



GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

JULIO DE 2020



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	4
1. OBJETIVO	4
2. ALCANCE.....	4
3. GENERALIDADES	4
4. DEFINICIONES	6
5. CONTENIDO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS	9
5.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	10
5.1.1. PROYECTO	10
5.1.2. TRANSPORTE POR DUCTOS.....	12
5.1.3. DE LOS POZOS DE EXPLORACIÓN Y EXTRACCIÓN.....	16
5.1.4. TRANSPORTE POR MEDIOS DISTINTOS A DUCTOS.....	16
5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	17
5.3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO	17
5.3.1. PROYECTO	18
5.3.2. TRANSPORTE POR DUCTOS	20
5.3.3. TRANSPORTE POR MEDIOS DISTINTOS A DUCTOS	22
5.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	22
5.4.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO.....	22
5.4.1.1. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS	22
5.4.1.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES EN PROYECTOS SIMILARES	22
5.4.1.3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y DE ESCENARIOS DE RIESGO.....	23
5.4.1.4 JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO	24
5.4.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO	28
5.4.2.1 ANÁLISIS DE FRECUENCIAS	28
5.4.2.2 ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS	28
5.5. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN 31	
5.6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO	31
5.6.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	31
5.6.2. INTERACCIONES DE RIESGO	32
5.7. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO	34
5.8. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO	34



5.8.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD.....	34
5.8.2. MEDIDAS PREVENTIVAS	35
5.8.3. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.....	35
5.9. CONCLUSIONES	36
5.10. RESUMEN EJECUTIVO	36
6. ANÁLISIS DE CAPAS DE PROTECCIÓN (LOPA)	36
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
Anexo 1. Flujograma de Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos.....	38
Anexo 2. Datos de especificación de Escenarios de Riesgos.....	39
Anexo 3. Datos de especificación de Escenarios de Riesgo por derrame de Hidrocarburos	41
Anexo 4. Representación en planos de los radios potenciales de afectación.....	42
Anexo 5. Reporte de Informe Técnico.....	44
Anexo 6. Reporte para el Análisis de capas de protección (LOPA).....	48



INTRODUCCIÓN

Esta Guía incluye consideraciones generales para que los Regulados integren el Análisis de Riesgo del Proyecto de manera que presenten información base de los aspectos de más relevancia del mismo, seleccionando las metodologías más apropiadas para la identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgos, que permitan identificar los peligros de manera exhaustiva y evaluar los Riesgos en los procesos, documentando la existencia de sistemas y dispositivos de seguridad, y/o medidas de reducción de Riesgos para eliminar, prevenir, controlar, minimizar o mitigar los Escenarios de Riesgo a un nivel de Riesgo Tolerable. Lo anterior, acorde con el tipo de Proyecto, así como al (los) proceso (s) involucrado (s) y entre otros, a los siguientes aspectos: actividad dentro de la cadena de valor del Sector Hidrocarburos; complejidad de los procesos físicos y/o químicos involucrados; características, cantidades y volúmenes de Sustancias Peligrosas a procesar, manejar, almacenar y transportar; información disponible de la tecnología del proceso; experiencia requerida para aplicar las metodologías, y las demás que los Regulados consideren pertinentes al momento de elaborar el Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos.

En la Guía se establece la importancia de que los Regulados utilicen e implementen las mejores prácticas nacionales e internacionales para la administración y gestión de Riesgos, y que apliquen el principio ALARP (*As Low As Reasonably Practicable*, por sus siglas en inglés), que permita demostrar que se han implementado o implementarán todas las medidas de reducción de Riesgos para eliminar, prevenir, controlar, minimizar o mitigar los posibles Escenarios de Riesgo derivados de la identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgos para llevarlos hasta un nivel de Riesgo tan bajo como sea razonablemente factible.

1. OBJETIVO

La presente Guía tiene por objeto orientar a los Regulados sobre el contenido mínimo a observar para la elaboración del Análisis de Riesgo para Proyectos que sean competencia de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (Agencia).

2. ALCANCE

Esta Guía puede ser utilizada como referencia por todos los Regulados que pretendan o lleven a cabo las actividades a las que se refiere el artículo 3o. fracción XI, de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

Este instrumento podrá ser utilizado para la elaboración del Análisis de Riesgo requerido en la regulación emitida por la Agencia, así como también en el Estudio de Riesgo y Estudio de Riesgo Ambiental a los que se refieren respectivamente los artículos 30 y 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y los artículos 17 y 18 el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Aplica para las etapas de Diseño, Construcción, Operación, Cierre, Desmantelamiento y Abandono de Proyectos.

3. GENERALIDADES

En el anexo 1 se muestra el flujograma para elaborar el Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos.

Se empleará el término "**Proyecto nuevo**" para referirse a Proyectos que se encuentran en fase de Diseño o Construcción y que aún no se encuentran en Operación.

Los Regulados que elaboren el Estudio de Riesgo (ER) y el Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) para dar cumplimiento a los Artículos 30 y 147 de la LGEEPA y a los Artículos 17, primer y último párrafo, y 18 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental podrán utilizar la presente Guía de la manera siguiente:

- a. Para elaborar el Estudio de Riesgo (ER) solamente usarán los apartados del capítulo 5, numerales 1, 2, 3, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.2, 5, 6, 8, 9 y 10, los receptores de Riesgo considerados serán únicamente los referentes al Sistema Ambiental, es decir población y medio ambiente, tomando en cuenta las afectaciones sobre la integridad funcional de los ecosistemas, y
- b. Para elaborar el Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) podrán utilizar la presente Guía en su totalidad, los receptores de Riesgo considerados serán únicamente los referentes al Sistema Ambiental, es decir población y medio ambiente.

En la figura 1, se pueden apreciar las principales diferencias en cuanto al contenido del ARSH (Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos), ER (Estudio de Riesgo) y ERA (Estudio de Riesgo Ambiental):

Figura 1. Matriz de principales diferencias en el contenido del ARSH, ER y ERA.

	ARSH	ER	ERA
Análisis Preliminar de Peligros	x		x
Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo	x		x
Análisis de vulnerabilidad	x	x	x
Receptores de riesgo: población y medio ambiente	x	x	x
- Afectaciones sobre la integridad funcional de los ecosistemas		x	
Receptores de riesgo: personal e Instalaciones/producción	x		
Etapas del Proyecto en el que se elabora	Desde el Diseño	Diseño	Operación

Por otro lado, el nivel recomendado de ingeniería para la elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos será conforme a la etapa del Proyecto en la que se encuentre:

- 3.1. Diseño
 - a. Ingeniería básica extendida (como mínimo).
- 3.2. Construcción
 - a. Ingeniería de detalle y/o aprobada para construcción (APC).
- 3.3. Operación, Cierre, Desmantelamiento y Abandono
 - a. Ingeniería Aprobada para construcción (APC) y/o As-built (planos como fue construido).



4. DEFINICIONES

Para efectos de la aplicación e interpretación de la presente *Guía para la elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos*, se estará a los conceptos y definiciones, en singular o plural, previstas en la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, la Ley de Hidrocarburos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el Reglamento Interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, el Reglamento de la Ley de Hidrocarburos, el Reglamento de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos, el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como las Normas Oficiales Mexicanas y Disposiciones administrativas de carácter general emitidas por la Agencia y a los siguientes conceptos y definiciones.

- I. **Amenaza:** Es el acto que por sí mismo o encadenado a otros, puede generar un daño o afectación al personal, población, medio ambiente, Instalación, producción, otro;
- II. **Análisis de Riesgo de Proceso (ARP):** Aplicación sistemática de una o más metodologías específicas para identificar Peligros y evaluar Riesgos de un proceso o sistema, con el fin de determinar los Escenarios de Riesgo y verificar la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, Salvaguardas y barreras suficientes ante las posibles Amenazas que propiciarían la materialización de algún Escenario de Riesgo identificado;
- III. **Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH):** Documento que integra la identificación de peligros, evaluación y Análisis de Riesgos de Procesos, con el fin de determinar metodológica, sistemática y consistentemente los Escenarios de Riesgo generados por un Proyecto y/o Instalación, así como la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, Salvaguardas y barreras apropiadas y suficientes para reducir la probabilidad y/o consecuencias de los Escenarios de Riesgo identificados; incluye el análisis de las interacciones de Riesgo y vulnerabilidades hacia el personal, población, medio ambiente, Instalaciones y producción, así como las recomendaciones o medidas de prevención, control, mitigación y/o compensación para la reducción de Riesgos a un nivel Tolerable;
- IV. **Análisis Preliminar de Peligros:** Es el resultado de realizar un primer intento para identificar en forma general los posibles Riesgos que pueden originar los Peligros en un Diseño o Instalaciones en operación, para ubicar la situación actual que se tiene respecto de la Administración de los Riesgos;
- V. **Caso Alterno:** Es el evento creíble de una liberación accidental de una Sustancia Peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al Peor Caso ni al Caso Más Probable;
- VI. **Caso Más Probable:** Con base a la experiencia operativa, es el evento de liberación accidental de una Sustancia Peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir;
- VII. **Efecto Dominó:** También conocido como encadenamiento de eventos, es un evento asociado a un incendio o explosión en una Instalación, que multiplica sus consecuencias por efecto de la sobrepresión, proyectiles o la radiación térmica que se generan sobre elementos próximos y vulnerables, tales como otros recipientes, tuberías o equipos de la misma Instalación o Instalaciones próximas, de tal forma que puedan ocurrir nuevas fugas, derrames, incendios o explosiones que a su vez, pueden nuevamente provocar efectos similares;
- VIII. **Escenario de Riesgo:** Determinación de un evento hipotético derivado de la aplicación de la metodología de identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, en el cual se considera la probabilidad de ocurrencia y severidad de las consecuencias y, posteriormente, determinar las zonas potencialmente afectadas mediante la aplicación de modelos matemáticos para la Simulación de consecuencias;



- IX. Estudio de Riesgo (ER):** Documento que indica los Escenarios de Riesgo identificados y evaluados con posibles afectaciones al medio ambiente, de tal manera que mediante el uso de metodologías y herramientas tecnológicas se cuantifiquen los probables daños al medio ambiente, tomando en cuenta las afectaciones sobre la integridad funcional de los ecosistemas, donde se pretende desarrollar un Proyecto. Tiene por objetivo determinar las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, verificar las vulnerabilidades que probablemente se presenten en caso de materialización de algún Escenario de Riesgo, así como las medidas de prevención, control, y mitigación de Riesgos ambientales, o aquellas que se van a implementar para prevenir las causas o mitigar las afectaciones al medio ambiente. Se incorpora a la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA);
- X. Estudio de Riesgo Ambiental (ERA):** Documento que indica los Escenarios de Riesgo identificados y evaluados con posibles afectaciones al medio ambiente, de tal manera que mediante el uso de metodologías y herramientas tecnológicas se cuantifiquen los probables daños al medio ambiente de un Proyecto en Operación. Tiene por objetivo determinar las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, verificar las vulnerabilidades que probablemente se presenten en caso de materialización de algún Escenario de Riesgo, así como las medidas de prevención, control, y mitigación de Riesgos ambientales;
- XI. Exposición:** Contacto de las personas o elementos que constituyen el medio ambiente con Sustancias Peligrosas o contaminantes químicos, biológicos o físicos o la posibilidad de una situación peligrosa derivado de la materialización de un Escenario de Riesgo;
- XII. IDLH** (*"Immediately Dangerous to Life or Health"*, por sus siglas en inglés) Inmediatamente Peligroso para la vida o la salud: Es la concentración máxima en el aire de una Sustancia Peligrosa, a la que una persona podría escapar durante un periodo de treinta minutos sin experimentar efectos irreversibles para la salud o síntomas graves que le impidan evacuar;
- XIII. Peor Caso:** Corresponde a la liberación accidental del mayor inventario de Sustancia Peligrosa contenida en un recipiente, línea de proceso o ducto, sin necesidad de conocer las causas ni su probabilidad de ocurrencia;
- XIV. Proyecto:** Actividad del Sector Hidrocarburos que se desarrolla o se pretende desarrollar en una o varias Instalaciones, y que se encuentra vinculada a un permiso o autorización emitido por la Secretaría de Energía o la Comisión Reguladora de Energía o bien, a un Plan de Exploración o de Desarrollo para la Extracción, aprobados por la Comisión Nacional de Hidrocarburos;
- XV. Riesgo Inherente:** Es propio del trabajo o proceso, que no puede ser eliminado del sistema, es decir, en todo trabajo o proceso se encontrarán Riesgos para las personas o para la ejecución de la actividad en sí misma. Es el Riesgo intrínseco de cada actividad, sin tener en cuenta los controles y medidas de reducción de Riesgos;
- XVI. Riesgo Residual:** Es el Riesgo remanente después del tratamiento de Riesgo, es decir, una vez que se han implementado controles y medidas de reducción de Riesgos para mitigar el Riesgo Inherente; el Riesgo Residual puede contener Riesgos no identificados, también puede ser conocido como Riesgo retenido;
- XVII. Riesgo Tolerable:** Es el Riesgo que se acepta en un contexto dado basado en los valores actuales de la sociedad;
- XVIII. Salvaguarda:** Dispositivo, sistema, procedimientos o programas, entre otros, destinados a proteger la seguridad física integral de las personas, el medio ambiente o la Instalación;





