STPS-2009
- NOM-018-STPS-2000
- NOM-019-STPS-2011
- NOM-028-STPS-2012
- NOM-039-STPS-2009

- NOM-115-STPS-2009
- NOM-011-STPS-2001
- NOM-052-SEMARNAT-2005
- NOM-117-SEMARNAT-2006
- NRF-036-PEMEX-2010
- NRF-032-PEMEX-2012
- NRF-035-PEMEX-2012
- NRF-182-PEMEX-2013
- NRF-209-PEMEX-2014
- NRF-070-PEMEX-2011
- ANEXO SSPA
- ANEXO S

3. Descripción de las actividades del proyecto:

a) Localización del predio. Coordenadas UTM del pozo inyector A:

X= 658,476.30

Y= 2,271,431.30

Zona= Q14

Es importante mencionar que, aunque el sistema de inyección del trazador químico (patín de inyección) se encuentra ubicado en otro pozo, el punto donde se realizara el muestreo es en el pozo de estudio (pozo inyector A), por eso solo se indican las coordenadas de este.

En la Figura 10 se muestra el trayecto desde el patín de inyección hasta el pozo A.

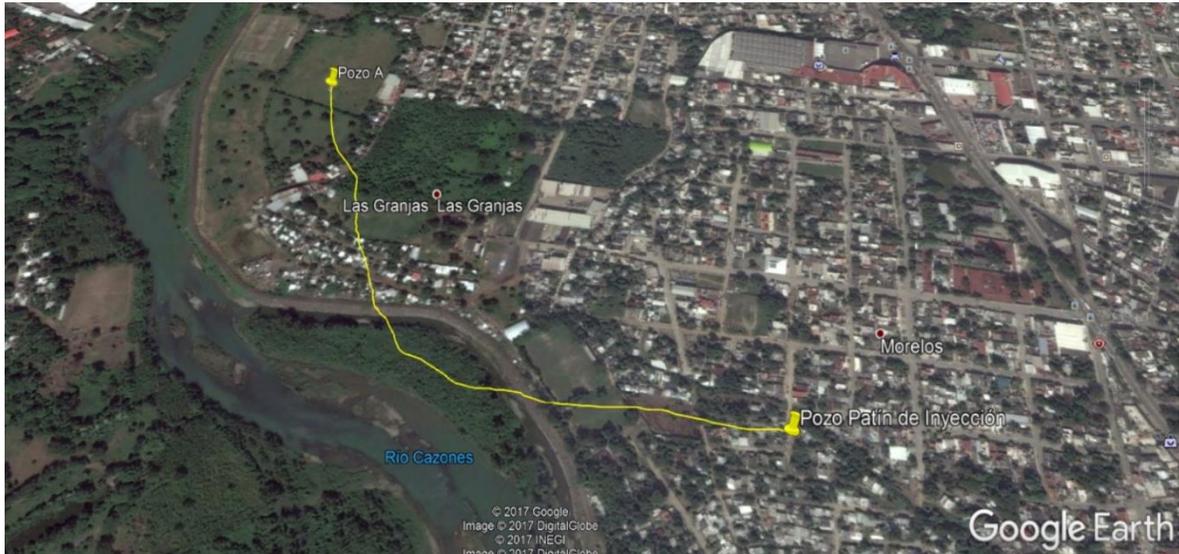


Figura 10. Recorrido del trazador químico, patín de inyección a pozo A.

b) Dimensiones del proyecto.

- ✓ Longitud de la vía (pozo A –patín de inyección): 1024m
- ✓ La única zona de afectación que se considera es el suelo donde se encuentra ubicado el tote que contiene el trazador químico y aquí no se considera zona de afectación porque la superficie será cubierta por una geo membrana.

c) Condiciones de operación y fases del proceso. En el anexo 1 se encuentra el DTI del proceso.

Las condiciones de operación son las siguientes:

- Concentración mínima de trazador químico en el pozo: 0.1 partes por billón (ppb)
- Temperatura Ambiente: 23°C
- Presión de Operación:
 - ✓ Presión del Pozo: 213 PSI
 - ✓ Presión del Acueducto: 398 PSI

✓ Presión del Equipo de Inyección: 512 PSI

En la Figura 11 se encuentra el diagrama de flujo de proceso

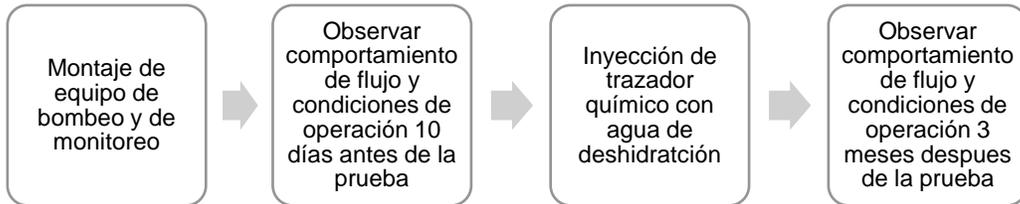


Figura 11. Diagrama de flujo de proceso

- d) Uso del suelo: Para el caso estudio, la zona del proyecto es de uso industrial, esta pertenece a PEMEX.
- e) Programa de trabajo: duración de la prueba desde la planeación hasta el abandono de sitio

La descripción de las actividades de la prueba de inyección, se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Descripción de las actividades a realizar

ACTIVIDAD	N° de Actividad
Reunión de pre-arranque de la prueba - grupo multidisciplinario.	1
Visita de campo: Pozo inyector A Pozos monitores	2

ACTIVIDAD	N° de Actividad
Instalación del sistema de adquisición de datos en el pozo inyector y pozos monitores.	4
Instalación de los sensores de superficie en los pozos monitores y pozo inyector	5
Verificar la operativa de los sensores en superficie.	6
Instalación del equipo integral de bombeo	7
Instalación de la placa de orificio en el patín, para la medición del gasto de agua de inyección del pozo A.	8
Muestreo de producción en los pozos monitores– Previo al inicio de la prueba.	9
Lectura de presión y temperatura en los pozos monitores - Previo al inicio de la prueba.	10
Reunión de inicio de la prueba de trazadores.	11
Inicio de la inyección de trazador químico no reactivo a gasto constante en el pozo A, desde el patín de medición.,	12
Desinstalación del equipo integral de bombeo (bomba reciprocante)	13
*Ejecución del plan de muestreo: Pozo inyector en estudio (Pozo A) Pozos monitores	14
Medición de flujo con separador trifásico en pozos monitores	15
Aviso de término de prueba de trazadores.	16

ACTIVIDAD	N° de Actividad
Desinstalación de infraestructura utilizada durante (inyección y monitoreo) la prueba de trazadores en el pozo inyector y pozos monitores	17
Análisis de los resultados obtenidos de la prueba.	18
Elaboración del informe de la prueba.	19
Reunión de revisión de resultados.	20

En la Figura 12 se muestran las actividades de la prueba, desde la planeación hasta el abandono del sitio.



Figura 12. Actividades de la prueba

- f) Abandono del sitio. Se va a desmontar el equipo utilizado para la prueba de inyección de trazador químico (equipo de bombeo), así como el equipo necesario para realizar los monitoreos de flujo, temperatura y presión.

4. Identificación de sustancias

Los criterios CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable, biológico infeccioso) del trazador químico son los siguientes:

Corrosivo. No

Reactivo. Sólo si se calienta

Explosivo. No

Tóxico. No

Inflamable. Por arriba de 90°C

Biológico-Infeccioso. No

La hoja de seguridad del producto se encuentra en el Anexo 2.

5. Identificación de emisiones, descarga, residuos y medidas de control

No se tendrán descargas, emisiones o residuos ya que el trazador químico quedará dentro del pozo junto con el aceite en una concentración de 0.1 ppb (1×10^{-9} g/L)

Si llegaran a existir residuos debido a la prueba de inyección se deberá aplicar procedimiento para la disposición de estos.

6. Descripción del ambiente

La descripción del sitio ya se realizó en el Capítulo II. “Descripción del medio físico y biológico” en la parte de Predio, donde se encuentran fotografías del sitio que muestran el área de influencia, se describe la presencia de los componentes ambientales (físicos y biológicos) y se muestran las condiciones actuales del sitio.

7. Identificación de los impactos ambientales

LISTA DE CHEQUEO

Factores ambientales:

- Componentes Físicos
 - a) Tierra: suelos
 - b) Agua: aguas superficiales

- Componentes Biológicos
 - a) Flora: arboles
 - b) Fauna: peces y mariscos

- Factores de Interés Humano
 - a) Nivel Cultural: salud y seguridad
 - b) Servicios e Infraestructura: disposición de Residuos

Causas de impacto:

- Situación y Tratamiento de Residuos:
 - a) Vertido de efluentes líquidos
- Accidentes
 - a) Escapes y fugas
 - b) Fallos de funcionamiento

Los impactos serán clasificados en su mayoría como bajo y medio, ya que, de acuerdo con las características del trazador químico, este no supone un elevado riesgo al medio ambiente.

En la tabla 9 se muestra la forma de la matriz resultante considerando lo anterior mencionado.