- XIX. Sistemas de Seguridad:** Conjunto de equipos y componentes que se interrelacionan y responden a las alteraciones del desarrollo normal de los procesos o actividades en la Instalación y previenen situaciones que normalmente dan origen a Accidentes o emergencias;
- XX. Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS):** Es un Sistema de Seguridad que tiene implementadas una o más funciones de cualquier combinación de sensores (elementos primarios), controlador lógico y elementos finales;
- XXI. Simulación:** Representación de un Escenario de Riesgo o fenómeno mediante la utilización de sistemas o herramientas de cómputo, modelos físicos o matemáticos u otros medios, que permite estimar las consecuencias de dichos escenarios a partir de las propiedades físicas y químicas de las sustancias o componentes de las mezclas de interés, en presencia de determinadas condiciones y variables atmosféricas;
- XXII. Sustancia Explosiva:** La que genera una gran cantidad de calor y ondas de sobrepresión de manera espontánea o por acción de alguna energía;
- XXIII. Sustancia Inflamable:** Aquella capaz de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales para prenderse espontáneamente o por la acción de una fuente de ignición;
- XXIV. Sustancia Peligrosa:** Cualquier sustancia que, al ser emitida, puesta en ignición o cuando su energía es liberada (fuego, explosión, fuga tóxica) puede causar daños al ambiente, a las personas y a las Instalaciones debido a sus características de toxicidad, inflamabilidad, explosividad, corrosión, inestabilidad térmica, calor latente o compresión;
- XXV. Sustancia Tóxica:** Aquella que puede producir en organismos vivos, lesiones, enfermedades, alteraciones al material genético o muerte;
- XXVI. TLV (15 min, STEL):** ("Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit", por sus siglas en inglés) Valor umbral límite-Límite de Exposición a corto plazo. Exposición para un periodo de 15 minutos, que no puede repetirse más de 4 veces al día con al menos 60 minutos entre periodos de Exposición;
- XXVII. TLV (8 h, TWA):** ("Threshold Limit Value-Time Weighted Average", por sus siglas en inglés). Valor umbral límite-Promedio ponderada en el tiempo. Concentración ponderada para una jornada normal de trabajo de ocho horas y una semana laboral de cuarenta horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin que se evidencien efectos adversos;
- XXVIII. Vulnerabilidad:** Es la mayor o menor facilidad de la ocurrencia de una Amenaza en virtud de las condiciones que imperan; puede decirse que son los puntos o momentos de debilidad que se tienen y pueden favorecer la ocurrencia de un acto negativo o el aumento de las consecuencias de este;
- XXIX. Zona de Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo:** Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de Salvaguardar a la población y al ambiente, y
- XXX. Zona de Alto Riesgo para el Análisis de Riesgo:** Área de restricción total en la que no se deben permitir actividades distintas a las del Proyecto.



5. CONTENIDO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

Para la identificación de peligros y Evaluación de los Riesgos que se generen en las actividades del Sector Hidrocarburos, resulta necesario que los Regulados elaboren un ARSH de su Proyecto, conforme las mejores prácticas nacionales e internacionales que permitan garantizar una administración de Riesgos acorde al tipo de Proyecto. Al respecto es muy conveniente desarrollar un ARSH de manera sistemática, metodológica y consistente, donde sean identificados de manera exhaustiva los peligros y evaluados los Riesgos, y en su caso, se determinen las acciones y/o recomendaciones que, en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al medio ambiente, se implementarán para lograr un nivel de Riesgo Tolerable del Proyecto.

Para el desarrollo del ARSH, es recomendable que los Regulados utilicen en la identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgos, como mínimo, la información derivada de las siguientes especialidades:

- a. Topografía o batimetría;
- b. Ingeniería civil;
- c. Ingeniería de proceso;
- d. Ingeniería de tuberías;
- e. Ingeniería de corrosión;
- f. Ingeniería mecánica;
- g. Ingeniería de instrumentación y control;
- h. Ingeniería de seguridad y contraincendios;
- i. Ingeniería eléctrica;
- j. Ingeniería en telecomunicaciones, y
- k. Arquitectura.

Para el caso de las actividades de exploración y extracción, los Regulados considerarán, además de lo señalado anteriormente, como mínimo, lo siguiente:

- a. Programa de perforación;
- b. Plan de evaluación y Plan de desarrollo;
- c. Programa de terminación (DST y/o terminación definitiva);
- d. Análisis de productividad;
- e. Estudios de geo presiones y geo mecánicos;
- f. Análisis de condiciones metoceanicas;
- g. Estudio del riser (en su caso);
- h. Fechas programadas para realizar la perforación;
- i. Programas de mitigación y disminución de Riesgos (Capping Stack y Pozos de Alivio);
- j. Descripción detallada y valores de confiabilidad de los preventores (*BOP*, *Blowout Preventer* por sus siglas en inglés) a utilizar, e
- k. Información de los sistemas y/o equipos críticos que se ven involucrados en la seguridad de la plataforma como son los sistemas de gas y fuego, vehículos operados a distancia (*ROV Remotely operated vehicle*, por sus siglas en inglés), unidad de mando superior (Top drive), posicionadores (Thrusters) y los sistemas de respaldo de energía.



5.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el ARSH los Regulados describirán el Proyecto y la fecha programada para el inicio de operación tratándose de Proyectos nuevos o la fecha de inicio o reinicio de operación para el caso de Instalaciones en Operación.

Los Regulados señalarán la ubicación del Proyecto, incluyendo coordenadas geográficas y/o Universal Transversal Mercator (UTM).

Los Regulados enlistarán los criterios, normas, códigos, estándares, buenas prácticas, entre otros consideradas para la elaboración de las bases de Diseño del Proyecto específicos para afrontar y reducir los posibles Riesgos derivados de la susceptibilidad de la zona a los fenómenos naturales o actividades antropogénicas; y efectos adversos (inundaciones, huracanes, tornados, vientos extremos, heladas, tormentas eléctricas, sismos, fallas geológicas, fracturas geológicas, deslizamientos, corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, vulcanología, entre otros).

Los Regulados describirán los accesos (marítimos y terrestres) del Proyecto, para el caso de ductos indicarán los accesos a Instalaciones superficiales (trampas de envío y/o recibo de diablos, válvulas de desvío y de seccionamiento, estaciones de Regulación y medición, estaciones de bombeo, estaciones de compresión y rectificadores).

En caso de que los Regulados celebren contratos con compañías externas que desarrollen actividades comerciales, industriales y/o servicios (por ejemplo: trasvase, carga y descarga de productos) dentro de sus Instalaciones, describirán detalladamente dichas actividades precisando nombre de las compañías, volúmenes de carga y descarga, número de operadores, tiempo promedio de estadía en la Instalación, entre otras.

Se recomienda que los Regulados especifiquen y anexen copia electrónica de las autorizaciones oficiales con las que cuentan para realizar la actividad del Sector Hidrocarburos (Permiso o autorización emitido por la Secretaría de Energía o por la Comisión Reguladora de Energía o, en el caso de títulos de asignación y contratos, a un Plan o Programa de Exploración o a un Plan o Programa de Desarrollo para la Extracción aprobados por la Comisión Nacional de Hidrocarburos; y autorización en materia de Impacto Ambiental), señalando que la autorización que le aplique, está vigente y es consistente con la capacidad y equipos que comprende el Análisis de Riesgo que se está elaborando.

Además, se recomienda que los Regulados integren un anexo fotográfico en el que se identifique el número de la fotografía y se describan de manera breve los aspectos que se desea destacar del Proyecto, como pueden ser Instalaciones, áreas o equipos críticos.

Asimismo, se sugiere indicar si las actividades a desarrollar se encuentran contempladas o permitidas en los Programas de Desarrollo Urbano municipal, estatal o nacional.

5.1.1. PROYECTO

Este apartado aplica para Proyectos que no sean de Transporte por Ductos, de Pozos de Exploración y Extracción o de Transporte por medios distintos a Ductos.

Los Regulados integrarán en tablas la información con las características de los equipos de proceso principales y auxiliares, especificando: Descripción, clave o identificación (TAG), año de fabricación (para Instalaciones en Operación), capacidad, dimensiones, códigos o estándares de diseño y construcción, materiales de construcción, tiempo de vida útil, sustancia manejada, estado físico de la sustancia manejada, presión de prueba hidrostática (para Instalaciones en Operación), condiciones de operación (presión, temperatura y flujo mínimos, máximos y normales de operación y de diseño), sistemas de control (indicadores, transmisores, controladores,

entre otros), Sistemas de Seguridad (Sistema de paro por emergencia, sistemas de detección de gas y fuego, sistema contra incendio, etc.), medios para la contención en caso de derrames, área de localización dentro del Proyecto y otros que se consideren pertinentes por el tipo de Proyecto, como ejemplo se muestran las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Características de equipos principales del Proyecto.

Descripción	TAG	Año Fab.	Capacidad en m ³	Dimensiones	Código de Diseño	Materiales de construcción	Tiempo de vida útil	Sustancia manejada	Estado físico de la sustancia	Presión de Prueba Hidrostática kg/cm ²	*Flujo de diseño y operación	*Presión de diseño y operación en kg/cm ²	*Temperatura de diseño y operación en °C	Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Ubicación
											Mín./Normal/Máx.	Mín./Normal/Máx.	Mín./Normal/Máx.		
Separador, módulo de vapores "A"	V-201	2000	78	L:23 ft D:80 plg	ASME-VIII, Div.1	Acero al carbón	30 años	Petróleo	Líquido/Gas	60.0	Diseño: 20 mbd / 25 mbd / 30 mbd Operación: 23 mbd / 25 mbd / 28 mbd	Diseño: 36.0 / 40.0 / 60.0 Operación: 38.0 / 40.0 / 45.0	Diseño: 37.0 / 45.0 / 60.0 Operación: 40.0 / 45.0 / 50.0	Sistema de gas y fuego	Mod. Vap. "A". I/sur

Nota: Para Instalaciones en Operación, los Regulados indicarán los flujos, presiones y temperaturas de diseño y operación.

Tabla 2. Características de equipos auxiliares del Proyecto.

Descripción	TAG	Año Fab.	Capacidad en m ³	Dimensiones	Código de Diseño	Materiales de construcción	Tiempo de vida útil	Sustancia manejada	Estado físico de la sustancia	Presión de Prueba Hidrostática kg/cm ²	Flujo de diseño y operación	Presión de diseño y operación en kg/cm ²	Temperatura de diseño y operación en °C	Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Ubicación
											Mín./Normal/Máx.	Mín./Normal/Máx.	Mín./Normal/Máx.		

Nota: Para las celdas en donde no aplique lo solicitado indicar "NA"

Adicionalmente los Regulados indicarán las características y códigos de diseño de:

- Cuarto de control: Tipo, ubicación, dimensiones, si es a prueba de explosión, diseño del sistema de supresión de incendio, sistema de presión positiva, control de temperatura, tipo de agente extintor y si el cuarto de control está tripulado habitualmente;
- Sistemas de aislamiento de las diferentes áreas o equipos con Riesgos potenciales de incendio, explosión y toxicidad: Tipo, ubicación de las válvulas y forma de accionamiento;
- Sistemas de contención para derrames: Pendientes, drenajes, muros de contención, diques, tanques con doble pared;
- Sistemas de desfuegos: PSV's (Pressure Safety Valves, por sus siglas en inglés) y si los desfuegos están dirigidos a un cabezal de venteo o a un quemador;
- Sistemas de instrumentación: Especificaciones de los principales elementos de medición y control;
- Sistema contra incendios: Ubicación y diámetro de la red contra incendio y sus elementos como sistemas de aspersión, hidrantes, tomas siamesas, válvulas de seccionamiento, cámaras de espuma, capacidad del tanque de agua contra incendio, tipo y número de bombas contra incendio, tipo y ubicación de extintores, sistema de mitigación para áreas tripuladas y no tripuladas y sistema de bombeo para servicio contra incendio;
- Sistemas de detección de gas y fuego: Tipo y ubicación de detectores, de alarmas visuales y audibles y de estaciones de alarma;



- h. Civil y estructural: De las áreas de proceso del Proyecto, así como de los equipos donde se manejan materiales considerados de alto riesgo. En su caso, tipo de protección ignífuga y qué elementos están cubiertos;
- i. Servicios auxiliares: Tipo de servicios externos e internos, su ubicación y su importancia en la operación de sectores críticos, y
- j. Rutas de traslado de los materiales de alto riesgo: Descripción de la ruta habitual y en su caso de las rutas alternativas.

Como soporte de la información anterior, los Regulados anexarán lo siguiente:

- a. Plano del arreglo general del Proyecto;
- b. Planos de localización general de equipos de proceso y servicios auxiliares;
- c. Diagramas de Flujo de Proceso, incluyendo servicios auxiliares;
- d. Balance de materia y energía de proceso;
- e. Diagramas de Tubería e Instrumentación de proceso, servicios auxiliares y sistema contra incendio;
- f. Planos del sistema contra incendio;
- g. Planos del sistema de detección de gas y fuego;
- h. Planos de cimentaciones;
- i. Diagramas unifilares;
- j. Isométricos de tuberías de proceso y servicios auxiliares;
- k. Lista de líneas de proceso y servicios auxiliares;
- l. Especificaciones del cuarto de control;
- m. Planos de las rutas de traslado de los materiales de alto riesgo;
- n. Planos civil y mecánico de los tanques;
- o. Resultados de Pruebas no Destructivas (PND) e hidrostáticas (para Proyectos nuevos se incluirá en su lugar procedimientos de prueba de certificación de materiales que serán utilizados durante la construcción);
- p. Planos del sistema contra descargas atmosféricas y sistema de tierras físicas, y
- q. Planos de Telecom de CCTV (en caso de aplicar).

Los planos que se indican en la presente Guía serán legibles a escala 1:50000 hasta 1:500, se incluirán en un tamaño mínimo doble carta y contendrán como mínimo: el título; el número o clave de identificación; los nombres y firmas de quien lo elaboró, revisó, y autorizó; la fecha de elaboración; la nomenclatura y simbología explicadas; coordenadas geográficas; escala y orientación.

5.1.2. TRANSPORTE POR DUCTOS

Los Regulados describirán el ducto o sistema de transporte por ductos, indicando la sustancia que transporta, el estado físico de la sustancia, el origen, el destino, el nombre del segmento, los diámetros, la longitud, los Municipios o Alcaldías y Entidades Federativas que cruza, las derivaciones e interconexiones (indicando kilómetro y coordenadas).