Tabla 9. Matriz resultante

			Factores ambientales					
			Componentes Físicos		Componentes Biológicos		Factores Culturales	
			Tierra	Agua	Flora	Fauna	Nivel Cultural	Servicios e Infraestructura
			Suelos	Superficiales	Árboles	Peces y Mariscos	Salud y Seguridad	Disposición de Residuos
Causas de Impacto	Situación y Tratamiento de Residuos	Vertido de Efluentes Líquidos	medio	medio	medio	medio	medio	medio
	Accidentes	Escapes y Fugas	medio	medio	medio	medio	bajo	bajo
		Fallos de Funcionamiento	bajo	bajo	bajo	bajo	medio	medio

Conclusiones de los Impactos Ambientales:

- La prueba de inyección supone un riesgo bajo al medio ambiente, por lo cual únicamente es necesario seguir lo establecido por las Normas Oficiales Mexicanas y la normatividad de PEMEX.
- En caso de que el responsable del estudio lo considere necesario, deberá adentrarse más en los aspectos considerados en el manual o si alguno no fue considerado en este trabajo, será su obligación incluirlo dentro del Informe Preventivo.

- En dado de caso de suscitarse un derrame del trazador químico durante la prueba de inyección, se utilizará una geomembrana para proteger el suelo de la zona del proyecto.

8. Planos de localización: Información no disponible

Capítulo V. Estudio de Riesgo

En este capítulo se desarrolla una simulación de un derrame de trazador químico con ayuda del programa SCRI MODELOS, para conocer la zona de afectación en caso de un accidente.

Simulador SCRI MODELOS

En esta simulación se tuvo que utilizar p-Toluidina ya que el trazador químico es una sustancia sintetizada por el área de Química Orgánica de la Facultad de Química y aún no se han realizado pruebas para obtener los datos que el programa necesita para arrojar resultados. Para nuestro caso se consideraron 3 diferentes concentraciones (0.1 ppm, 1 ppm, y 10 ppm), 2 escenarios meteorológicos (13:08 y 17:43) y 2 niveles de altura (10 m y 100 m).

Los demás datos introducidos al simulador se encuentran en la tabla 10.

Tabla 10. Datos entrada del simulador

Datos de entrada	
Tiempo promedio de exposición (TAV) (s)	3600
Distancia máxima en la dirección del viento (XFFM) (m)	100000
Temperatura de Interés (°C)	25
Tasa de emisión de masa (QS) (Kg/s)	10
Altura de la fuente (HS) (m)	0.8

Temperatura del material en la fuente (TS) (K)	298
Fracción de masa líquida inicial (CMEDO)	0.9
Área de la fuente (AS) (m ²)	1.25

Para los diferentes escenarios meteorológicos considerados, los datos de entrada se encuentran en la tabla 11.

Tabla 11. Escenarios meteorológicos

Escenarios Meteorológicos						
Hora	Estabilidad	Viento (m/s)	Altura de la medición (m)	Temperatura Ambiente (°C)	Humedad relativa (%)	Rugosidad (m)
13:08	Pasquil D	3.62	10	21	94	0.8
17:43	Pasquil D	3.1	10	29	55	0.8

Fuente: https://www.meteored.mx/clima_Poza+Rica+De+Hidalgo-America+Norte-Mexico-Veracruz-MMPA-sactual-22319.html fecha de consulta: 27/09/2017

Estos datos fueron obtenidos de las mediciones realizadas por la estación Aeropuerto Tajín (MMPA), que se encuentra a una distancia de 6.69 Km.

Para facilitar el análisis de los resultados obtenidos por el simulador, se van a considerar 4 diferentes casos de estudio:

Caso 1. Escenario Meteorológico 1 a 10m de altura

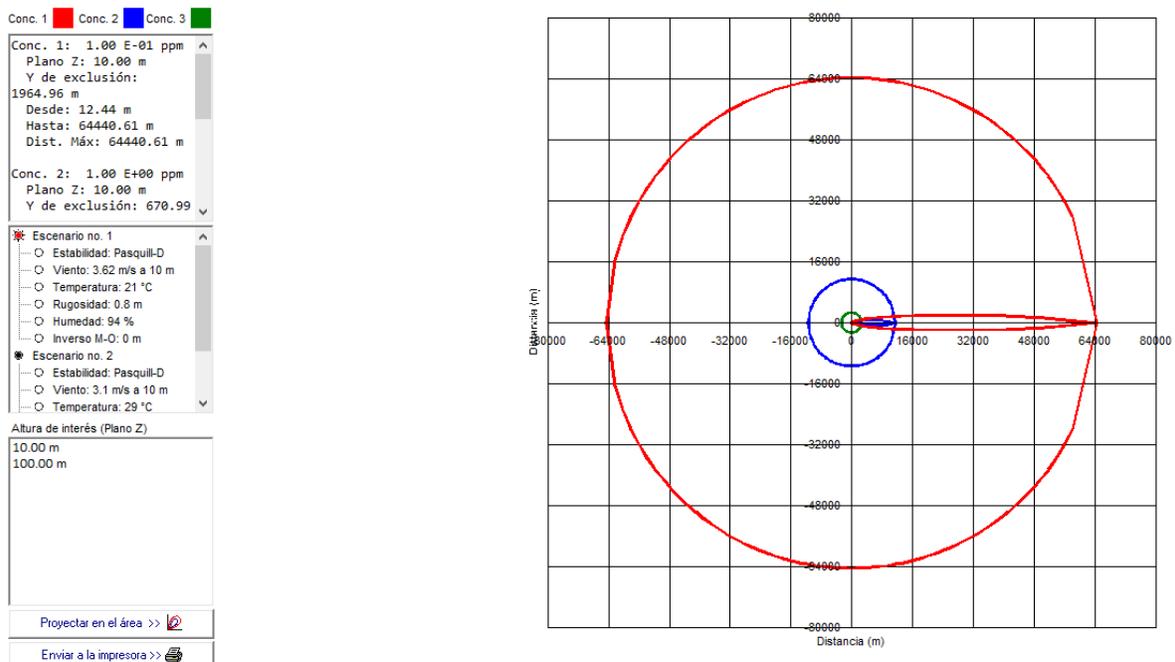
En la tabla 12 se observan los resultados del Caso 1

Tabla 12. Resultados Caso 1

Resultados Caso 1		
Concentración	Desde	Hasta
0.1 ppm	12.44 m	64440.61 m
1 ppm	14.47 m	11418.35 m
10 ppm	23.33 m	2610.47 m

En las figuras 13 y 14 se puede observar el radio y las zonas de afectación.

Figura 13. Radio de la zona afectación del Caso 1



Podemos observar en la figura 13 que solamente para las concentraciones de 0.1 ppm y 1 ppm se tienen grandes radios de afectación, mientras que para la concentración de 10 ppm el radio de afectación es mucho menor.

En la figura 14 se observan grandes áreas de afectación para las 3 concentraciones.

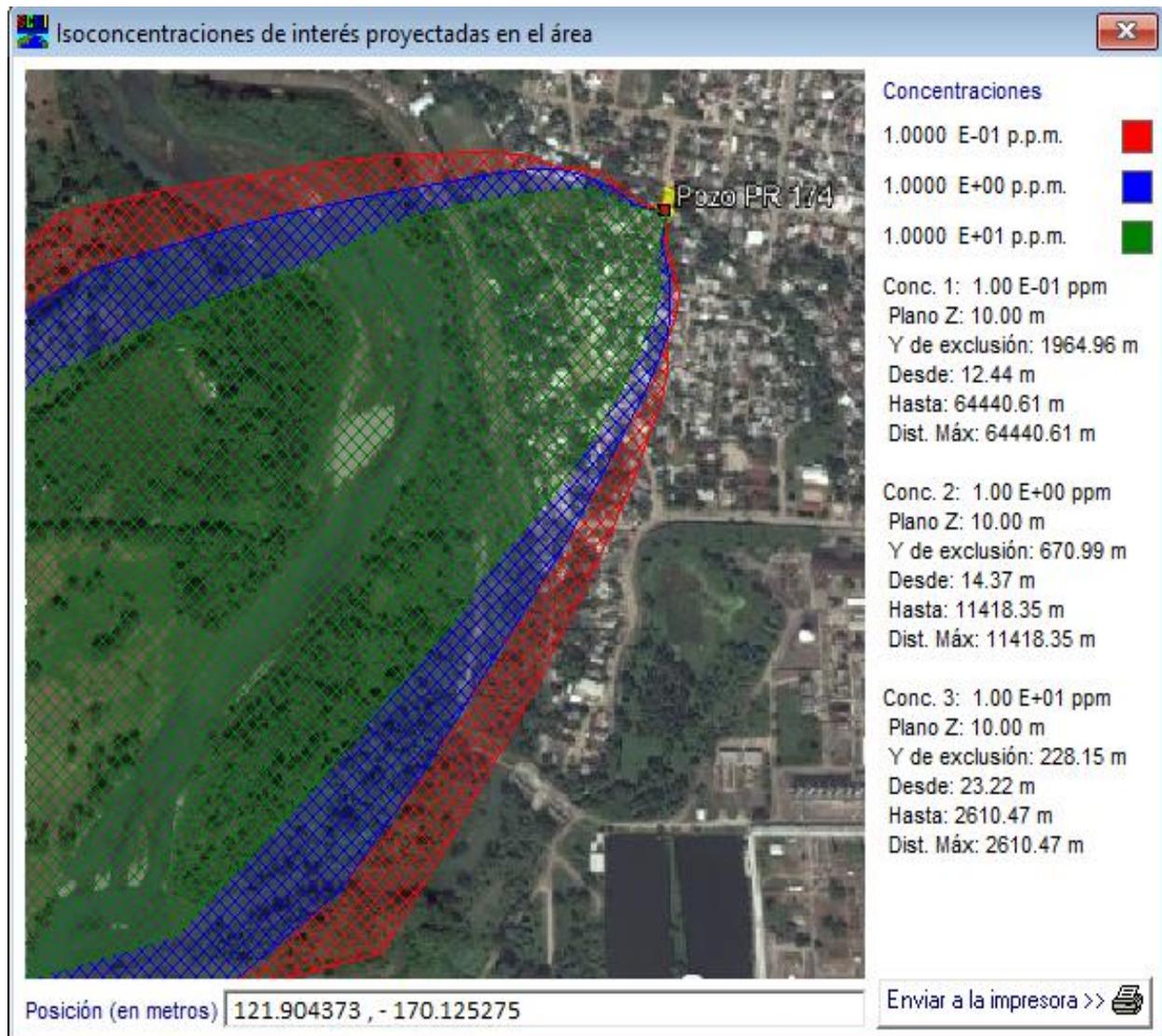


Figura 14. Zona afectada por un derrame de trazador del Caso 1. Viento en dirección sureste a 235°.

Caso 2. Escenario Meteorológico 1 a 100 m de altura.

En la tabla 13 se observan los resultados del Caso 2.

Tabla 13. Resultados Caso 2

Resultados Caso 2		
Concentración	Desde	Hasta
0.1 ppm	864.76 m	62809.91 m
1 ppm	1966.26 m	9266.25 m
10 ppm	0 m	0 m

En las figuras 15 y 16 se puede observar el radio y las zonas de afectación.

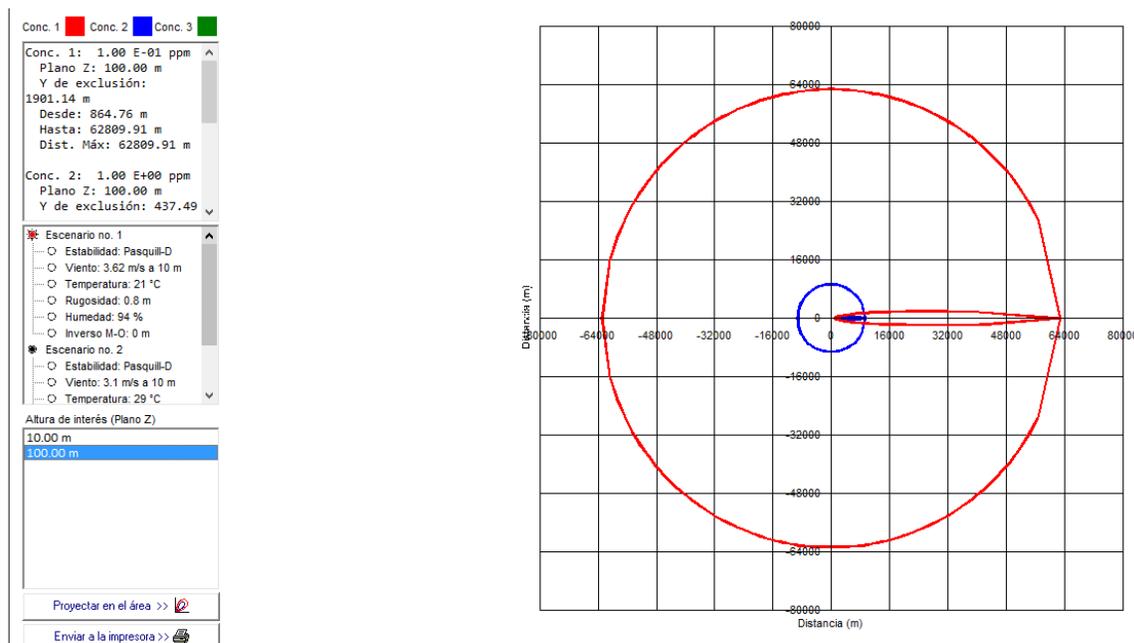


Figura 15. Radio de la zona de afectación del Caso 2

Para el Caso 2, donde se considera una altura de 100 m, en la figura 15 se observa que la zona de afectación para una concentración de 10 ppm es 0. Para las concentraciones 0.1 ppm y 1 ppm aún se tienen grandes radios de afectación.

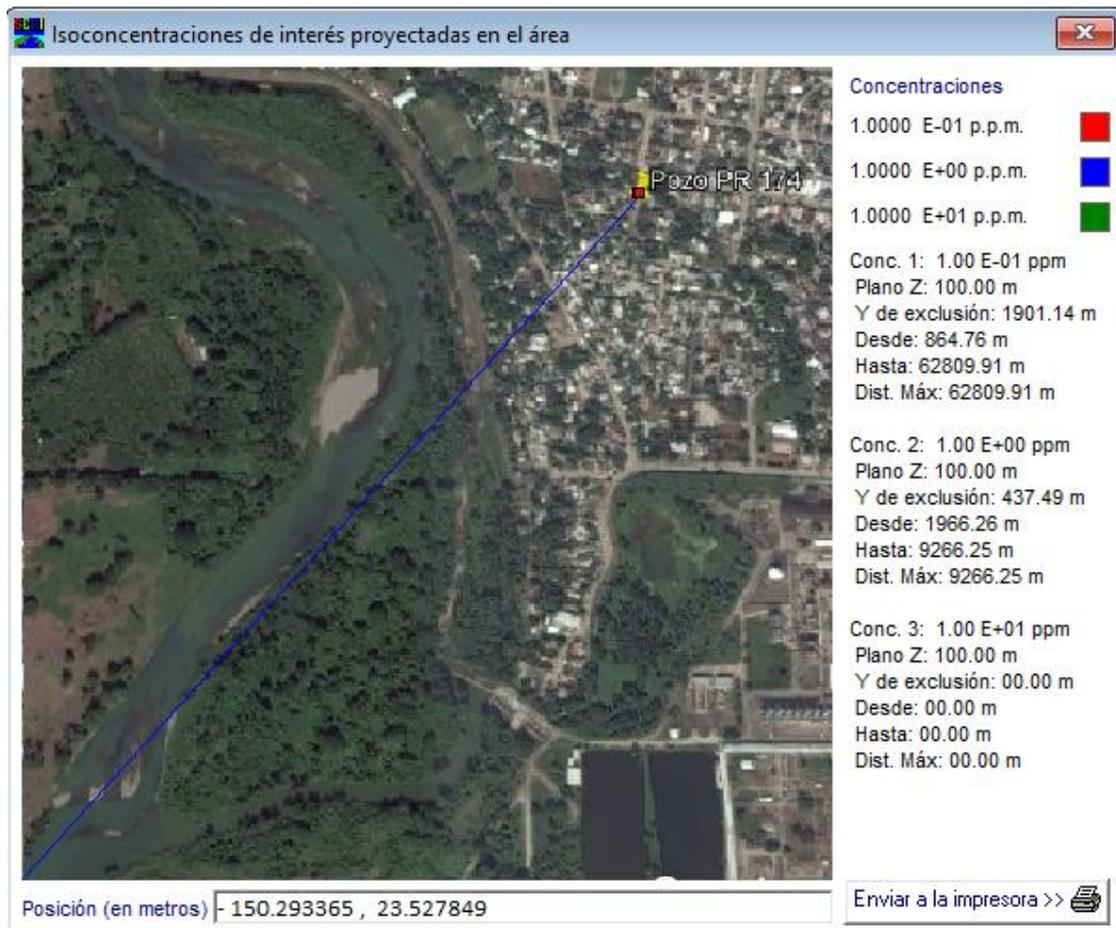


Figura 16. Zona afectada por un derrame de trazador del Caso 2. Viento en dirección sureste a 235°.

En la figura 16 se puede observar que únicamente se tiene una mínima zona de afectación para una concentración de 1 ppm. En la parte donde se encuentran los resultados, se observa que para la concentración de 0.1 ppm también se tiene una zona de afectación, la cual no se ve en el mapa, probablemente porque se encuentra encima de la línea de afectación para 1 ppm.

En esta imagen también se puede ver que para la concentración de 10 ppm ya no existe zona de afectación.

Caso 3. Escenario Meteorológico 2 a 10 m de altura.

En la tabla 14 se observan los resultados del Caso 3

Tabla 14. Resultados Caso 3

Resultados Caso 3		
Concentración	Desde	Hasta
0.1 ppm	12.19 m	77986.28
1 ppm	13.91 m	12873.50 m
10 ppm	22.35 m	2929.70 m

En las figuras 17 y 18 se puede observar el radio y las zonas de afectación.

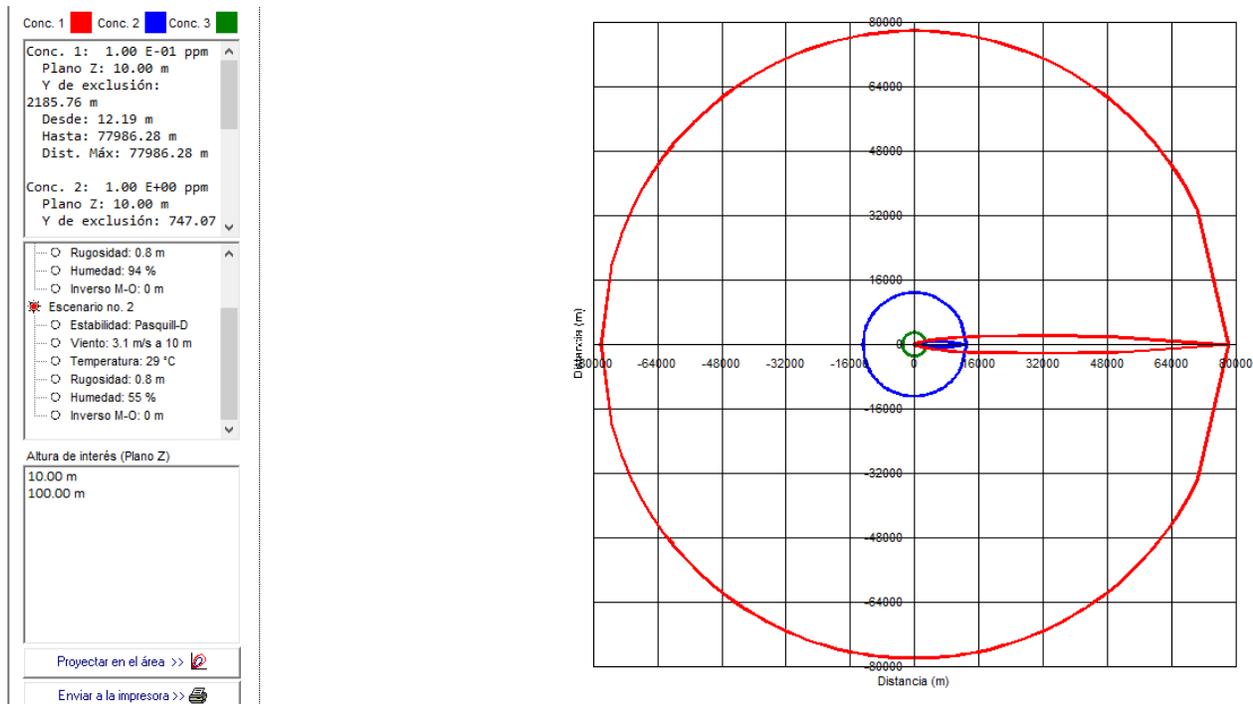


Figura 17. Radio de la zona de afectación del Caso 3.