Así mismo indicarán tipo de recubrimiento anticorrosivo (indicando los límites de tolerancia a la corrosión) y descripción de zonas susceptibles a: sismos, corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, inundaciones, volcanes, fallas geológicas, fracturas geológicas, deslizamientos, entre otros, e integración de información detallada en forma de tabla de: Instalaciones superficiales (trampas de envío y/o recibo de diablos, estaciones de bombeo, estaciones de compresión, estaciones de regulación y/o medición y válvulas de desvío y de seccionamiento), especificaciones del ducto, clase de localización, diseño del sistema de protección catódica, cruzamientos (carreteros, terracería, líneas de alta tensión, ferroviarios, cuerpos de agua, ductos, entre otros) y señalamientos, como ejemplo se muestran las tablas 3 a la 12.



Tabla 3. Especificaciones de ducto.

Nombre o segmento del ducto	Origen (km)	Destino (km)	Coordenadas UTM				Espesor (in*)	Diámetro (in)	Presión de Prueba Hidrostática (kg/cm ²)	Especificación del ducto	Código de diseño	Presión de diseño y operación (kg/cm ²)		
			Inicio		Fin							Min	Normal	Máx
			X	Y	X	Y								
Industrial A - Morelos	0+000	0+650					0.250	12	59	Acero al carbón API 5L X40	ASME B 31.8	D:45 O:48	D:50 O:51	D:55 O:53
Industrial A - Morelos	0+650	5+780					0.350	12	60	Acero al carbón API 5L X40	ASME B 31.8	D:45 O:48	D:50 O:51	D:55 O:53
Industrial A - Morelos	5+780	8+220					0.250	12	59	Acero al carbón API 5L X40	ASME B 31.8	D:45 O:48	D:50 O:51	D:55 O:53
Industrial A - Morelos	8+220	8+270					0.500	12	60	Acero al carbón API 5L X40	ASME B 31.8	D:45 O:48	D:50 O:51	D:55 O:53

Nota: Las especificaciones del ducto deben cubrir la longitud total del tramo evaluado. *in: pulgadas

Tabla 4. Clase de localización.

Nombre o segmento del ducto	Tipo de Clase de localización	Inicio km	Fin km	Coordenadas UTM				Espesor (in)
				Inicio		Fin		
				X	Y	X	Y	
Industrial A - Morelos	1	0+000	0+650					0.250
Industrial A - Morelos	2	0+650	5+780					0.350
Industrial A - Morelos	1	5+780	24+754					0.250
Industrial A - Morelos	4	24+754	58+221					0.500

Nota: Las Clase de localización debe cubrir la longitud total del tramo evaluado.

Tabla 5. Diseño del sistema de protección catódica: Rectificadores.

Nombre de rectificador	Ubicación (km) y/o coordenadas UTM	Inicio de área de influencia km	Fin de área de influencia km	Tipo
Empalme	5+320	0+000	12+850	Salidas múltiples
El rosar	24+888	12+850	32+478	Salidas múltiples
Morelos	43+569	32+478	58+221	Salidas múltiples

Nota: El área de influencia debe cubrir la longitud total del tramo evaluado.

Tabla 6. Diseño del sistema de protección catódica: Camas anódicas.

Nombre de cama anódica	Ubicación (km) y/o coordenadas	Tipo
Empalme	5+320	Pozo profundo
El rosar	24+888	Horizontal
Morelos	43+569	Horizontal

Nota: El área de influencia debe cubrir la longitud total del tramo evaluado





Tabla 7. Diseño del sistema de protección catódica: Postes de medición de tubo/suelo.

Nombre de Poste de medición tubo/suelo	Ubicación (km) y/o coordenadas UTM
Empalme km 0+000	0+000
Empalme km 1+000	1+050
Empalme km 2+000	2+017

Nota: Se debe cubrir la longitud total del tramo evaluado.

Tabla 8. Cruzamientos.

Nombre	Tipo de cruzamiento	Profundidad o Elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce km	Fin del cruce km	Espesor del ducto (in)	Número de plano
Carretera México-Cuernavaca	Carretero	1.88	Encamisado	8+220	8+270	0.500	EMP-001-2019
Camino vecinal Morelos	Terracería	1.70	Sobre espesor y mayor profundidad de lo requerido en la norma	3+250	3+265	0.350	No hay plano
Paso San Luis	Aéreo	1	Recubrimiento anticorrosivo y soportaría	4+521	4+532	0.350	EMP-002-2019
Ferrocarril México	Ferrovial	1.15	Encamisado	25+563	25+275	0.500	EMP-003-2019
Río San Luis	Cuerpo de agua	2.10	Cruce direccional lastrado	30+212	30+262	0.500	EMP-004-2019
Arroyo San Luis	Cuerpo de agua	1.5	Cruce direccional lastrado	38+150	38+175	0.500	EMP-005-2019
Santa Rosa	Líneas de alta tensión	1	Recubrimiento anticorrosivo	41+210	41+251	0.500	EMP-006-2019
Oleo 30" A-B	Oleoducto	1.8	Recubrimiento anticorrosivo	43+300	43+325	0.500	EMP-007-2019

Nota: Se debe cubrir la longitud total del tramo evaluado.

Tabla 9. Señalamientos.

Nombre	Tipo de señalamiento	Ubicación (km) y/o coordenadas
Empalme km 0+000	Restringido	0+000
Empalme km 1+000	Restringido	1+050
Empalme km 2+000	Restringido	2+017

Tabla 10. Instalaciones superficiales: Estaciones de bombeo y de compresión.

Descripción	Nombre	Ubicación (km) y/o coordenadas UTM	Presión de entrada de diseño y operación (kg/cm ²)			Presión de salida de diseño y operación (kg/cm ²)			Flujo de diseño y operación		
			Min.	Normal	Máx				Min.	Normal	Máx
Estación de Compresión	Mendoza	12+300	11.4	16	20	71.23	75	80	400 MMPCD	534 MMPCD	600 MMPCD
Estación de bombeo	Omealca	138+200	17	21	25	63	70	75	350 MMPCD	470 MMPCD	580 MMPCD

Nota: Para las celdas en donde no aplique lo solicitado indicar "NA".

Tabla 11. Instalaciones superficiales: Estaciones de regulación y/o medición.

Nombre	Ubicación (km) y/o coordenadas UTM	Pasos de regulación	Presión de operación primer paso de regulación (kg/cm ²)		Presión de operación segundo paso de regulación (kg/cm ²)		Flujo de diseño y operación		
			Entrada	Regulada	Entrada	Regulada	Min.	Normal	Máx
Industrial "A"	6+600	2	55	25	25	7.5	51 mbd	68 mbd	93 mbd
Hornos	57+450	1	17	6	NA	NA	55 mbd	72 mbd	97 mbd



Tabla 12. Instalaciones superficiales: Trampas de envío y/o recibo de diablos y válvulas de seccionamiento.

Descripción	Nombre	Ubicación (km y/o coordenadas UTM)	Diámetro (in)	Presión normal de operación (kg/cm ²)	Tipo de especificación	Sistema de control
Trampas de envío y/o recibo de diablos	Empalme	154+500	NA	36	NA	Manual
Válvulas de seccionamiento	Las palmas	22+750	20	22	Compuerta	Automática (SCADA*)

Nota: Para las celdas en donde no aplique lo solicitado indicar "NA".

*SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition, por sus siglas en inglés (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).

Para ductos en Operación, los Regulados señalarán cuál es su antigüedad y vida útil remanente.

Como soporte de la información anterior los Regulados anexarán lo siguiente para el ducto e Instalaciones superficiales:

Información para el ducto

- Representación gráfica del trazo del ducto en mapa o mapas de la región legible a escala adecuada;
- Planos de trazo y perfil. Planos legibles a escala 1:50000 hasta 1:500, proporcionando la información sobre las especificaciones, puntos de inflexión, profundidad del ducto, cruzamientos, usos de suelo, clase o localización del sitio, zonas vulnerables o puntos de interés (asentamientos humanos, equipamiento e infraestructura urbana, áreas naturales protegidas, reservas forestales o regiones prioritarias para la conservación, entre otros), e Instalaciones superficiales;
- Resultados de Pruebas no Destructivas (PND) e hidrostáticas (para Proyectos nuevos, se incluirán procedimientos de pruebas con base en estándares nacionales o internacionales para la certificación de materiales que serán utilizados durante la construcción);
- Planos de Diseño del sistema de protección catódica. Planos legibles a escala 1:50000 hasta 1:500, proporcionando la información sobre rectificadores (descripción y kilómetro de inicio y fin de área de influencia), camas anódicas y postes de medición tubo/suelo;
- Planos de cruzamientos: Planos legibles a escala 1:50000 hasta 1:500, proporcionando la información sobre: tipo de cruzamiento, profundidad, sistema de protección) y kilómetro de inicio y fin del cruce.
- Sistema de detección de fugas (si los Regulados no cuentan con este sistema lo manifestarán);
- Desempeño del sistema de protección catódica proporcionando la información sobre drenaje de corriente de rectificadores, potenciales tubo/suelo sobre la longitud total del ducto, cruzamientos encamisados (aplica para Instalaciones en operación);
- Perfil hidráulico;
- Resultados de inspección en línea, proporcionando la información sobre tipo, porcentaje de pérdida, ubicación, longitud de las anomalías (aplica para Instalaciones en Operación), y
- Rehabilitaciones, proporcionando la información sobre el tipo, recubrimiento, ubicación y características del material (aplica para Instalaciones en Operación).

Información para Instalaciones superficiales

- Planos de localización general de equipos;
- Diagramas de Flujo de Proceso;
- Balace de materia y energía de proceso (donde aplique);
- Diagramas de Tubería e Instrumentación;
- Planos del Sistema contra incendio (donde aplique);
- Planos del Sistema de detección de gas y fuego (donde aplique);
- Descripción del sistema de monitoreo y control (SCADA por sus siglas en inglés);
- Planos de cimentaciones (donde aplique);
- Diagramas unifilares (donde aplique);
- Isométricos de tuberías de proceso (donde aplique);
- Lista de líneas (donde aplique), y
- Especificaciones del cuarto de control (donde aplique).



5.1.3. DE LOS POZOS DE EXPLORACIÓN Y EXTRACCIÓN

Los Regulados describirán el pozo exploratorio o de desarrollo, indicando como mínimo la profundidad total y objetivo, propiedades, estado mecánico, tuberías de contingencia, plan direccional, ventana operacional, tipo de hidrocarburo y potencial estimado del pozo, tiempos de perforación, localización, características del pozo durante las distintas etapas de perforación (diámetro de la barrena, diámetro de la tubería de revestimiento, tipo de lodo de perforación, densidad, registros, contingencias), secuencia operativa de cada una de las etapas, mapa de Riesgos de la perforación, arreglo de preventores, descripción de los componentes de la plataforma, Sistemas de Seguridad, y acciones y medidas para la administración y reducción de Riesgos. Lo anterior, se integrará mediante una tabla, en donde se indiquen los datos de los pozos y sus respectivas líneas de descarga, como ejemplo se muestran las tablas 13 y 14.

Tabla 13. Resumen de las características de los pozos.

Pozos	Coordenadas		Profundidad (m)	Tipo	Año de perforación	Estado operativo
	X	Y				
1. Pozo A						
2. Pozo B						
3. Pozo C						

Tabla 14. Resumen de las características de líneas de descarga de los pozos.

Líneas de descarga	Origen		Destino		Diámetro	Longitud (km)	Descripción de la tubería	Año de fab.	Estado operativo
	X	Y	X	Y					
1. LDD Pozo A									
2. LDD Pozo B									

5.1.4. TRANSPORTE POR MEDIOS DISTINTOS A DUCTOS

Los Regulados describirán el medio de transporte a utilizar (Carro-tanque, Buque-tanque, Auto-tanque, barcaza, entre otros), indicando como mínimo las características del medio de transporte, características del recipiente, normatividad con la que cumple, rutas establecidas y alternas (terrestres o marinas), tipo de camino (cuando aplique), longitud total de la ruta, topografía del terreno (cuando aplique), condiciones de operación, sustancia que transporta, Sistemas de Seguridad, y acciones y medidas para la administración y reducción de Riesgos. Lo anterior, se integrará mediante una tabla, en la que se indiquen todos los datos anteriores a detalle, como ejemplo se muestra la tabla 15.

Tabla 15. Resumen de las características del sistema de transporte por medios distintos a ducto.

Tipo	Origen	Destino	Tipo de recipiente o contenedor	Capacidad (m ³ o barriles)	Sustancia Peligrosa	Guía de respuesta en caso de emergencia (Guía Naranja ¹)		Código IMDG ²		Condiciones de transporte	
						No. de identificación de Riesgo	No. de guía	Clase o división	No. ONU	Presión kg/cm ²	Temperatura °C
Marino	Cd. del Carmen, Campeche	Coatzacoalcos, Ver.	Embarcación	2 000 000 barriles	Crudo	---	---	3	1267	Atmosférico	Ambiente
Terrestre	Tuxpan, Ver.	Monterrey, Nuevo León	Auto-tanque	24 m ³	Gas Licuado de petróleo	1075	115	----	----	7	Ambiente



1. Guía de respuesta en caso de emergencia, Departamento de Transporte de Estados Unidos (U.S. DOT); Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México, Transporte de Canadá, Revisión 2016, o la que en su caso la sustituya o modifique.
2. Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas, Organización Marítima Internacional, Edición de 2016, o el que lo sustituya o modifique.

Los Regulados indicarán si los medios de transporte de Gas Natural, Gas LP y Petrolíferos son propios o subcontratados (tractocamiones y recipientes o contenedores), así como si el personal que conduce las unidades es subcontratado o es personal de la empresa.

5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Los Regulados describirán de manera detallada el proceso por líneas de producción, si se realiza por medio continuo o por lotes, en su caso las reacciones principales y secundarias, las operaciones unitarias, los equipos y las sustancias involucradas, particularmente en las que intervengan Sustancias Peligrosas, anexando los diagramas de bloques correspondientes y la tecnología del proceso, entre ellas la filosofía de operación. Los Regulados indicarán todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando las características de peligrosidad y aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas, especificando el nombre de la sustancia, el Número de registro CAS, el flujo en m³/h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD), la concentración, la capacidad máxima de producción en toneladas por día, la cantidad máxima de almacenamiento en toneladas, el tipo de almacenamiento y la cantidad de reporte en el Listado de Actividades Altamente Riesgosas. Lo anterior, se integrará en la tabla 16, en la que se indiquen todos los datos anteriores a detalle.

Tabla 16. Resumen de Sustancias Peligrosas.

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico					Flujo en m ³ /h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD)	Concentración	Capacidad total			Tipo de almacenamiento	Cantidad de reporte en el Listado de Actividades Altamente Riesgosas
		C	R	E	T	I			Máxima de proceso (Ton/Día)	Máxima de transporte (Ton/Día)	Máxima de almacenamiento (Ton)		

Además, los Regulados incluirán las hojas de datos de seguridad de las Sustancias Peligrosas que se utilizarán y/o transportarán y que presenten características Corrosivas, Reactivas, Explosivas, Tóxicas e Inflamables (CRETI). El formato de las hojas de seguridad se conformará de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015, *Sistema armonizado para la identificación y comunicación de Peligros y Riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo*, o aquella que la modifique o sustituya.

5.3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

Los Regulados describirán los aspectos abióticos como el clima, preferentemente para el periodo de los últimos diez años (temperatura ambiente: máximas, promedios, mínimas; velocidad y dirección de viento; humedad relativa; presión atmosférica; entre otros). Así como los datos de geología, geomorfología y tipo de suelos.

Los Regulados señalarán las especies de flora y fauna que se encuentran en la región donde se ubica o se ubicarán las Instalaciones o tratándose de transporte por medios distintos a ductos, en la zona de las rutas de transporte.



Los Regulados señalarán si el sitio del Proyecto está ubicado en una zona susceptible a:

- a. Terremotos (sismicidad);
- b. Corrimientos de tierra;
- c. Derrumbamientos o hundimientos;
- d. Inundaciones (historial de 10 años);
- e. Pérdidas de suelo debido a la erosión;
- f. Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión;
- g. Riesgos radiológicos;
- h. Huracanes, y
- i. Otros efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.).

Los Regulados también reportarán, en caso de que exista un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área del Proyecto, los hallazgos encontrados en dicho historial, considerando preferentemente la información de los últimos diez años, indicando la referencia o fuente de donde fue tomada.

Además, los Regulados señalarán la siguiente información del entorno:

- a. Zonas Vulnerables de Población: Casas, poblaciones, escuelas, hospitales, centros comerciales, templos, unidades habitacionales de alta densidad, parques, etc.;
- b. Componentes ambientales: Cuerpos de agua, áreas naturales protegidas de carácter federal, estatal o municipal, regiones hidrológicas prioritarias, regiones marinas prioritarias, regiones terrestres prioritarias, áreas de importancia para la conservación de aves, sitios Ramsar¹;
- c. Infraestructura vial (carreteras y ferrocarril) e industrial (ductos, líneas de alta tensión y plantas industriales), y
- d. Uso de suelo: habitacional, industrial, comercial, agrícola, pecuario y forestal².

Esta información se reportará como se indica en los apartados 5.3.1. a 5.3.3. dependiendo del tipo de Proyecto, y se presentará en planos, mapas, o fotografías aéreas en tamaño mínimo doble carta, a escala adecuada y legibles, señalando en los mismos el Proyecto (zona o trayectorias del ducto o del transporte por medios distintos a ductos), el radio o franja del entorno solicitado en el apartado correspondiente a 3.1., 3.2. o 3.3., y el nombre y ubicación de las zonas de interés que se mencionan en los apartados 3.1. a 3.3. dependiendo del tipo de Proyecto. También señalarán la cartografía consultada (Secretaría de Marina; Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, entre otros).

5.3.1. PROYECTO

La información señalada en el apartado 5.3. será integrada en las tablas 17 a la 20 de acuerdo con lo solicitado a continuación correspondiente a los 4 puntos cardinales para un radio de 500 metros a partir de los límites de propiedad o jurisdicción del Proyecto:

¹ <https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/sitios-ramsar>

² Forestal: Suelo que está cubierto por plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas.

Tabla 17. Proximidades con zonas vulnerables de población para un radio de 500 m.

Tipo de zona vulnerable de población	Nombre de la zona vulnerable de población	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/SO)	Distancia a la Instalación/Proyecto/pozo (m)
Localidad	Las Palmas	NE	480
Colonia	Benito Juárez	S	390
Caserío	Sin nombre	SE	200
Escuela	Primaria Justo Sierra	NE	300
Hospital	Hospital General Salina Cruz	S	250
Centro Comercial	Las Torres	SE	400
Templo	Iglesia	SO	490
Parque	Parque Central	S	350
Unidad habitacional de alta densidad	Condominios Zona Dorada	NO	470

Se indicará la densidad de población para zonas vulnerables de población que sean cuantificables como localidades, colonias, unidades habitacionales de alta densidad y caseríos, entre otros.

Tabla 18. Proximidades con componentes ambientales para un radio de 500 m.

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/SO)	Distancia a la Instalación/Proyecto/pozo (m)
Cuerpo de agua	Laguna Términos	Laguna costera salobre con superficie de 150 hectáreas	N	400
Área Natural protegida	Parque Nacional El Veladero	----	SE	180
Región Hidrológica Prioritaria	Cajón de Peñas-Chamela		E	250
Región Marina Prioritaria	Corredor Puerro Madero		SO	320
Región Terrestre Prioritaria			O	100
Área de importancia para la conservación de las aves			NO	280
Sitio Ramsar			S	430

Tabla 19. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m.

Tipo de infraestructura	Nombre/descripción	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/SO)	Distancia a la Instalación/Proyecto/pozo (m)
Ducto	Gasoducto de 30" Tuxpan-Tula	E	200
Instalación Industrial de Riesgo	Terminal de Almacenamiento de Gas LP	O	300
Carretera	Autopista México-Querétaro	E	480
Vía férrea	México-Veracruz	SE	430



Tabla 20. Uso de suelo para un radio de 500 m.

Localización	Tipo de uso de suelo	Descripción
Norte	Industrial	Industria pesada y de riesgo alto
Sur	Comercial	Comercial y de servicios central
Este	Habitacional	
Oeste	Agrícola	
Noreste	Pecuario	
Noroeste	Natura	
Sureste	Forestal/Agrícola	
Suroeste	Habitacional/Comercial	

5.3.2. TRANSPORTE POR DUCTOS

Tratándose de ductos, señalar la información de la tabla 21 a la 24, correspondiente a una franja de 800 metros a ambos lados del Derecho de Vía (DDV) y a lo largo de toda la trayectoria de este.

Tabla 21. Proximidades y cruzamientos con zonas vulnerables de población en el entorno de la franja de 800 m a ambos lados del DDV.

Tipo de zona vulnerable de población	Nombre de la zona vulnerable de población	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia al ducto (m)	Tipo (proximidad o cruzamiento)	Km inicial de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)	Km final de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)
Localidad	Las Palmas	NE	Colindante	Proximidad	5+600	6+700
Colonia	Benito Juárez	S	390	Proximidad	3+400	4+800
Caserío	ND	SE	200	Proximidad	2+200	2+400
Centro Comercial	Las Torres	SE	400	Proximidad	15+400	16+860
Templo	Iglesia	SO	50	Proximidad	27+300	27+350
Escuela	Primaria Justo Sierra	NE	300	cruzamiento	2+500	3+120
Hospital	Hospital General Salina Cruz	S	250	Proximidad	8+300	
Parque	Parque Central	S	350	cruzamiento	28+200	29+180
Unidad habitacional de alta densidad	Condominios Zona Dorada	NO	470	Proximidad	32+300	

Se indicará la densidad de población para zonas vulnerables de población que sean cuantificables como localidades, colonias, unidades habitacionales de alta densidad y caseríos, entre otros.



Tabla 22. Proximidades y cruzamientos con componentes ambientales franja de 800 m a ambos lados del DDV.

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Tipo (Proximidad/Cruzamiento)	Para proximidades, distancia promedio al ducto (m)	Km inicial de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)	Km final de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)
Cuerpo de agua	Laguna Términos	Laguna costera salobre con superficie de 150 hectáreas	N	Proximidad	470	54+300	54+900
Área Natural protegida	Parque Nacional El Veladero	----	----	Cruzamiento	0	184+300	184+410
Corriente de agua			NE	Cruzamiento	NA	70+300	70+550
Región Hidrológica Prioritaria	Cajón de Peñas-Chamela		E	Proximidad	260	260+550	265+800
Región Marina Prioritaria	Corredor Puerro Madero		SO	Proximidad	150	310+400	315+600
Región Terrestre Prioritaria			O	Proximidad	390	357+200	363+00
Área de importancia para la conservación de las aves			NO	Proximidad	130	410+500	417+800
Sitio Ramsar			S	Cruzamiento	NA	470+300	481+700

Tabla 23. Proximidades con infraestructura franja de 800 m a ambos lados del DDV.

Tipo de infraestructura	Nombre/descripción	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia promedio al ducto (m)	Km inicial de la proximidad (cadenamiento)	Km final de la proximidad (cadenamiento)
Carretera	Autopista México-Querétaro	E	480	15+800	56+200
Vía férrea	F.C.C. Cd. México-Querétaro	SE	430	20+300	63+800
Ducto	Gasoducto de 30" Tuxpan-Tula	E	200	45+300	86+300
Instalación Industrial de Riesgo	Terminal de Almacenamiento de Gas LP	O	300	58+200	58+800
Línea de alta tensión	-----	E	250	60+250	52+400

Tabla 24. Uso de suelo (sobre el DDV).

Km de inicio (cadenamiento)	Km de fin (cadenamiento)	Tipo de uso de suelo	Descripción
0+000	0+100	Industrial	Industria mediana y de riesgo medio
0+100	0+250	Comercial	Comercial y de servicios regional
0+250	0+400	Habitacional	
0+400	50+300	Agrícola	
50+300	50+750	Pecuario	

5.3.3. TRANSPORTE POR MEDIOS DISTINTOS A DUCTOS

Tratándose de transporte por medios distintos a ductos señalar la misma información que se presenta en las tablas 21 a la 24 correspondiente a una franja de 800 metros a ambos lados de la línea regular de las rutas establecidas y las alternativas.

5.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

Los Regulados llevarán a cabo la identificación de peligros, evaluación y análisis de Riesgos del Proyecto de manera exhaustiva, considerando como mínimo lo que se indica en los apartados siguientes.

5.4.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO

El personal que realice la identificación de peligros y jerarquización de Escenarios de Riesgo contará con conocimiento y experiencia suficiente en las metodologías empleadas y en el Sector Hidrocarburos, especialmente en el área operativa.

5.4.1.1. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS

La elección de la metodología por parte de los Regulados será aquella que permita identificar de manera preliminar los Riesgos propios y característicos de acuerdo con el tipo de Proyecto y acorde a la etapa del ciclo de vida del mismo (Diseño, Construcción, Operación, Cierre, Desmantelamiento y Abandono), considerando en todo momento que dicha metodología servirá de retroalimentación para la fase posterior del Análisis de Riesgos.

De este modo, mediante la utilización de una metodología acorde con las características del Proyecto y justificada, los Regulados identificarán de manera preliminar los peligros y Amenazas del Proyecto, reconociendo las Sustancias Peligrosas, condiciones y posibles peligros que conlleven la utilización de una determinada tecnología.

Los Regulados presentarán la información generada como resultado de la aplicación de la metodología seleccionada para el Análisis Preliminar de Peligros tal como las hojas de trabajo de la metodología y los criterios aplicados, entre otros acordes a la metodología empleada.

5.4.1.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES EN PROYECTOS SIMILARES

Los Regulados podrán referenciarse de la información de Accidentes e Incidentes ocurridos (nacionales e internacionales), en la operación de Proyectos similares y, en su caso, aquellos ocurridos en sus Instalaciones, proporcionando la siguiente información: Año, Ciudad y/o País, evento, las causas, las sustancias involucradas, los daños materiales, pérdidas humanas, radios de afectación, las acciones realizadas para su atención y la fuente consultada, como ejemplo se muestra la tabla 25.

Tabla 25. Antecedentes de Accidentes e Incidentes.

No.	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento	Causa(s) del Accidente o Incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada



5.4.1.3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y DE ESCENARIOS DE RIESGO

Los resultados del Análisis Preliminar de Peligros serán el insumo inicial para la fase de identificación de Peligros y de Escenarios de Riesgo, por cualquiera de las metodologías seleccionadas por los Regulados.

Es recomendable que la identificación de peligros y de Escenarios de Riesgo se desarrolle de manera exhaustiva, sistemática, metodológica y consistente para cada una de las áreas que conforman el Proyecto, mediante el empleo de una o varias metodologías, la(s) cual(es) se aplicarán como se establece en las normas o estándares internacionales y/o bibliografía especializada, acorde a la Etapa de desarrollo del Proyecto (Diseño, Construcción, Operación, Cierre, Desmantelamiento y Abandono) y tipo de Proyecto (sistema de transporte por ducto, refinación, almacenamiento, exploración, etc.). Algunos ejemplos de metodologías se indican en la tabla 26.