En la figura 17 se observa que existen grandes radios de afectación para las concentraciones de 0.1 ppm y de 1 ppm, mientras que para una concentración de 10 ppm se tiene un radio muy pequeño.

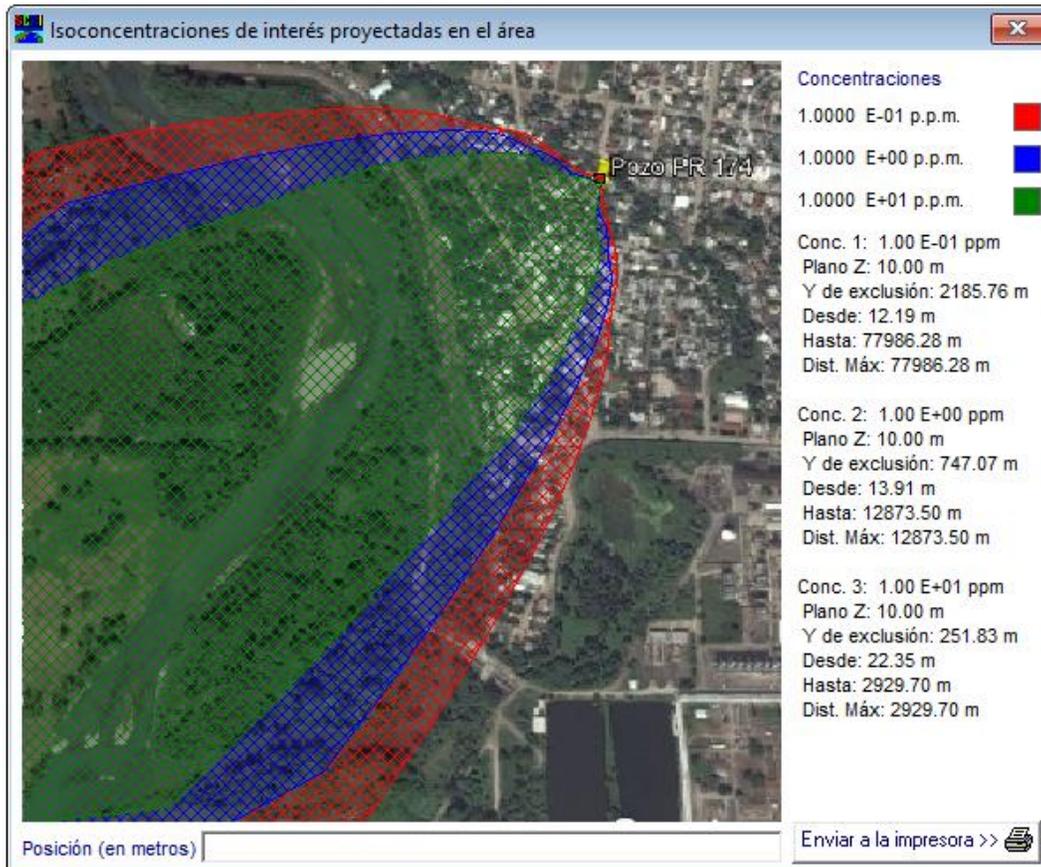


Figura 18. Zona afectada por un derrame de trazador del Caso 3. Viento en dirección sureste a 235°.

En la figura 18 se observan grandes zonas de afectación para las 3 diferentes concentraciones.

Caso 4. Escenario Meteorológico 2 a 100 m de altura.

En la tabla 15 se observan los resultados del Caso 4.

Tabla 15. Resultados del Caso 4

Resultados Caso 4		
Concentración	Desde	Hasta
0.1 ppm	884.92 m	76288 m
1 ppm	2057.13 m	10859.45 m
10 ppm	0 m	0 m

En las figuras 19 y 20 se puede observar el radio de afectación para las zonas aledañas al proyecto.

Conc. 1 ■ Conc. 2 ■ Conc. 3 ■

Hasta: 10859.45 m
Dist. Máx: 10859.45 m

Conc. 3: 1.00 E+01 ppm
Plano Z: 100.00 m
Y de exclusión: 00.00 m

Desde: 00.00 m
Hasta: 00.00 m
Dist. Máx: 00.00 m

- Rugosidad: 0.8 m
- Humedad: 94 %
- Inverso M-O: 0 m
- Escenario no. 2
- Estabilidad: Pasquill-D
- Viento: 3.1 m/s a 10 m
- Temperatura: 29 °C
- Rugosidad: 0.8 m
- Humedad: 55 %
- Inverso M-O: 0 m

Altura de interés (Plano Z)

10.00 m
100.00 m

Proyectar en el área >>

Enviar a la impresora >>

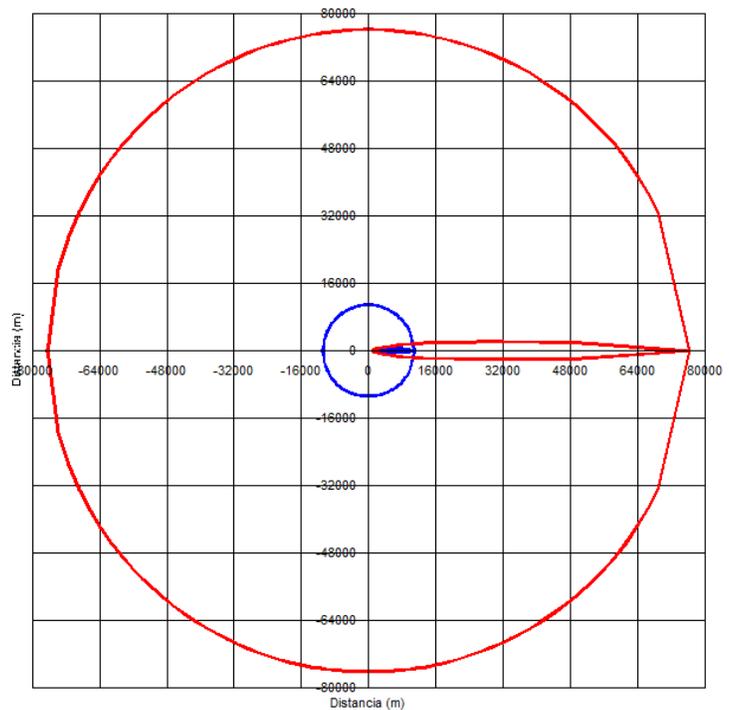


Figura 19. Radio de la zona de afectación del Caso 4.

Al igual que en el caso 2, en la figura 19 se observa que no se tienen radios de afectación para la concentración de 10 ppm.

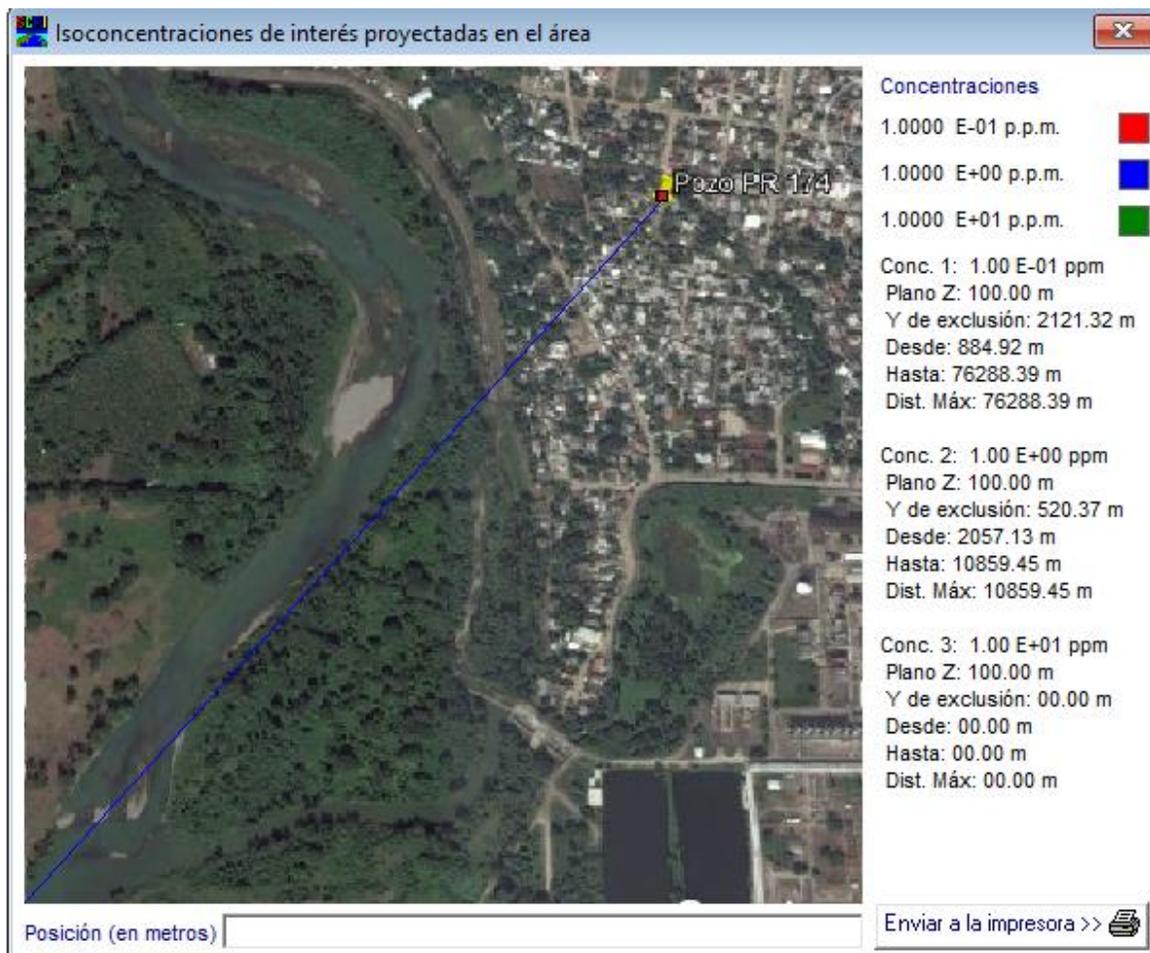


Figura 20. Zona afectada por un derrame de trazador del Caso 4. Viento en dirección sureste a 235.

En la figura 20 se observa una pequeña zona de afectación para las concentraciones de 0.1 ppm y 1 ppm. Para 10 ppm ya no se tienen zonas de afectación

Los datos de entrada y salida para cada escenario meteorológico y para cada altura de interés, además de una gráfica de la concentración contra la distancia viento abajo se presentan en el anexo 3.

Análisis de Resultados del Estudio de Riesgo

Comparando los casos 1 y 3, se nota que no existe diferencia alguna debido al escenario meteorológico que se presente. En ambos casos se obtuvieron grandes radios y grandes zonas de afectación principalmente para las concentraciones de 0.1 ppm y 1 ppm.

Ahora si comparamos los casos 1 y 2 en donde se modifica la altura a la cual se encuentra el contaminante (trazador químico), se observa que para la concentración de 10 ppm ya no existe zona de afectación, por lo cual se puede considerar que el contaminante se disipa en el medio.

Ocurre lo mismo al observar el caso 3 y 4, en el primero si se tiene una zona de afectación para 10 ppm, mientras que para el caso 4 solo se observan zonas de afectación para las concentraciones de 0.1 ppm y 1 ppm.

Por este motivo se decidió no realizar análisis a mayores alturas, ya que se observa que el contaminante se disipa bien en el aire, además en la hoja de seguridad no se tiene información acerca los peligros para la salud y medio ambiente, por lo cual se va a asumir que no es nocivo para ambas, además de que este se encuentra presente en concentraciones muy bajas.

Otros aspectos importantes que considerar son la tasa de emisión de derrame y la volatilidad de la sustancia, ya que ambas fueron seleccionadas de manera aleatoria, debido a que no se tenían los datos suficientes para estimar algún flujo y conocer la cantidad de reactivo que se tenía en fase líquida y vapor. Hay que tomar en cuenta que los resultados arrojados por el simulador corresponden a la tasa y a la fracción

de líquido y vapor seleccionados, pero estos pueden variar en función de ambas y nos podemos encontrar con mayores o menores zonas de afectación.

También, si llegará a presentarse un derrame es importante que los responsables de la prueba realicen mediciones en las zonas aledañas para reconocer las verdaderas áreas afectadas, ya que, de la misma forma que con la tasa de emisión, los resultados obtenidos corresponden a ciertas condiciones meteorológicas (humedad, dirección del viento, temperatura ambiente).

Una forma de mejorar este estudio sería considerar diferentes tasas de emisión y un mayor número de condiciones meteorológicas. Posterior a esto realizar mediciones en campo y compararlas con los resultados obtenidos por el simulador, para así tener una referencia de la incertidumbre de los resultados obtenidos por el simulador.

Capítulo VI. Conclusiones

- Se elaboró un manual indicativo adecuado a los requerimientos y alcance de la prueba de inyección, aunque como ya se mencionó, este no debe considerarse como absoluto.
- Para la realización de un Estudio de Impacto Ambiental es muy importante especificar las condiciones actuales del sitio donde se llevará a cabo el proyecto, esto con el fin de tener un sustento en caso de que el lugar ya presente algún tipo de impacto negativo y así evitar problemas legales con la autoridad correspondiente.
- Las guías para elaborar Manifiestos de Impacto Ambiental o Informes Preventivos representan la mejor herramienta para realizar un Estudio de Impacto Ambiental, además de que las leyes mexicanas establecen la obligación por parte de las autoridades de emitir guías para facilitar la elaboración de este tipo de documentos
- El simulador SCRI MODELOS resultó útil ya que predijo las zonas y radios de afectación si se produjera un derrame.
- Los resultados arrojados por el simulador SCRI MODELOS nos indican que en caso de un derrame existirían grandes zonas de afectación a bajas concentraciones, pero de acuerdo con los datos que se tienen sobre el trazador químico, se considera que este no es nocivo a la salud y al medio ambiente, por lo cual la prueba de inyección representa un bajo riesgo al hombre y al medio.
- Para mejorar los resultados obtenidos por el simulador y que estos se parezcan más a la realidad, sería importante contar con un mayor número de datos de las propiedades fisicoquímicas de la sustancia.

Bibliografía

Páginas de Internet

Obtenido de https://es.windfinder.com/windstatistics/poza_rica_el_tajin Fecha de consulta: 28/08/2017

Obtenido de

http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/estudios/conociendo/VERACRUZ.pdf
Fecha de consulta 28/08/2017

Obtenido de <http://www.nuestro-mexico.com/Veracruz-de-Ignacio-de-la-Llave/Tihuatlan/San-Miguel-Mecatepec-Manantial/> Fecha de consulta: 28/08/2017

Obtenido de <http://www.nuestro-mexico.com/Veracruz-de-Ignacio-de-la-Llave/Poza-Rica-de-Hidalgo/> Fecha de Consulta: 28/08/2017

Obtenido de Guía para definir la Línea Base Ambiental Previo al Inicio de las Actividades Petroleras: www.asea.gob.mx/cms/wp-content/uploads/2015/11/Guía-linea-base-ambiental.pdf fecha de consulta: 10/04/2017

Obtenido de Guía para la Elaboración de la Línea Base Ambiental Previo al Inicio de las Actividades Marinas de Explotación y Extracción de Hidrocarburos: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/173934/GUIA_LBA_MARIANA-FINAL_131216.pdf fecha de consulta: 05/08/2017

Obtenido de RAE: <http://www.rae.es/> fecha de consulta: 22/08/2017

Abellán, M. (2006). *La Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos y Actividades Agroforestales* .

Afifi, S. (2008). *Environmental Impact Assessment Tools and Techniques*. Department of Environmental and Earth Science at Islamic University of Gaza.

- Anaya, A., Ricardo, B., & Aldo, V. (2015). *Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos*. Ciudad de México .
- Avalos, M. (2017). *Análisis de Riesgo Ambiental en el Curso de Protección Ambiental: Tres Estudios de Caso (Tesis de Licenciatura)* . CDMX: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Casal, J., Montiel, H., Planas, E., & Vílchez, J. (1999). *Análisis del riesgo en instalaciones industriales* . Barcelona : CBS.
- Cashmore, M., Gwilliam, R. M., Cobb, D., & Bond, A. (4 de 12 de 2004). *The interminable issue of effectiveness: substantive purposes, outcomes and research challenges in the advancement of environmental impact assessment theory*. Obtenido de <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3152/147154604781765860?needAccess=true> fecha de consulta: 28/08/2017
- CIIFEN. (2017). Obtenido de <http://www.ciifen.org> fecha de consulta: 07/07/2017
- CMMAD. (1987). Obtenido de <http://sds.uanl.mx/el-concepto-desarrollo-sustentable/> fecha de consulta: 23/07/2017
- Conesa, V. (2003). *Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental* . Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. (24 de 02 de 2017). Obtenido de Cámara de Diputados: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_240217.pdf fecha de consulta: 20/08/2017
- Coria, D. (8 de mayo de 2016). *El Estudio de Impacto Ambiental: Características y Metodologías*. Obtenido de Redalyc: <http://www.redalyc.org/html/877/87702010/> fecha de consulta: 5/08/2017
- Cotán, S., & Pinto, A. (diciembre de 2007). *Valoración de Impactos Ambientales* . Sevilla.