Tabla 26. Metodologías cualitativas y semicuantitativas de Análisis de Riesgos.

Tipo	Nombre
Metodologías de Análisis de Riesgo cualitativas	¿Qué pasa sí?
	Lista de verificación / ¿Qué pasa sí?
	Análisis de Peligros y Operatividad (Hazop)
	Método Muhlbauer
	Análisis de Modos de falla y efecto (FMEA)
	Análisis de Modos de falla y efecto y Criticidad (FMEAC)
Metodologías de Análisis de Riesgo semicuantitativas	Análisis de Confiabilidad Humana (ACH)
	Análisis de Capas de Protección (LOPA)
	Análisis Bow – Tie
	Indice Dow
	Indice Mond

Las metodologías de identificación de peligros y de Escenarios de Riesgo seleccionadas serán aquellas que permitan identificar, evaluar y analizar de manera exhaustiva los Riesgos propios y característicos de acuerdo con el tipo de Proyecto, y acorde al ciclo de vida del mismo. Cada Proyecto tendrá sus particularidades, y dependiendo de la complejidad del proceso o tecnología implementada o a implementar, se considerará la utilización de un mayor número de herramientas para la identificación de Peligros y de Escenarios de Riesgo.

Independientemente de la metodología seleccionada, los Regulados indicarán las premisas y criterios considerados para su uso, aplicación y desarrollo, estableciendo los argumentos técnicos considerados para determinar dichas premisas y criterios, acordes con las características del Proyecto que lo conforman.

El desarrollo de la metodología seleccionada debe ser exhaustiva, considerando todas las líneas, equipos principales, válvulas, conexiones y servicios auxiliares donde se manejen Sustancias Peligrosas (Tóxicas, Inflamables, Corrosivas, Reactivas y Explosivas). También en esta etapa, los Regulados identificarán todos los peligros inherentes y los posibles peligros que se pueden generar en situaciones específicas derivados de las propiedades fisicoquímicas o características de las Sustancias Peligrosas manejadas, transportadas y/o almacenadas, así como por sus respectivas condiciones de proceso, evaluando las Amenazas y/o formas en las que dichos peligros puedan salirse de control, por lo que se identificarán los Escenarios de Riesgos y en su caso situaciones potenciales que pudieran generar otros Riesgos.

Aunado a lo anterior, en la aplicación de las metodologías seleccionadas no sólo se considerarán todos los aspectos de Riesgo del proceso en cada una de las áreas que conforman el Proyecto (incluyendo el Peor Caso), sino también los indicados a continuación:

- Aspectos operacionales (actividades rutinarias y no rutinarias);
- Errores humanos y/o fallas de sistemas;
- Desviaciones a las condiciones normales/máximas/mínimas de operación y de diseño;



- d. Actividades de arranque, paro normal, paro de emergencia;
- e. Falla o interrupción de servicios indispensables para la operación segura de la planta (energía eléctrica, aire de planta, aire de instrumentos, otros);
- f. Tipos de materiales de construcción;
- g. Fenómenos de corrosión (externa, interna) y agrietamientos por esfuerzo y corrosión;
- h. Fenómenos de tipo geológico (terremotos, maremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos de tierra, fallas geológicas, derrumbes, entre otros);
- i. Fenómenos de tipo hidrometeorológico (frentes fríos, ciclones tropicales, tormentas tropicales, depresiones tropicales, ondas tropicales, inundaciones pluviales, inundaciones fluviales, marea de tormenta, tormenta de nieve, tormenta de granizo, tormenta eléctrica, sequías, erosión pluvial, mangas de agua, ondas cálidas y heladas, entre otros);
- j. Fenómenos sanitarios (vectores de transmisión de patógenos y parásitos a personal y población; presencia de plagas nocivas en la Instalación, afectación a aire, agua, suelo y alimentos contaminados; entre otros);
- k. Fenómenos socio-organizativos y sus principales manifestaciones (concentración masiva de población, demostraciones de inconformidad social, terrorismo, sabotaje, vandalismo, actos en contra de la seguridad del transporte aéreo, marítimo o terrestre, interrupción o afectación de servicios básicos o de infraestructura estratégica, entre otros);
- l. Siniestros externos de incidencia directa o indirecta a la Instalación (choque de vehículo con Instalación, choque entre vehículos, choque entre Instalaciones móviles, hundimiento de Instalación, choque de Carro-tanque, incendios aledaños, entre otros);
- m. Escenarios específicos que se indican para algunos tipos de Proyectos en las Normas Oficiales Mexicanas y Disposiciones Administrativas de Carácter General aplicables;
- n. Causas que dieron lugar a los Accidentes e Incidentes presentados en el histórico, y
- o. Trabajos en paralelo (Cuando dos o más actividades se desarrollan al mismo tiempo en las mismas inmediaciones; por ejemplo, la construcción de una Terminal de Almacenamiento y actividades de trasvase de Petrolíferos).

Los Regulados presentarán la información que utilicen y generen en el desarrollo y resultados (tal como las hojas de trabajo de la aplicación de la metodología, lista del personal participante y su especialidad, los planos con la delimitación de nodos o subsistemas de análisis, los criterios aplicados, Salvaguardas de tipo preventivo, de control y de mitigación, y recomendaciones para cada Escenario de Riesgo, entre otros) de las metodologías seleccionadas, misma que debe ser consistente y acorde a los requerimientos específicos de cada metodología.

Las Salvaguardas consistirán en sistemas de seguridad y medidas preventivas tales como las que se señalan en las secciones 5.8.1 y 5.8.2 de la presente Guía, entre otros.

5.4.1.4 JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO

Para la jerarquización de Riesgos, los Regulados considerarán, entre otros, la información presentada para los Accidentes e Incidentes que fueron manifestados en el apartado 5.4.1.2. de la presente Guía, bases de datos propios (preferentemente) o de bibliografía especializada, para definir los valores que se asignarán a la frecuencia (probabilidad) y consecuencia (severidad) de los Escenarios de Riesgo identificados, justificando la información presentada y/o indicando las fuentes o referencias bibliográficas; como ejemplo de tablas de clasificación de frecuencias y consecuencias se muestran la tablas 27 y 28.



Tabla 27. Tabla de clasificación de frecuencias para Escenarios de Riesgo.

Clasificación de frecuencia	Categoría	Descripción	Frecuencia/año
Fn*			
F5			
F4			
F3			
F2			
F1			

La clasificación, categoría, descripción y frecuencia/año deben ser establecidas por los Regulados, considerando que sean consistentes con los criterios de tolerabilidad de Riesgo.

* Representa los niveles de frecuencia de conformidad con las matrices de Riesgo, es decir, si la matriz es 6x6 deben existir 6 clasificaciones de Frecuencia.

Para la **ponderación de las frecuencias**, los Regulados considerarán, entre otros, los controles y medidas de reducción de Riesgos (Salvaguardas, protecciones o barreras tales como instrumentación de control del proceso, Sistema Instrumentado de Seguridad, sistema de detección de gas y fuego, sistema pasivo contra incendios, válvulas de seguridad, procedimientos, etc.) con las que cuenta o se encuentran consideradas en el diseño del Proyecto, que ayuden a prevenir las causas de los Escenarios de Riesgo identificados.

Tabla 28. Tabla de clasificación de consecuencias para Escenarios de Riesgo.

Clasificación de consecuencia	Receptores de Riesgo					
	Personas	Población	Medio ambiente	Instalación	Producción	Otro
Cn**						
C5						
C4						
C3						
C2						
C1						

La clasificación y descripción deben ser establecidas por los Regulados, considerando que sean consistentes con los criterios de tolerabilidad de Riesgo.

** Representa los niveles de consecuencia de conformidad con las matrices de Riesgo, es decir, si la matriz es 6x6 deben existir 6 clasificaciones de Consecuencia.

Ahora bien, para la **ponderación de las consecuencias**, los Regulados no considerarán las medidas activas de control y mitigación del evento (Salvaguardas, protecciones o barreras tales como instrumentación de control del proceso, Sistema Instrumentado de Seguridad, sistema de detección de gas y fuego, sistema activo contra incendios, válvulas de seguridad, procedimientos, etc.), con las que cuenta o se encuentran consideradas en el diseño del Proyecto, que ayuden a mitigar las consecuencias de los Escenarios de Riesgo identificados, a fin de estimar los máximos daños posibles.

Los Regulados incluirán las matrices o gráficas de Riesgo, entre otros, para cada uno de los receptores de Riesgo (personal, población, medio ambiente, producción, Instalación, otro), indicando en las distintas regiones de Riesgo la clave de los Escenarios de Riesgo evaluados. Como ejemplo se muestran las figuras 2 a la 6.





Figura 2. Ejemplo de matriz de Riesgo de daños al personal

		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencias	6	1.2					
	5		3.1		5.4	5.2	
	4				3.3		5.1
	3	1.4					
	2	2.4				4.2	
	1		2.2				

Figura 3. Ejemplo de matriz de Riesgo de daños a la población

		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencias	6	1.2				5.2	
	5	1.4	3.1		5.4		5.1
	4	2.4	2.2			4.2	
	3						
	2					3.3	
	1						

Figura 4. Ejemplo de matriz de Riesgo de daños al medio ambiente

		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencias	6	1.2				5.1	
	5					3.3	
	4						5.2
	3	1.4	3.1		5.4		
	2	2.4	2.2			4.2	
	1						



Figura 5. Ejemplo de matriz de Riesgo de daños a la Instalación/producción

		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencias	6					5.1	
	5	1.4	3.1		5.4		5.2
	4	2.4	2.2			4.2	
	3						3.3
	2	1.2					
	1						

Figura 6. Definiciones de las diferentes regiones de Riesgo

Región de Riesgo	Descripción
No tolerable "A"	
ALARP "B"	
Tolerable "C"	

Una vez realizada la jerarquización de Riesgos, los Regulados enlistarán todos los Escenarios de Riesgo identificados para cada una de las Sustancias Peligrosas (Tóxicas, Inflamables y/o Explosivas) a manejar, ordenados de mayor a menor nivel de Riesgo, como ejemplo se indica la tabla 29.

Tabla 29. Escenarios de Riesgo identificados.

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia)	Región de Riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la Instalación o ducto	Km o Instalación superficial	Sustancia involucrada

Para los Escenarios que se ubiquen dentro de la región de Riesgo no tolerable, los Regulados desarrollarán los apartados 5.4.2.1. y 5.4.2.2.

En caso de que se demuestre metodológica y sistemáticamente que todos los Escenarios de Riesgos se localizan únicamente dentro de los niveles de tolerabilidad o aceptabilidad, procederá al desarrollo del apartado 5.4.2.2. de la presente Guía.



5.4.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO

5.4.2.1 ANÁLISIS DE FRECUENCIAS

Los Regulados realizarán un análisis detallado de frecuencias para aquellos Escenarios de Riesgo que se hayan identificado y ubicado en las regiones de Riesgo no tolerable, y aquellos ubicados en la región ALARP que sean de interés particular para la evaluación de frecuencias.

Al respecto, podrá utilizar Análisis de árbol de Fallas o Análisis de árbol de Eventos, u otra metodología que se considere pertinente y aplicable, de conformidad con las características del Proyecto, en cualquier caso, sustentarán los criterios técnicos utilizados para la aplicación de la metodología utilizada. Asimismo, indicará las referencias bibliográficas o bases de datos utilizadas para la obtención de las frecuencias.

Los Regulados presentarán la información generada como resultado de la aplicación de la metodología seleccionada para el Análisis de Frecuencias tal como las hojas de trabajo de la metodología y los criterios aplicados, entre otros acordes a la metodología empleada.

5.4.2.2 ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

Los Regulados realizarán un análisis detallado de consecuencias de toxicidad, radiación y sobrepresión para:

- a) El Peor Caso para cada Sustancia Peligrosa manejada (para recipientes, considerar el que involucre a la mayor cantidad de sustancia en un solo recipiente, por ejemplo, el tanque de almacenamiento con mayor cantidad almacenada, y para tuberías considerar el que involucre a la mayor cantidad de sustancia en una tubería, por ejemplo, la tubería con mayor diámetro y mayor longitud entre válvulas de seccionamiento), independientemente de la región de Riesgo donde se ubiquen;
- b) El Caso Más Probable para cada Sustancia Peligrosa manejada, independientemente de la región de Riesgo donde se ubiquen, considerando una fuga del 20% del diámetro equivalente de la tubería, y
- c) Los Casos Alternos: Escenarios que se ubiquen dentro de la región de Riesgo No tolerable y además aquellos ubicados en la región ALARP que sean de interés particular para la evaluación de consecuencias identificados en el desarrollo del apartado 5.4.1.4. de la presente Guía. En caso de que se haya demostrado metodológica y sistemáticamente en dicho apartado, que todos los Escenarios de Riesgo se localizan únicamente dentro de los niveles de tolerabilidad o aceptabilidad, se simularán aquellos Escenarios de Riesgo que sean de interés particular. Los Regulados realizarán las simulaciones para un orificio de fuga del 20% y del 100% del diámetro equivalente de la tubería, y ruptura total en caso de recipientes.

La determinación de los radios potenciales de afectación se realizará mediante software especializados y reconocidos para Simulación de consecuencias (radiación térmica, dispersión tóxica, sobrepresión y derrame sobre superficies marinas) de preferencia con licencia, tomando en consideración el tiempo de liberación y cantidad liberada de la sustancia que considere los controles y medidas de reducción de Riesgos.

Para el caso de pozos, los Regulados podrán utilizar la Simulación por radiación térmica y sobrepresión, como uno de los criterios para definir la ubicación del pozo de alivio, en caso de presentarse un escenario de descontrol de pozo. Adicionalmente para pozos marinos es necesario que realicen la Simulación del derrame de hidrocarburo (a diámetro abierto del preventor), en época de secas, lluvias y frentes fríos (nortes), mediante un programa (*software*) especializado.