- Delgadillo, E. (2002). *Metodología para el Análisis de Riesgos Ambientales. Impacto Social en la Población del Municipio de Ecatepec, Estado de México (Tesis de Maestría)*. Ciudad de México: IPN.
- Delgado, M. (2007). La Medida del Riesgo Ambiental . *MAPFRE Seguridad*, 50-63.
- Dellavedova, M. (2011). Obtenido de Guía Metodológica para la Elaboración de una Evaluación de Impacto Ambiental:
<http://www.kpesic.com/sites/default/files/Ficha-17-GUIA-METODOLOGICA-PARA-LA-ELABORACION-DE-UNA-EIA.pdf> fecha de consulta: 03/08/2017
- DGPCE. (2012). Obtenido de Dirección General de Protección Civil y Emergencias: <http://www.proteccioncivil.es/riesgos> fecha de consulta: 30/08/2017
- DOF. (28 de marzo de 1990). Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas . México.
- DOF. (4 de mayo de 1992). Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas . México.
- ELAW. (s.f.). Obtenido de Vista General del Proceso de EIA:
<http://www.elaw.org/files/mining-eia-guidebook/Capitulo%202.pdf> fecha de consulta 19/08/2017
- Espinoza, G. (2002). *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Santiago de Chile.
- Estudio Evaluación Conjunta Impacto Ambiental*. (2004). Obtenido de [https://www.donostia.eus/info/general.nsf/Files/PlanGeneral8/\\$file/LIII_VII_5.pdf](https://www.donostia.eus/info/general.nsf/Files/PlanGeneral8/$file/LIII_VII_5.pdf) fecha de consulta: 22/07/2017
- Fábrega, J., & Juan, V. (2010). El riesgo químico y el territorio. *Revista Catalana de Seguretat Pública* , 127-152.
- Freedman, P. (2003). HAZOP como metodología de análisis de riesgos . *Petrotecnia*, 60-64.

- García, M. (s.f.). Evaluación de riesgo ambiental (ERA) .
- Garmendia, A., Salvador, A., Crespo, C., & Garmendia, L. (2005). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid: Pearson.
- Gómez, D. (1999). *Evaluación de Impacto Ambiental, Un Instrumento Preventivo para la Gestión Ambiental*. Agrícola Española, S.A.
- GRN Consultores en Medio Ambiente. (s.f.). Obtenido de <http://www.grn.cl/linea-de-base-ambiental.html> fecha de consulta: 18/07/2017
- Group, W. B. (1998). *Comparative Risk Assessment*. Obtenido de http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/001083/Course2/Lecturas/handbook98/comp_risk_assess.pdf fecha de consulta: 20/08/1994
- Guía para Elaborar Estudios de Impacto Ambiental*. (2014). Obtenido de Earthgonomic:
http://www.earthgonomic.com/biblioteca/2014_Guia_para_Elaborar_Estudios_de_Impacto_Ambiental.pdf fecha de consulta 17/06/2017
- Hernández, O. (2017). *Medidas e Incertidumbre*. Ciudad de México, México.
- INECC. (2000). *La Evaluación del Impacto Ambiental, Logros y Retos para el Desarrollo Sustentable 1995-2000*.
- INEGI. (2013). *Conociendo Veracruz de Ignacio de la Llave*. Obtenido de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/estudios/conociendo/VERACRUZ.pdf fecha de consulta: 31/01/2017
- José, M. (s.f.). *Evaluación de Impacto Ambiental Aspectos Socioeconomicos*. Obtenido de Universidad de Murcia:
http://www.um.es/jmpaz/EIA_CCAA1213/EIA_TT12_%201213.pdf fecha de consulta: 25/08/1994
- Kaplan, S., & Garrick, J. (1981). On The Quantitative Definition of Risk. *Risk Analysis*, 11-27.

- Lema, I., Zuk, M., & Rojas, L. (2010). *Introducción al análisis de riesgos ambientales*. Ciudad de México.
- LGEEPA. (04 de 06 de 2012). *Conacyt*. Obtenido de <http://www.conacyt.mx/cibiogem/images/cibiogem/protocolo/LGEEPA.pdf> fecha de consulta: 04/04/2017
- Martínez, C. (2015). *Estudio Comparativo de la Metodología HAZOP Utilizada en Pemex y en una Consultoría Ambiental (Tesis de Licenciatura)*. Ciudad de México.
- Modesto, J. (2016). *Métodos generalizados*. Ciudad de México, México .
- OAPN. (s.f.). Análisis de Riesgos. En *Parques Nacionales* (págs. 125-140).
- Oscar, C. (20 de 4 de 2005). *Blog de Ocar Alejandro Cuya Matos*. Obtenido de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/alessandra/2015/05/21/screening-y-scoping-en-la-evaluacion-de-impacto-ambiental-resolvamos-un-ejercicio/> fecha de consulta: 15/08/2017
- PEMEX. (agosto de 2008). Anexo S, Cuarta Versión.
- PEMEX. (junio de 2011). Anexo SSPA.
- PEMEX. (2012). Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo Proyecto Regional Exploratorio la Popa 2012-2022.
- PEMEX. (25 de noviembre de 2014). Análisis de Riesgo Norma NRF-018-PEMEX-2014.
- Ramírez, L. (2015). *Metodología para Realizar Una Manifestación de Estudio de Impacto Ambiental de Obras Realizadas por una Industria (Tesis de Licenciatura)*. Ciudad de México.
- REIA. (31 de 10 de 2014). Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf fecha de consulta: 18/04/2017

- Rodríguez, J. R., García, J., & Lamarca, I. (2007). *Gestión de proyectos Informáticos: métodos, herramientas y casos*. Barcelona: Editorial UOC.
- Rodríguez, J., & Steegman, C. (2017). *Modelos Matemáticos* .
- Rubio, J. (2004). *Métodos de evaluación de riesgos laborales*. Madrid: Ediciones Dias de Santos S.A.
- SEA Chile. (s.f.). Obtenido de <http://www.sea.gob.cl/evaluacion-ambiental/informacion-linea-base-eia> fecha de consulta 11/08/2017
- SEMARNAT. (2012). *Guía para la Presentación del Estudio de Riesgo Modalidad Analisis de Riesgo*.
- SEMARNAT. (s.f.). *Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN Modalidad: particular*. Obtenido de CMIC:
http://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Gu%C3%ADa%20SEMARNAT/MIA,%20Informe%20Preventivo%20y%20DTU/MIA%20Particular/g_vias_generales.pdf fecha de consulta: 25/02/2017
- SEMARNAT. (s.f.). *Guía para la Presentación del Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres*. Obtenido de CMIC:
<http://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Gu%C3%ADa%20SEMARNAT/MIA,%20Informe%20Preventivo%20y%20DTU/MIA%20Regional%20con%20Riesgo/Ductos%20Terrestres.pdf> fecha de consulta: 25/02/2017
- SEMARNAT. (s.f.). *Guía para la Presentación del Informe Preventivo*. Obtenido de CMIC:
<http://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Gu%C3%ADa%20SEMARNAT/MIA,%20Informe%20Preventivo%20y%20DTU/Informe%20Preventivo/Informe%20Preventivo.pdf> fecha de consulta: 07/05/2017
- SEMARNAT, I. (2012). *La Evaluación del Impacto Ambiental*.

SSA. (s.f.). *Riesgos Ambientales: Guía Institucional de Gestión Ambiental para su Evaluación e Identificación*. Obtenido de

http://www.pedagogica.edu.co/observatoriobienestar/docs/GUIA_RIESGOS_AMBIENTALES_UPN.pdf fecha de consulta: 25/08/2017

Tixier, J., Dusserre, G., Salvi, O., & Gaston, D. (2002). Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants . *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 291-303.

Vargas, J. M. (5 de 8 de 1994). Obtenido de

http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/patt/8._Legislacion/16_La_legislacion_mexicana_en_materia_ambiental.pdf fecha de consulta: 31/08/2017

Wood, C. (s.f.). *Centro de Estudios Públicos Chile*. Obtenido de

https://www.cepchile.cl/cep/site/artic/20160303/asocfile/20160303184604/review61_wood.pdf fecha de consulta: 27/08/2017

ANEXO 2. Hoja de seguridad del trazador químico

1. Identificación del Producto

Nombre Comercial:	USIP-TR-01
Familia Química:	Sal cuaternaria de anilinio
Información relevante:	
Fórmula:	C ₁₀ H ₁₃ F ₃ IN
Uso Recomendado:	Trazador de yacimientos carbonatados, catalizador de transferencia de fase
Restricciones de Uso del Producto:	Descomposición a 90 °C y pH = 14

2. Identificación de Peligro o Peligros

Para este punto, cuyos rubros son NO DETERMINADOS, se anexan predicciones hechas con el software ACD-LABS.

Peligros Físicos	No disponible
Peligros para la salud:	No disponible
Peligros para el medio ambiente:	No disponible
Identificador SGA	No disponible

3. Composición/Información sobre los componentes

Identidad química:	Ioduro de <i>N,N,N</i> -trimetil-4-(trifluorometil)bencenaminio
No. ONU:	
Sinónimos:	Yoduro de <i>N,N,N</i> -trimetil-4-trifluorometilanilinio, yoduro de <i>N,N,N</i> - trimetil- <i>p</i> -trifluorometilanilinio.
No. CAS:	27389-56-6

Impurezas y aditivos: Ioduro de Sodio

Producto: $C_{10}H_{13}F_3IN$

El producto se deberá envasar en recipientes de plástico en un ambiente libre de humedad y evitar la exposición a la luz en un ambiente de temperatura máximo de 40°C y con un periodo no

Almacenamiento mayor a 30 días naturales, a partir de su síntesis final.

4. Primeros auxilios

Emergencia y

Primeros Auxilios:

Descripción de los primeros auxilios

Recomendaciones generales: Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio. Retire a la persona de la zona peligrosa. Si es inhalado, si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial. Consultar a un médico.

En caso de contacto con la piel: eliminar lavando con jabón y mucha agua. Consultar a un médico.

En caso de contacto con los ojos: lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.

Si es tragado: nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.

Inhalación

Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente: sin datos disponibles

No se necesitan generalmente. Si aparecen síntomas, busque una zona con aire fresco. Si los síntomas no desaparecen, busque atención médica.

Ojos: Enjuague los ojos de inmediato con abundante agua durante, al menos 15 minutos y tratando de abrir los párpados. Si la irritación no desaparece, busque atención médica.

Contacto

Piel: Enjuáguese las manos concienzudamente con agua y enjuague la boca con agua después de su uso. En caso de que se produzca irritación u otros síntomas, interrumpa su uso y busque atención médica

Ingestión: No induzca el vómito. Enjuáguese la boca y tome un vaso de agua. Nunca administre nada por vía oral a una persona que esté inconsciente o con convulsiones. Si los síntomas no desaparecen, busque atención médica

Principales Síntomas y Efectos Agudos y retardados

El contacto directo puede causar irritación en los ojos.

Medios de Extinción Apropiados:

Use los medios adecuados para rodear el fuego.

Agua:

Si, recomendada para enfriar recipientes y estructuras expuestas al fuego.

Espuma:

No disponible

Dióxido de Carbono (CO₂):

No disponible

Polvo Químico:	No disponible
Otros Métodos:	No disponible
Equipo de Protección Especifico para el Combate de Incendios:	Usar equipos autónomos de respiración de presión positiva y ropa de protección completa.
Procedimiento y Precauciones Especiales durante el combate de Incendios:	
Condiciones que Conducen a Otro Riesgo Especial	No disponible
Productos de la Combustión que sean Nocivos para la Salud	No disponible

5. Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental o derrame

Procedimiento y Precauciones Inmediatas:	En el caso de derrames grandes, use protección para los ojos. Los derrames pequeños no necesitan precauciones especiales. (Escala laboratorio).
Precauciones Individuales	No determinado
Equipo de Protección Personal	 (Filtros para polvos. Recomendado 3M 2296).

Procedimientos de No disponible

Emergencia:

Método de No disponible

Mitigación:

Precaución Evite que los derrames lleguen a los desagües y las corrientes de agua. Informe de los derrames, según lo Medioambientales: exijan las autoridades locales y nacionales.

Métodos y No disponible

Materiales de aislamiento y limpieza:

6. Manipulación y Almacenamiento

Uso seguro del Evite el contacto con los ojos. Se recomienda lavarse la piel concienzudamente y enjuagarse la boca tras la producto: manipulación.

Condiciones de Contenedor cerrado, poca exposición a la luz, no exponer a almacenamiento mucho calor. seguro, incluyendo cualquier incompatibilidad:

7. Controles de Exposición/Protección Personal

Controles de Ingeniería: Normalmente no se requieren controles especiales.

Equipo de protección personal:



Protección respiratoria:	Mascarilla con filtros para polvos al manejar cantidades grandes (mayores a 0.5 kg)
Protección de las manos:	Guantes (latex o nitrilo).
Protección de los ojos:	Evite el contacto con los ojos. Lentes de seguridad
Protección de la piel y del cuerpo:	Bata de laboratorio

8. Propiedades Físico Químicas

Temperatura de Ebullición:	No determinada
Temperatura de Fusión:	>300°C
Temperatura de Inflamación:	No disponible
Temperatura de Auto-ignición:	No disponible
Densidad:	No disponible
pH:	4.5 (disolución al 0.2% en agua desionizada)
Peso Molecular:	331.12 g/mol
Estado Físico:	Sólido
Color:	Blanco a amarillo tenue
Olor:	Característico
Velocidad de Evaporación:	No disponible
Solubilidad en Agua:	7.2 g/100 mL
Presión de Vapor:	No disponible

Porcentaje de
Volatilidad: No disponible
Límite Superior de
Inflamabilidad /
Volatilidad: No disponible
Límite Inferior de
Inflamabilidad /
Volatilidad: No disponible

9. Estabilidad y Reactividad

Condiciones de Estabilidad: No disponible
Condiciones de Inestabilidad: Combinación de T>90 °C y pH =14
Incompatibilidad: No disponible
Residuos Peligrosos de la Descomposición: Derivados de anilina, fluoruro de hidrógeno (HF), fluoruro de sodio (NaF), óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO2).
Polimerización Espontanea: No
Otros:

10. Información Toxicológica

Para este punto, cuyos rubros son NO DETERMINADOS, se anexan predicciones hechas con el software ACD-LABS.

Vía de Ingreso al Organismo: No disponible
Ingestión: No disponible

Inhalación:	No disponible
Contacto: Sin efectos negativos	No disponible
Toxicidad:	No disponible
Corrosión /Irritación cutáneas:	No disponible
Lesiones oculares/Irritación Ocular:	No disponible
Sensibilización respiratoria o cutánea:	No disponible
Mutagénica en células germinales: Sin efectos adversos	No disponible
Carcinogenicidad: Sin efectos adversos	No disponible
Toxicidad para la reproducción:	No disponible
Toxicidad sistémica específica de órganos diana – Exposición Única	No disponible
Toxicidad sistémica específica de órganos diana –	No disponible

Exposición
repetidas
Peligro por aspiración: No disponible

11. Información Ecotoxicológica

Toxicidad: No tóxico (Método OECD 208).
Persistencia y degradabilidad: No Biodegradable (Método OECD 301A).
Potencial de acumulación biológica: No hay datos disponibles para este producto.
Movilidad en suelo: No hay datos disponibles para este producto.
Otros efectos adversos: No hay datos disponibles para este producto.
Resultados de la evaluación de sustancias persistentes, bioacumulativas y tóxicas (PBT)/sustancias muy persistentes y muy bioacumulativas (vPvB): No hay datos disponibles para este producto.

12. Información Relativa a la Eliminación de los Productos

Eliminar según las reglamentaciones ambientales locales y
Reglamentaciones: nacionales.
Propiedades No disponible.
(físicas/químicas)
que afectan a la
eliminación:
Recomendaciones No disponible.
para el tratamiento
de residuos:

13. Información Relativa al Transporte

Riesgo Primario: No disponible
Riesgo No disponible
Secundario:
No. ONU: N/A
Peligros para No disponible
Medio Ambiente:
Transporte a No disponible
granel:
Precauciones No disponible
especiales para el
transporte :
Incompatibilidad No disponible
para el
Transporte:
No. Guía No disponible
Respuesta a
Emergencias:

14. Información Sobre la Reglamentación

Normas Federales No disponible

:

Normas estatales: No disponible

Normas No disponible

internacionales:

15. Otra Información



Las propiedades requeridas por el rombo de seguridad y los límites de riesgo del compuesto USIP-TR-01 no están determinados. Sin embargo, basados en la experiencia adquirida en su obtención y optimización podemos establecer intervalos para las claves del rombo de seguridad en cuestión, las cuáles se argumentan como sigue:

NIVEL DE RIESGO:

Con base en lo conocido y reportado en las hojas de seguridad de la materia prima, al compuesto de nombre comercial USIP-TR-01 se le puede asignar el valor de **2 ó 3**.

INFLAMABILIDAD:

Dado que el punto de fusión supera los 300 °C sin descomposición, pero no se ha determinado su inflamabilidad, al compuesto USIP-TR-01 se le puede asignar un valor de **0 ó 1**.

REACTIVIDAD:

La reacción de obtención se lleva a cabo a 90 °C y no se ha observado descomposición ni reacción violenta. Pero dado que no se ha sometido a un calentamiento súbito ni más allá de 300-400 °C, al compuesto USIP-TR-01 se le puede asignar un valor de **0** ó **1**. En un sistema cerrado y presurizado (no se midió la presión), a pH > 12, T > 90 °C ocurre descomposición.

RIESGO ESPECÍFICO:

NINGUNO.



ANEXO 3. Datos de entrada y salida del simulador SCRI MODELOS.

Caso 1.



Modelos Atmosféricos para

SIMULACION DE CONTAMINACION Y RIESGOS EN INDUSTRIAS

Título del modelo

Derrame de trazador químico en prueba de inyección en pozo PR-167

Datos químicos

Nombre	P-TOLUIDINA
Peso Molecular	107.15 g/g-mol
Capacidad calorífica	1176.30 J/kg-K
Capacidad calorífica del líquido	2379.79 J/kg-K
Temperatura de ebullición	473.6 K
Densidad de líquido	825.18 kg/m ³
Calor de vaporización	426478.46 J/kg
Constante de presión de saturación	-1
Constante de presión de saturación	0

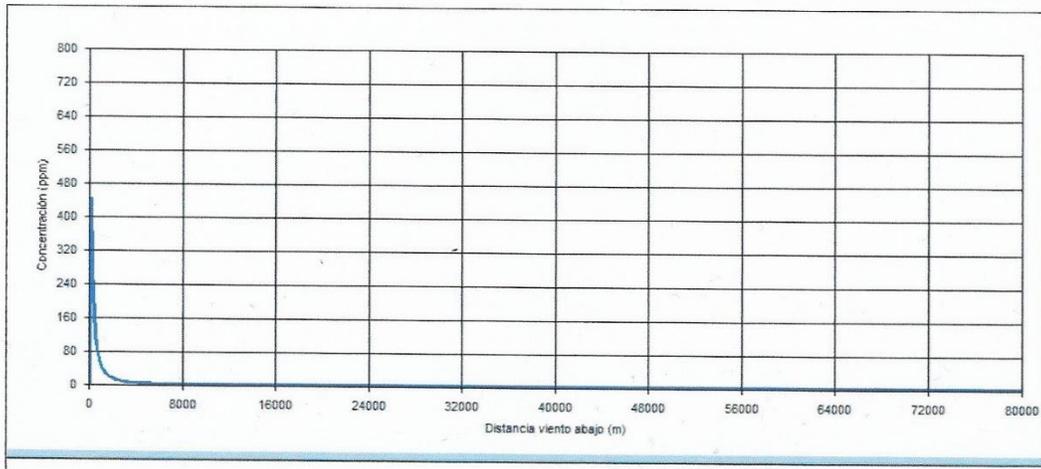
Datos de la emisión

Tipo de emisión	Modelo de emisión de chorro horizontal
Altura de interés	10.00 m
Tiempo promedio de concentración	3600 s
Tasa de emisión de masa	10.00 kg/s
Masa de emisión instantánea	0.00 kg
Duración de emisión continua	60000 s
Altura de la fuente	0.80 m
Área de la fuente	1.25000 m ²
Temperatura de la fuente	298.0 K
Fracción de líquido inicial	0.90 [90% Líquido + 10% Vapor]

Datos meteorológicos

Estabilidad	Pasquill-D Neutra
Velocidad del Viento	3.62 m/s
Altura de medición	10.00 m
Temperatura ambiente	21.0 °C
Humedad relativa	94 %
Rugosidad del terreno	0.80 m
Inverso de Monin-Obukhov	0.00 m

Gráfica de concentración contra distancia



Caso 2.