Para cada una de las Simulaciones desarrolladas, considerarán e indicarán los datos alimentados al programa de Simulación matemática (simulador de consecuencias), entre ellos:

- a. Condiciones climáticas: temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, presión atmosférica;
- b. Estabilidad atmosférica;
- c. Dimensiones del equipo o tubería: diámetro, longitud, altura, capacidad;
- d. Condiciones de operación: presión, temperatura, flujo, nivel;
- e. Sustancia y sus propiedades a las condiciones de operación: composición molar o fracción masa, presión de vapor, densidad, estado físico, temperatura de ebullición;
- f. Diámetros de fuga o ruptura considerados;
- g. Tasa de descarga (en caso de que dicho dato sea alimentado manualmente, este dato está en función del tipo de escenario fuga/catastrófico, diámetro de fuga, condiciones de operación, condiciones atmosféricas, propiedades físicas y químicas de la sustancia a las condiciones de operación, el flujo de balance de materia, la cantidad de sustancia en los equipos y/o líneas involucrados);
- h. Tiempos de duración de la fuga (este dato está en función del tipo de escenario fuga/catastrófico, la tasa de descarga, el tiempo de respuesta para aislar la fuga y el tiempo de fuga del inventario remanente no aislado de la sustancia en los equipos y/o líneas involucrados);
- i. Inventario liberado (este dato está en función al tipo de escenario fuga/catastrófico, la tasa de fuga, el tiempo de fuga, inventario de la sustancia en los equipos y/o líneas involucradas);
- j. Dirección de la fuga, y altura de la fuga, entre otros.

Es necesario que los Regulados presenten la memoria detallada de cálculo para determinar el inventario y la tasa de descarga, así como los criterios técnicos considerados para determinar cada uno de los datos alimentados al simulador, particularmente los tiempos de duración de la descarga y los diámetros del orificio de fuga, debiendo ser congruente con la información solicitada en los apartados 5.1., 5.2. y 5.3. de la presente Guía. El tiempo de descarga considerado debe ser consistente con los tiempos de respuesta para el aislamiento de los equipos donde se presenta la fuga mediante el cierre de válvulas a través de los sistemas remotos o de campo manuales o automáticos, el inventario remanente presente al momento de la fuga en el equipo donde ocurre (incluyendo la tubería y equipos interconectados que no pueden ser aislados), la tasa de fuga en función del diámetro del orificio de fuga y las condiciones de presión y temperatura del ambiente y de la Sustancia fugada, considerando la ubicación de las brigadas de atención respecto al punto de ocurrencia del evento y los tiempos para la colocación de los equipos de protección. Para Sustancias Tóxicas e Inflamables, considerarán por separado la determinación de nube tóxica y radiación térmica, es decir, la pérdida de contención con y sin ignición.

Los datos empleados para la determinación de los radios de afectación de cada uno de los escenarios seleccionados serán presentados conforme al formato indicado en el anexo 2.

Los Regulados integrarán para cada una de las Simulaciones, las propiedades de las Sustancias Peligrosas. Por ejemplo, en caso de que ocurra la fuga de una Sustancia gaseosa que al mismo tiempo sea Tóxica, Inflamable y Explosiva, efectuarán una Simulación en la que una nube de esta sustancia encuentra un punto de ignición, explota y genera efectos por dispersión tóxica, radiación térmica y sobrepresión.

Tratándose de mezclas, se establecerá la composición de estas definiendo sus propiedades, las cuales se emplearán para llevar a cabo las Simulaciones correspondientes de radiación, sobrepresión y toxicidad.

Para las Simulaciones por ondas de sobrepresión, resulta necesario que los Regulados consideren en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y de Amortiguamiento para el Análisis de Consecuencias, el 10% de la energía total liberada (modelo del equivalente en TNT- trinitrotolueno).

Asimismo, los Regulados utilizarán la velocidad de viento de 1.5 m/s y estabilidad categoría A-B (para el día) y F (para la noche), conforme a la clasificación de Pasquill (Tabla 30). Cuando sea posible demostrar, mediante datos

meteorológicos de los 10 últimos años, que la velocidad promedio del viento en el sitio es mayor que 1.5 m/s y que la estabilidad atmosférica es diferente a las categorías A-B y F, los Regulados podrán emplear dicho dato en las Simulaciones. Para todas las Simulaciones se sugiere considerar las condiciones meteorológicas más críticas del sitio, con base en la información de los últimos 10 años.

El personal a cargo de las simulaciones contará con conocimiento y experiencia en Simulación y Análisis de Consecuencias, así como en el manejo del software utilizado.

Tabla 30. Estabilidad atmosférica de Pasquill.

Velocidad del viento U_{10} (m/s)	Radiación solar			Horas de noche	
	Fuerte	Moderado	Débil	Fracción cubierta de nubes	
				$\geq 1/2$	$\leq 1/2$
<2	A	A – B	B	E	F
2 – 3	A – B	B	C	E	F
3 – 5	B	B – C	C	D	E
5 – 6	C	C – D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Para definir y justificar las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo a determinar, se utilizarán los parámetros que se indican en la tabla 31.

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

	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Toxicidad (Concentración)	-	IDLH (ppm)	TLV (8 h, TWA) O TLV (15 min, STEL) (ppm)
Inflamabilidad (Radiación térmica)	Rango de 12.5 kW/m ² a 37.5 kW/m ²	5.0 kW/m ²	1.4 kW/m ²
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 lb/in ² a 10 lb/in ²	1.0 lb/in ² (0.070 kg/cm ²)	0.5 lb/in ² (0.035 kg/cm ²)

Derivado de las Simulaciones, los Regulados indicarán los resultados obtenidos para los radios de afectación determinados para dispersión tóxica, radiación térmica y sobrepresión, como se indica en el ejemplo señalado en el formato del Anexo 2.

Los Regulados presentarán las hojas de trabajo del simulador en el que se aprecien tanto los datos de entrada como los resultados de radios de afectación.

Para las actividades de perforación de pozos exploratorios y de desarrollo en zona marina (aguas someras, profundas y ultraprofundas) la determinación de la Simulación de derrame se realizará a través de programas (*software*) que permitan hacer evaluaciones de liberación de hidrocarburo a través de modelos estocásticos en temporadas de secas, lluvias, y nortes (superficiales) y determinísticos (subsuperficiales), considerando el tiempo mínimo, máximo y medio para atender el descontrol del pozo. Se indicarán los datos de cada Escenario de Riesgo simulado, así como los resultados obtenidos utilizando lo establecido en el Anexo 3. Los Regulados presentarán las hojas de trabajo del simulador en el que se aprecien tanto los datos de entrada como los resultados del mismo.



5.5. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Los Regulados representarán las Zonas de Alto Riesgo y de Amortiguamiento obtenidas en el apartado 5.4.2.2. (toxicidad, radiación térmica, sobrepresión) en fotomapas o planos a escala de 1:50000 hasta 1:500, donde se señalen los puntos de interés en el entorno incluyendo sus nombres (zonas vulnerables de población, componentes ambientales, infraestructura vial e industrial), así como otras áreas y equipos de la Instalación que se encuentren dentro de los radios potenciales de afectación. Esta información será congruente con la descripción del entorno que se señala en el punto 5.3. de la presente Guía.

La representación de las Zonas de Alto Riesgo y de Amortiguamiento considerará como mínimo, la información que se muestra en los ejemplos presentados en el Anexo 4; los planos se presentarán como mínimo en tamaño doble carta, y se incluirán los nombres y firmas de los responsables de la elaboración, revisión y autorización de los planos.

5.6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO

5.6.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Los Regulados describirán a detalle, para las Zonas de Alto Riesgo y de Amortiguamiento de toxicidad, sobrepresión y radiación, las posibles afectaciones a los receptores de Riesgo siguientes:

- Población: Descripción de posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) a población aledaña al Proyecto (zonas vulnerables de población);
- Medio ambiente: Componentes ambientales como agua, aire, suelo, flora, fauna, principalmente a aquellas especies en peligro de extinción catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*, o aquella que la modifique o sustituya, entre otros, tomando en cuenta las afectaciones sobre la integridad funcional de los ecosistemas (biodiversidad, fragilidad, hábitats, etc.) para el caso del Estudio de Riesgo que acompaña la Manifestación de Impacto Ambiental;
- Personal: Descripción de posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) al personal que labora en el Proyecto, e
- Instalaciones/producción: Daños o afectaciones a equipos e Instalaciones que conforman el Proyecto o a infraestructura vial o industrial externa al Proyecto.

Como ejemplo se muestra la tabla 32, la cual los Regulados presentarán para cada uno de los escenarios simulados en el Análisis de Consecuencias (Peor Caso, Caso Más Probable y Casos Alternos):

Tabla 32. Descripción de los posibles receptores de Riesgo.

Clave del Escenario	Receptor de Riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
EI	Población	Radiación	Alto Riesgo			
			Amortiguamiento			
		Sobrepresión	Alto Riesgo			
			Amortiguamiento			
		Toxicidad	Alto Riesgo			
			Amortiguamiento			
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo			
			Amortiguamiento			
		Sobrepresión	Alto Riesgo			
			Amortiguamiento			
		Toxicidad	Alto Riesgo			
			Amortiguamiento			
Personal	Radiación	Alto Riesgo				
		Amortiguamiento				
	Sobrepresión	Alto Riesgo				
		Amortiguamiento				
	Toxicidad	Alto Riesgo				
		Amortiguamiento				



	Instalaciones/ producción	Radiación	Alto Riesgo (daño a equipos)		
			Alto Riesgo		
			Amortiguamiento		
		Sobrepresión	Alto Riesgo (daño a equipos)		
			Alto Riesgo		
			Amortiguamiento		

Para el caso de derrames en las Zonas Marinas Mexicanas, los Regulados integrarán un resumen de las zonas identificadas, el tipo de costa, su longitud y la probabilidad de contacto, en los periodos de secas y lluvias, como ejemplo se indican las tablas 33, 34 y 35.

Tabla 33. Área de contacto en costas, periodo de secas.

Zona	Clasificación	Longitud (km)	Probabilidad
<i>Por ejemplo: México (Zona 1)</i>	<i>Playas arenosas de grano fino a medio</i>	<i>151</i>	<i>1% a 9%</i>
<i>México (Zona 2)</i>	<i>Costas Planas y expuestas a mareas</i>	<i>21</i>	<i>5% a 8%</i>
<i>EE.UU (Zona 3)</i>	<i>Playas mixtas arena y grava</i>	<i>84.24</i>	<i>10% a 30%</i>

Tabla 34. Área de contacto en costas, periodo de lluvias.

Zona	Clasificación	Longitud (km)	Probabilidad
<i>Por ejemplo: México (Zona 1)</i>	<i>Playas arenosas de grano fino a medio</i>	<i>21.94</i>	<i>10%</i>
<i>México (Zona 2)</i>	<i>Costas Planas y expuestas a mareas</i>	<i>21.22</i>	<i>8%</i>
<i>EE.UU (Zona 3)</i>	<i>Playas mixtas arena y grava</i>	<i>2.94</i>	<i>4%</i>

Tabla 35. Área de contacto en costas, periodo de nortes.

Zona	Clasificación	Longitud (km)	Probabilidad
<i>Por ejemplo: México (Zona 1)</i>	<i>Playas arenosas de grano fino a medio</i>	<i>21.94</i>	<i>10%</i>
<i>México (Zona 2)</i>	<i>Costas Planas y expuestas a mareas</i>	<i>21.22</i>	<i>8%</i>
<i>EE.UU (Zona 3)</i>	<i>Playas mixtas arena y grava</i>	<i>2.94</i>	<i>4%</i>

Además, los Regulados incluirán los mapas de Vulnerabilidad, con la modelación de la trayectoria del derrame, para periodo de secas, lluvias y nortes.

5.6.2. INTERACCIONES DE RIESGO

Los Regulados identificarán aquellos Escenarios que por su ubicación pudieran potencializar el Riesgo a través de un Efecto Dominó u otros mecanismos, debido a que dentro de las Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos (radiación térmica: Rango de 12.5 kW/m² a 37.5 kW/m² y sobrepresión: Rango de 3 lb/in² a 10 lb/in²) y Zonas de Alto Riesgo (radiación térmica: 5.0 kW/m² y sobrepresión: 1.0 lb/in²), se ubiquen equipos de los Regulados, ductos u otras Instalaciones industriales manejando hidrocarburos u otras Sustancias Peligrosas, dentro o fuera de los límites de propiedad o jurisdicción del Proyecto.



Para dichos Escenarios, los Regulados señalarán los equipos o Instalaciones industriales potencialmente afectadas que se encuentren en los radios de afectación de Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos y Zonas de Alto Riesgo.

Asimismo, señalarán para cada escenario las Salvaguardas (equipos, dispositivos, Sistemas de Seguridad y medidas preventivas) con que cuenta el Proyecto o que se encuentran consideradas en el diseño del Proyecto para Proyectos Nuevos y las adicionales requeridas para la reducción de la probabilidad de ocurrencia de los Escenarios de Riesgo con base en las interacciones indicadas, justificando la compatibilidad del Proyecto con la infraestructura existente o considerada en el diseño, a efecto de evitar el deterioro del medio ambiente, además de aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de Accidente.

Se realizará una Simulación de estimación de radios por cada escenario de Efecto Dominó potencial identificado desarrollándola como se indica en el apartado 5.4.2.2., con la finalidad de analizar y evaluar las interacciones que se deriven del mismo.

Lo anterior, se integrará mediante una tabla, en la que se indiquen todos los datos anteriores a detalle para cada uno de los escenarios simulados, como ejemplo se indica la tabla 36:

Tabla 36.- Interacciones de Riesgos y descripción de los posibles receptores de Riesgo.

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo / sitio de la planta / km del ducto o ruta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
E1			Alto Riesgo en equipos	Radiación					
				Sobrepresión					
			Alto Riesgo	Radiación					
				Sobrepresión					
E2			Alto Riesgo en equipos	Radiación					
				Sobrepresión					
			Alto Riesgo	Radiación					
				Sobrepresión					



5.7. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO

Los Regulados repositornarán todos los Escenarios de Riesgo identificados en la sección 5.4.1.3. y jerarquizados en la sección 5.4.1.4. tomando en cuenta los criterios definidos en el apartado 5.4.1.4. y lo indicado a continuación, para confirmar los valores de frecuencia (probabilidad) y consecuencias (severidad):

- a. Para los Escenarios de Riesgo analizados en el apartado 5.4.2.1., se tomará en cuenta la información generada en dicha sección, de tal manera que se analicen los resultados para confirmar o rectificar los valores de frecuencia;
- b. Para los Escenarios de Riesgo analizados en el apartado 5.4.2.2., se tomará en cuenta la información generada en la sección 5.6., de tal manera que se analicen los resultados para confirmar o rectificar los valores de consecuencias, y
- c. Para todos los Escenarios de Riesgo, también se tomará en cuenta para la ponderación de frecuencia y consecuencia todos los controles y medidas de reducción de Riesgos (Salvaguuardas, protecciones o barreras) de tipo preventivo, de control y de mitigación incluyendo los sistemas activos de contraincendios con que cuenta el Proyecto o que tiene consideradas en el diseño del Proyecto tratándose de Proyectos Nuevos.

También es necesario que se identifiquen los controles y medidas de reducción de Riesgos (Salvaguuardas, protecciones o barreras) de tipo preventivo, de control y de mitigación requeridos para llevar los Riesgos a un nivel tan bajo como sea razonablemente factible (ALARP).

Derivado de lo anterior, los Regulados estarán en condiciones de determinar el Riesgo Residual del Proyecto, es decir, aquel que considera la implementación de dichos controles y medidas de reducción de Riesgos para mitigar el Riesgo Inherente del Proyecto.

5.8. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO

5.8.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD

Los Regulados describirán de manera detallada (características principales, función, cantidad y ubicación, según sea el caso) los dispositivos, equipos y Sistemas de Seguridad con los que cuenta el Proyecto tales como: sistemas de control de proceso (control distribuido, instrumentación en campo, SCADA), Sistema Instrumentado de Seguridad (secuencias automáticas de paro parcial o total por emergencia y activación automática del sistema contra incendios, etc.), botones de paro por emergencia, sistema contraincendios, sistema de gas y fuego (detectores de mezclas explosivas, de Sustancias Tóxicas, de fuego, de humo, de calor y alarmas audibles y visibles), sistema contra descargas atmosféricas, sistema de tierras físicas, fuentes redundantes de servicio críticos (electricidad, aire de instrumentos, etc.), sistemas anticorrosión (protección mecánica y protección catódica), sistema de desfogue, válvulas de seguridad, válvulas de aislamiento, medios de contención de derrames, sistema de comunicaciones, mediante los cuales se reduzca la probabilidad de ocurrencia de los Escenarios de Riesgo identificados, así como para la prevención, control y atención de Eventos extraordinarios. Para los casos en los que se tengan Escenarios de fuga de Sustancias Tóxicas, se describirán las medidas consideradas para su detección, control y contención.

Además, los Regulados incluirán una relación de las claves de los planos que contienen la localización de los equipos, dispositivos y Sistemas de Seguridad del Proyecto, que se presentan dentro de la información del apartado 5.1. de la presente Guía.

5.8.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

En las medidas preventivas, los Regulados describirán brevemente aquellas que estén consideradas y/o existentes en el Proyecto, tales como: aplicación de Normas, códigos, estándares y buenas prácticas para el Diseño, Construcción, Operación, Cierre, Desmantelamiento o Abandono de la Instalación, sistemas de administración del Riesgo, cumplimiento con la normatividad de administración del Riesgo, procedimientos de operación, procedimientos y programas de mantenimiento, programa de capacitación, programa de simulacros, lineamientos y políticas relacionados con la seguridad, auditorías de seguridad, protocolo de respuesta a emergencia, entre otros. Además de aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de Accidente.

5.8.3. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

Los Regulados indicarán claramente las recomendaciones técnico-operativas (que incluyan equipos, dispositivos, Sistemas de Seguridad y medidas preventivas) identificadas como oportunidades de mejora para reducir el Nivel de Riesgo, derivadas de la aplicación de la(s) metodología(s) para el Análisis y Evaluación de Riesgos (identificación de peligros y de Escenarios de Riesgo, jerarquización de Escenarios de Riesgo, análisis de frecuencias y consecuencias), incluyendo las identificadas en el apartado 5.6. de Análisis de Vulnerabilidad e Interacciones de Riesgo, y en su caso, las del apartado 5.7. Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo y las derivadas de la última auditoría de seguridad practicada al Proyecto. Como ejemplo se indica la tabla 37.

Tabla 37. Recomendaciones de la identificación de Peligros y Escenarios de Riesgos.

No	Recomendación	Identificación del nodo, sistema, o km	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
				No	Descripción		
RI.	<i>Por ejemplo: Instalar el sistema de control de nivel para el tanque de almacenamiento</i>	1	<i>Elemento VIII. Control de actividades, arranques y cambios</i>	1.3	<i>Se presenta un alto nivel, que puede generar un derrame</i>		ALARP (B)

Aunado a lo anterior, los Regulados incluirán un programa para la implementación y seguimiento de las recomendaciones derivadas del Análisis de Riesgo y en su caso, de la última auditoría de seguridad, como ejemplo se indica la tabla 38.

Tabla 38. Programa para la implementación de las recomendaciones.

Escenario de Riesgo	Recomendaciones por implementar				Fecha o periodo para su implementación
	No.	Nivel de Riesgo	Recomendación	Responsable	



5.9. CONCLUSIONES

En este apartado, los Regulados mencionarán las conclusiones derivadas del ARSH, describiendo de manera breve el proceso metodológico utilizado, indicando el nivel de Riesgo del Proyecto, la viabilidad del mismo y las recomendaciones derivadas en cada una de las fases del ARSH.

Para que los Regulados estén en condiciones de determinar que el Proyecto cumple con el Criterio de Riesgo Tolerable del Regulado o Instalación, considerará los resultados del proceso metodológico del Análisis y Evaluación de Riesgos (identificación de peligros y de Escenarios de Riesgo, jerarquización de Escenarios de Riesgo, análisis de frecuencias y consecuencias), del Análisis de Vulnerabilidad e Interacción de Riesgos, del Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo y las recomendaciones en cada una de las fases del ARSH.

Las conclusiones se fundamentarán y motivarán con base en los resultados del ARSH, permitiendo a los Regulados el tomar decisiones basadas en Riesgo para el Proyecto, es decir, determinando que se cuenta con los Sistemas de Seguridad y medidas preventivas para la administración de los Escenarios de Riesgo, o en su caso, la implementación de acciones pertinentes para el mismo.

5.10. RESUMEN EJECUTIVO

- a. Los Regulados elaborarán un resumen de la situación general que presenta el Proyecto en materia de Riesgo, señalando las desviaciones encontradas y las posibles áreas de afectación, incluyendo las recomendaciones técnicas, así como las medidas para prevenir y disminuir las consecuencias ocasionadas por la ocurrencia de un Accidente, así como la frecuencia de ocurrencia. Lo anterior, será listado a manera de recomendaciones (medidas de control) para los Riesgos analizados y evaluados;
- b. Señalará las conclusiones del Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, indicando el nivel de Riesgo del Proyecto, y
- c. Anexarán el informe técnico, mediante el formato de la presente Guía (Anexo 5).

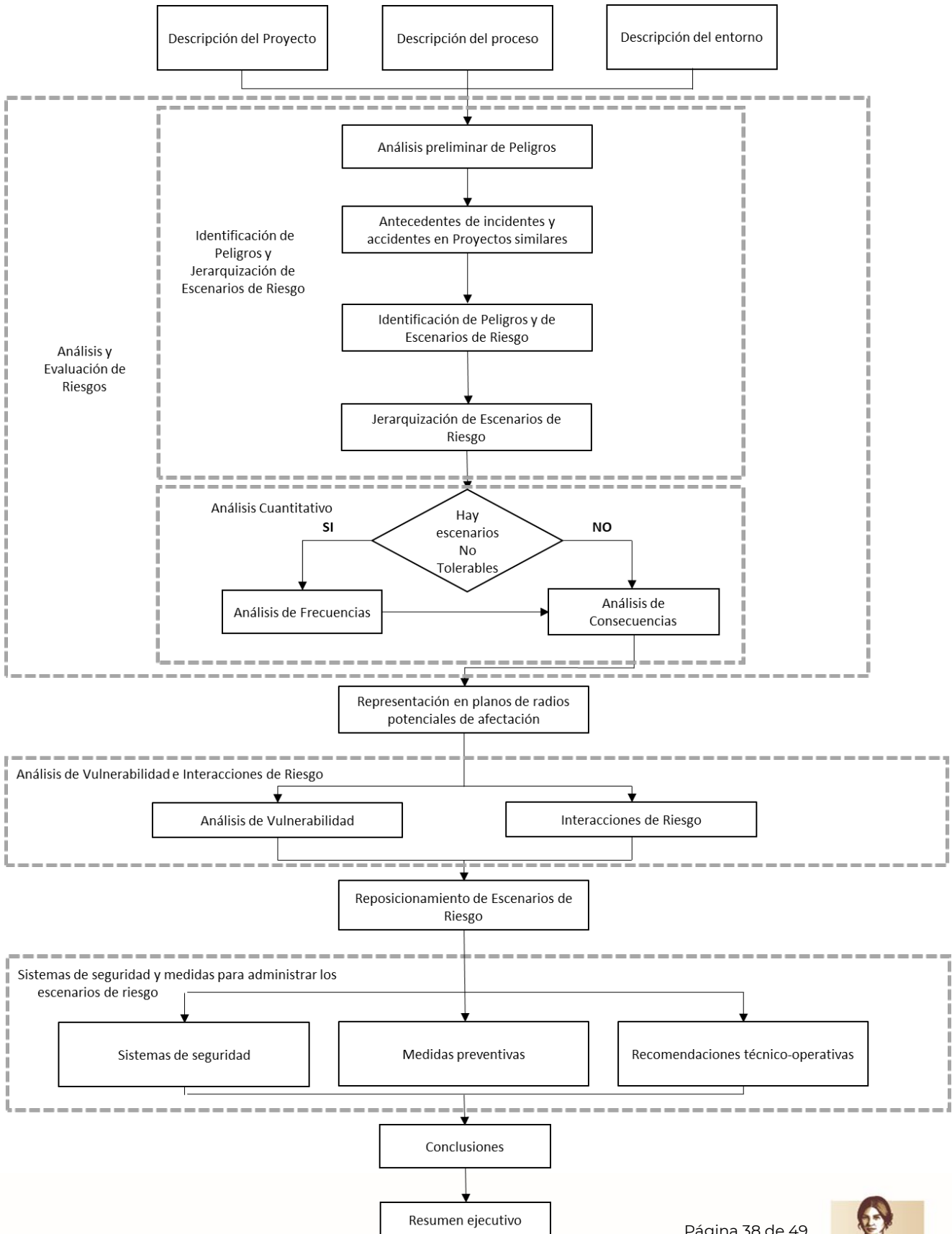
6. ANÁLISIS DE CAPAS DE PROTECCIÓN (LOPA)

En caso de que los Regulados desarrollen un Análisis de Capas de Protección (LOPA) para dar cumplimiento a la Regulación aplicable, utilizarán el anexo 6 de esta Guía para documentar dicho Análisis.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guidance on Risk Assessment for Offshore Installations, Health and Safety Executive, Offshore Information Sheet No. 3/2006
2. International Organization for Standardization. ISO 31000:2018, Risk Management - Principles and guides (Gestión de Riesgos - Principios y Guías), 2018.
3. International Organization for Standardization. ISO 17776:2016, Petroleum and natural gas industries -- Offshore production installations -- Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment, Edición 2, diciembre 2016.
4. International Electrotechnical Commission. IEC 61511-1:2016, Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector - Part 1: Framework, definitions, system, hardware and application programming requirements, Edición 2.0, febrero 2016.
5. International Electrotechnical Commission. IEC 61511-2:2016, Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector - Part 2: Guidelines for the application of IEC 61511-1:2016, Edición 2.0, julio 2016.
6. International Electrotechnical Commission. IEC 61511-3:2016, Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector - Part 3: Guidance for the determination of the required safety integrity levels, Edición 2.0, julio 2016.
7. International Electrotechnical Commission, IEC 61508-1:2010, Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems - Part 1: General requirements, Edición 2.0, abril 2010.
8. International Electrotechnical Commission. IEC 61508-2:2010, Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems - Part 2: Requirements for electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems, Edición 2.0, abril 2010.
9. International Electrotechnical Commission. IEC 61508-3:2010, Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems - Part 3: Software requirements, Edición 2.0, abril 2010.
10. International Electrotechnical Commission. IEC 61508-4:2010, Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems - Part 4: Definitions and abbreviations, Edición 2.0, abril 2010.
11. International Electrotechnical Commission. IEC 61508-5:2010, Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems - Part 5: Examples of methods for the determination of safety integrity levels, Edición 2.0, abril 2010.
12. International Electrotechnical Commission. IEC 61508-6:2010, Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems - Part 6: Guidelines on the application of IEC 61508-2 and IEC 61508-3, Edición 2.0, abril 2010.
13. International Electrotechnical Commission. IEC 61508-7:2010, Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems - Part 7: Overview of techniques and measures, Edición 2.0, abril 2010.
14. Health and Safety Executive. REVIEW OF HAZARD IDENTIFICATION TECHNIQUES, HSL/2005/58.
15. NORSOK, Standard Z-013, Risk and Emergency Preparedness Assessment, Edición 3, octubre 2010, Norway.
16. Kolluru, K., et. al. 1998. Manual de evaluación y administración de riesgo. Mc. Graw Hill. New York.
17. Rhyne, W. R. 1994. Hazardous Materials Transportation Risk Analysis. Van Nostrand Reinhold. New York.
18. Storch de Gracia, J. M. 1998. Manual de seguridad industrial en plantas químicas petroleras fundamento, evaluación del riesgo y diseño. Vols. I, II. Mc. Graw Hill. Madrid.
19. Casal, Joaquín, et. al. 2001. Análisis de riesgo en instalaciones industriales. Alfaomega. Barcelona.
20. Federal Emergency Management Agency, U.S. Department of Transport, U.S. Environmental Protection Agency. Handbook of Chemical Hazard Analysis Procedures. Washington, DC.
21. Muhlbauer, W. K. Pipeline Risk Management Manual. Gulf Publishing Company. Texas, tercera edición, 2004.
22. Guidelines for Chemical Transportation Safety, Security, and Risk Management, Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers and John Wiley & Sons, Inc., segunda edición, 2008.