Modelos Atmosféricos para

SIMULACION DE CONTAMINACION Y RIESGOS EN INDUSTRIAS

Título del modelo

Derrame de trazador químico en prueba de inyección en pozo PR-167

Datos químicos

Nombre	P-TOLUIDINA
Peso Molecular	107.15 g/g-mol
Capacidad calorífica	1176.30 J/kg-K
Capacidad calorífica del líquido	2379.79 J/kg-K
Temperatura de ebullición	473.6 K
Densidad de líquido	825.18 kg/m ³
Calor de vaporización	426478.46 J/kg
Constante de presión de saturación	-1
Constante de presión de saturación	0

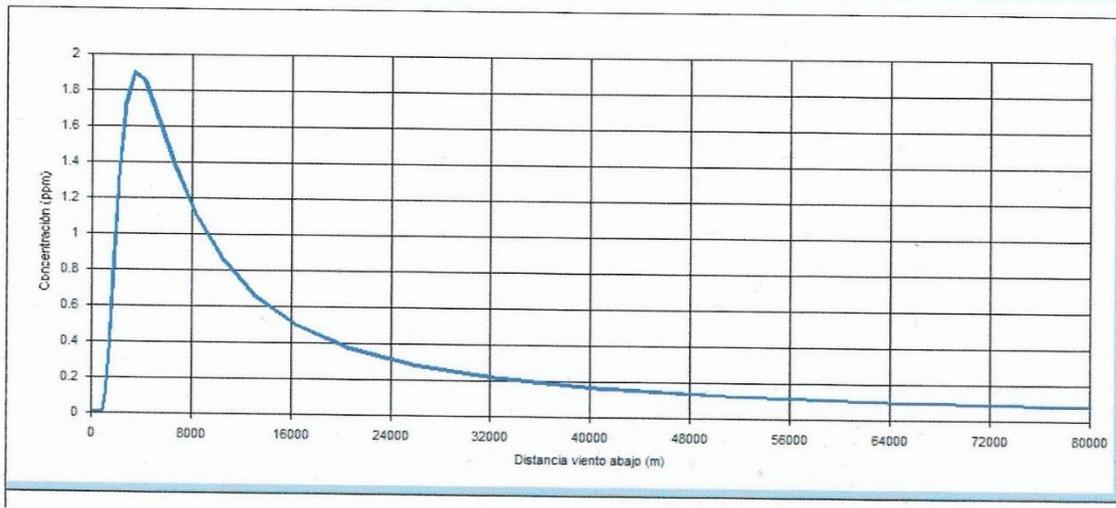
Datos de la emisión

Tipo de emisión	Modelo de emisión de chorro horizontal
Altura de interés	100.00 m
Tiempo promedio de concentración	3600 s
Tasa de emisión de masa	10.00 kg/s
Masa de emisión instantánea	0.00 kg
Duración de emisión continua	60000 s
Altura de la fuente	0.80 m
Área de la fuente	1.25000 m ²
Temperatura de la fuente	298.0 K
Fracción de líquido inicial	0.90 [90% Líquido + 10% Vapor]

Datos meteorológicos

Estabilidad	Pasquill-D Neutra
Velocidad del Viento	3.62 m/s
Altura de medición	10.00 m
Temperatura ambiente	21.0 °C
Humedad relativa	94 %
Rugosidad del terreno	0.80 m
Inverso de Monin-Obukhov	0.00 m

Gráfica de concentración contra distancia



Caso 3.



Modelos Atmosféricos para

SIMULACION DE CONTAMINACION Y RIESGOS EN INDUSTRIAS

Título del modelo

Derrame de trazador químico en prueba de inyección en pozo PR-167

Datos químicos

Nombre	P-TOLUIDINA
Peso Molecular	107.15 g/g-mol
Capacidad calorífica	1176.30 J/kg-K
Capacidad calorífica del líquido	2379.79 J/kg-K
Temperatura de ebullición	473.6 K
Densidad de líquido	825.18 kg/m ³
Calor de vaporización	426478.46 J/kg
Constante de presión de saturación	-1
Constante de presión de saturación	0

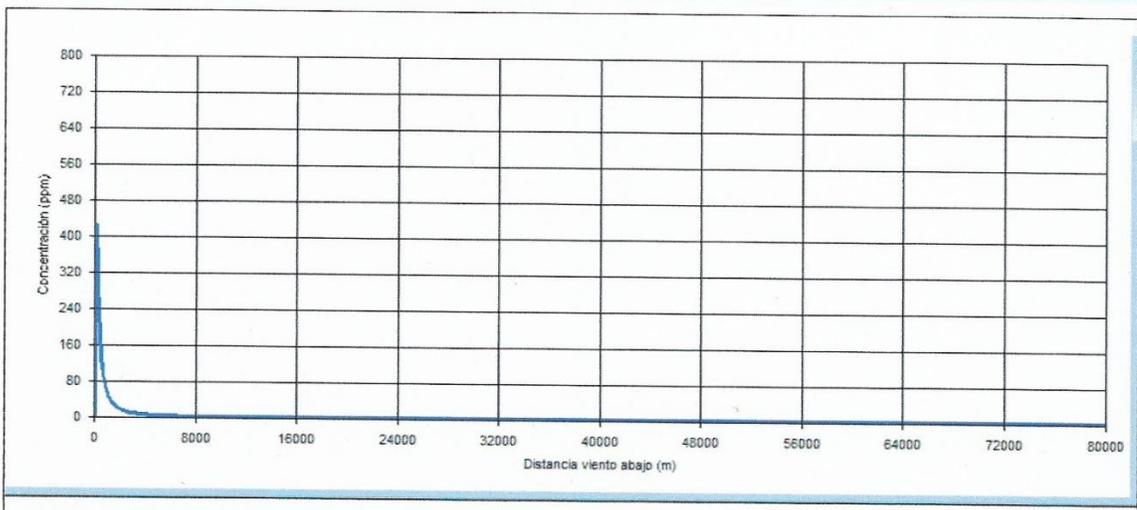
Datos de la emisión

Tipo de emisión	Modelo de emisión de chorro horizontal
Altura de interés	10.00 m
Tiempo promedio de concentración	3600 s
Tasa de emisión de masa	10.00 kg/s
Masa de emisión instantánea	0.00 kg
Duración de emisión continua	60000 s
Altura de la fuente	0.80 m
Área de la fuente	1.25000 m ²
Temperatura de la fuente	298.0 K
Fracción de líquido inicial	0.90 [90% Líquido + 10% Vapor]

Datos meteorológicos

Estabilidad	Pasquill-D Neutra
Velocidad del Viento	3.10 m/s
Altura de medición	10.00 m
Temperatura ambiente	29.0 °C
Humedad relativa	55 %
Rugosidad del terreno	0.80 m
Inverso de Monin-Obukhov	0.00 m

Gráfica de concentración contra distancia



Caso 4.



Modelos Atmosféricos para

SIMULACION DE CONTAMINACION Y RIESGOS EN INDUSTRIAS

Título del modelo

Derrame de trazador químico en prueba de inyección en pozo PR-167

Datos químicos

Nombre	P-TOLUIDINA
Peso Molecular	107.15 g/g-mol
Capacidad calorífica	1176.30 J/kg-K
Capacidad calorífica del líquido	2379.79 J/kg-K
Temperatura de ebullición	473.6 K
Densidad de líquido	825.18 kg/m ³
Calor de vaporización	426478.46 J/kg
Constante de presión de saturación	-1
Constante de presión de saturación	0

Datos de la emisión

Tipo de emisión	Modelo de emisión de chorro horizontal
Altura de interés	100.00 m
Tiempo promedio de concentración	3600 s
Tasa de emisión de masa	10.00 kg/s
Masa de emisión instantánea	0.00 kg
Duración de emisión continua	60000 s
Altura de la fuente	0.80 m
Área de la fuente	1.25000 m ²
Temperatura de la fuente	298.0 K
Fracción de líquido inicial	0.90 [90% Líquido + 10% Vapor]

Datos meteorológicos

Estabilidad	Pasquill-D Neutra
Velocidad del Viento	3.10 m/s
Altura de medición	10.00 m
Temperatura ambiente	29.0 °C
Humedad relativa	55 %
Rugosidad del terreno	0.80 m
Inverso de Monin-Obukhov	0.00 m

Gráfica de concentración contra distancia