I.DATOS GENERALES												
Elaboró:			Fecha:			Software de Simulación:						
Proyecto:												
II.DATOS DEL ESCENARIO												
Clave		Tipo de Caso			Región de Riesgo del Caso alterno							
Descripción		Peor Caso	Caso Más Probable		Caso Alterno		No Tolerable		ALARP		Tolerable	
Modelo(s) empleado(s) en la Simulación												
Dardo de fuego (Jet fire)		BLEVE/ Bola de fuego (Fire ball)		Charco de fuego (Pool fire)		Flamazo de nube de vapor (Flash fire)		Explosión de nube de vapor		Explosión física de recipiente a alta presión		
								Confinada (CVCE)		No confinada (UVCE)		
III.SUSTANCIA(S) INVOLUCRADA(S)												
Nombre de la sustancia												
Composición						Propiedades						
Nombre del componente	% mol.	% peso	% vol.	LFL %	UFL %	IDLH ppm	TLV (8 h, TWA) ppm	TLV (15min, STEL) ppm	Densidad (kg/L o kg/m ³)	Presión de vapor (kg/cm ² , psi, pascales, bares)		
IV.CONDICIONES DE CONFINAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LIBERACIÓN												
Tipo de recipiente												
Cilindro			Esfera			Tubería			Otro (especifique)			
Altura (m)	Diámetro (m)		Diámetro (m)		Longitud (m)	Diámetro (m o plg.)		Dimensiones				
Condiciones de operación						Estado Físico						
Presión (kg/cm ² , psia, Pa, bar)			Temperatura (°C o °F)			Flujo en caso de tubería (m ³ /h o L/h) cond. Estándar o Normal			Líquido		Vapor	Líquido /Vapor
									En el recipiente			
									En el punto de fuga			
Tipo de Fuga						Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:						
Orificio en cuerpo o tubería		Falla catastrófica (rotura total)	Liberación en Válvula de alivio	Cizalla de tubería	Otro (especifique)	Tierra seca		Tierra húmeda	Concreto		Otro (especifique)	
Características Orificio de fuga						Punto de fuga			Dique			
Diámetro (cm o plg)		Área cm ² o plg ²		Coef. de pérdida del orificio		Elevación del punto de liberación (m)			Altura hidráulica (m)		Área del dique (m ²)	
Dirección de la fuga								Tipo de liberación				
Vertical	Horizontal		Hacia abajo		Golpea contra	Inclinada	Grados		Continua		Masiva	
Tiempo estimado de liberación (desde que se presenta la fuga hasta que deja de emitir debido a una acción de control o bien al agotamiento del inventario) (s)						Inventario fugado (kg)			Tasa de liberación (kg/s)			
V.CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y TIPO DE SUELO												
Estabilidad atmosférica												
Temperatura atmosférica (°C)												
Presión atmosférica (mmHg)												
Porcentaje de humedad relativa												
Direcciones dominantes y velocidad del viento												
Tipo de suelo (rugosidad empleada)												



VI. RESUMEN DE RESULTADOS (RADIOS DE AFECTACIÓN)										
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión			
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Modelo	Alto Riesgo	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Modelo	Alto Riesgo	Alto Riesgo	Amortiguamiento
	IDLH	TLV _{15 min}		TLV _{8h}	(daño a equipos)				(daño a equipos)	
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm		kW/m ²				psi		
m				12.5 - 37.5	5.0	1.4		3 - 10	1.0	0.5
				m				m		
			Dardo de fuego (Jet fire)				Explosión temprana (Early explosion) de UVCE			
			Charco de fuego temprano (Early pool fire)				Explosión temprana (Early explosion) de CVCE			
			Charco de fuego tardío (Late pool fire)				Ignición tardía (Late Ignition) de UVCE			
			Flamazo (Flash fire) de nube de vapor				Ignición tardía (Late Ignition) de CVCE			
			BLEVE/ Bola de fuego (Fire ball)				BLEVE/ Bola de fuego (Fire ball)			
				Explosión física de recipiente a alta presión						

UVCE: Por sus siglas en inglés Explosión de Nube de vapor No confinada (Unconfined Vapor Cloud Explosion)

CVCE: Por sus siglas en inglés Explosión de Nube de vapor confinada (Confined Vapor Cloud Explosion)

Explosión física de recipiente a alta presión: Falla catastrófica de un recipiente, sometido a una presión interna superior a su resistencia.

BLEVE: Por sus siglas en inglés explosión de vapores que se expanden al hervir el líquido (Boiling liquid expanding vapour explosion)





Datos generales		Escenario	Temporada	Valor	Columna de agua	Superficie	Evaporado	Costa
					(Barriles)	(Barriles)	(Barriles)	(Barriles)
Latitud N		Superficial	Secas	Mínimo				
Longitud W				Máximo				
Tirante de Agua (m)				Promedio				
Tipo de Hidrocarburo			Lluvias	Mínimo				
Relación gas/aceite (Scf/STB)				Máximo				
° API				Promedio				
Presión a la salida (psia)			Nortes	Mínimo				
Densidad (gm/cm ³)				Máximo				
Viscosidad (cP)				Promedio				
Tensión Superficial (dina/cm)		Sub Superficial	Secas	Mínimo				
Diámetro Preventor (in)				Máximo				
Volumen Derramado (bpd)				Promedio				
Duración máxima (días)			Lluvias	Mínimo				
				Máximo				
				Promedio				
			Nortes	Mínimo				
				Máximo				
				Promedio				





Radios potenciales de afectación por radiación térmica


<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> ROSA DE VIENTOS </div> <div style="text-align: center;"> NORTE GEOGRÁFICO </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div> <p style="margin-top: 20px;">Escala: Escala gráfica:</p>	<div style="text-align: right; background-color: #4a86e8; color: white; padding: 5px; font-weight: bold;">CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Radios potenciales de afectación por radiación térmica</th> </tr> <tr> <th style="width: 50%;">Niveles de radiación térmica</th> <th style="width: 50%;">Distancia (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.4 kW/m² —</td> <td>Zona de Amortiguamiento</td> </tr> <tr> <td>5 kW/m² —</td> <td>Zona de alto Riesgo</td> </tr> <tr> <td>12.5-37.5 kW/m² —</td> <td>Zona de alto Riesgo a Equipos</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Proyecto:</td> </tr> <tr> <td>Nodo o sistema:</td> <td rowspan="2">Descripción del escenario:</td> </tr> <tr> <td>No. de escenario:</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Rev.</th> <th style="width: 20%;">Fecha</th> <th style="width: 30%;">Nombre</th> <th style="width: 20%;">Firma</th> <th style="width: 19%;">Clave o número de plano</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>Elaboró:</td> <td></td> <td rowspan="3"></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Revisó:</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Aprobó:</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Radios potenciales de afectación por radiación térmica		Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	1.4 kW/m ² —	Zona de Amortiguamiento	5 kW/m ² —	Zona de alto Riesgo	12.5-37.5 kW/m ² —	Zona de alto Riesgo a Equipos	Proyecto:		Nodo o sistema:	Descripción del escenario:	No. de escenario:	Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano			Elaboró:					Revisó:				Aprobó:	
Radios potenciales de afectación por radiación térmica																																		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)																																	
1.4 kW/m ² —	Zona de Amortiguamiento																																	
5 kW/m ² —	Zona de alto Riesgo																																	
12.5-37.5 kW/m ² —	Zona de alto Riesgo a Equipos																																	
Proyecto:																																		
Nodo o sistema:	Descripción del escenario:																																	
No. de escenario:																																		
Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano																														
		Elaboró:																																
		Revisó:																																
		Aprobó:																																

Radios potenciales de afectación por sobrepresión


<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> ROSA DE VIENTOS </div> <div style="text-align: center;"> NORTE GEOGRÁFICO </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div> <p style="margin-top: 20px;">Escala: Escala gráfica:</p>	<div style="text-align: right; background-color: #4a86e8; color: white; padding: 5px; font-weight: bold;">CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Radios potenciales de afectación por sobrepresión</th> </tr> <tr> <th style="width: 50%;">Niveles de sobrepresión</th> <th style="width: 50%;">Distancia (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.5 lb/plg² —</td> <td>Zona de Amortiguamiento</td> </tr> <tr> <td>1.0 lb/plg² —</td> <td>Zona de alto Riesgo</td> </tr> <tr> <td>3-10 lb/plg² —</td> <td>Zona de alto Riesgo a Equipos</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Proyecto:</td> </tr> <tr> <td>Nodo o sistema:</td> <td rowspan="2">Descripción del escenario:</td> </tr> <tr> <td>No. de escenario:</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Rev.</th> <th style="width: 20%;">Fecha</th> <th style="width: 30%;">Nombre</th> <th style="width: 20%;">Firma</th> <th style="width: 19%;">Clave o número de plano</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>Elaboró:</td> <td></td> <td rowspan="3"></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Revisó:</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Aprobó:</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Radios potenciales de afectación por sobrepresión		Niveles de sobrepresión	Distancia (m)	0.5 lb/plg ² —	Zona de Amortiguamiento	1.0 lb/plg ² —	Zona de alto Riesgo	3-10 lb/plg ² —	Zona de alto Riesgo a Equipos	Proyecto:		Nodo o sistema:	Descripción del escenario:	No. de escenario:	Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano			Elaboró:					Revisó:				Aprobó:	
Radios potenciales de afectación por sobrepresión																																		
Niveles de sobrepresión	Distancia (m)																																	
0.5 lb/plg ² —	Zona de Amortiguamiento																																	
1.0 lb/plg ² —	Zona de alto Riesgo																																	
3-10 lb/plg ² —	Zona de alto Riesgo a Equipos																																	
Proyecto:																																		
Nodo o sistema:	Descripción del escenario:																																	
No. de escenario:																																		
Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano																														
		Elaboró:																																
		Revisó:																																
		Aprobó:																																



Radio potenciales de afectación por dispersión tóxica

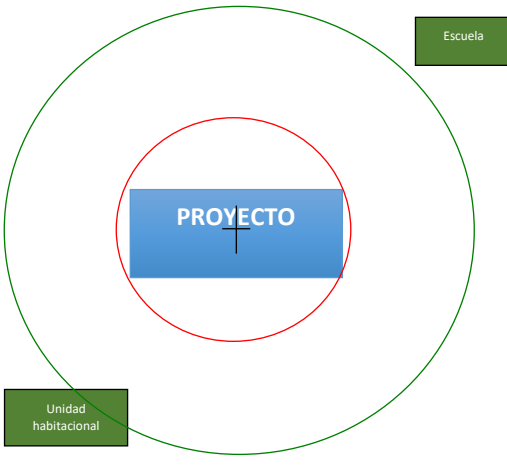


ROSA DE VIENTOS



NORTE GEOGRÁFICO

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



PROYECTO

Escuela

Unidad habitacional

Escala:
Escala gráfica:

Radio potenciales de afectación por dispersión tóxica		
Niveles de dispersión tóxica	Distancia (m)	
TLV _{8h} o TLV _{15min} :	Zona de Amortiguamiento	
IDLH:	Zona de alto Riesgo	
Proyecto:		
Nodo o sistema:	Descripción del escenario:	
No. de escenario:		

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
		Elaboró:		
		Revisó:		
		Aprobó:		



1. Datos generales del Regulado

Fecha de Elaboración _____											
a. DATOS DE LA EMPRESA CONTRATADA POR EL REGULADO PARA ELABORAR EL ANÁLISIS DE RIESGO *											
Nombre de la Empresa _____											
Nombre de la persona responsable _____					Cargo _____						
b. DATOS GENERALES DEL REGULADO											
CURR _____			R.F.C. _____								
Nombre, razón o denominación social _____											
Nombre del Proyecto _____											
Objeto del Proyecto _____											
c. UBICACIÓN DEL PROYECTO											
Calle y Número _____				Colonia/Localidad _____							
Municipio/Alcaldía _____				Estado _____							
Código Postal _____											
d. DOMICILIO PARA OIR O RECIBIR NOTIFICACIONES											
Calle y Número _____				Colonia/Localidad _____							
Municipio/Alcaldía _____				Estado _____							
Código Postal _____											
Teléfonos _____			Correo electrónico _____								
Nombre del representante legal del Regulado _____											
Cargo _____											
e. ACTIVIDAD DEL SECTOR HIDROCARBUROS (artículo 3o., fracción XI de la Ley de la ASEA)											
a	Reconocimiento y exploración superficial, y exploración y extracción de Hidrocarburos	b	Tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo	c	Procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como transporte, almacenamiento, distribución y expendio de gas natural	d	Transporte, almacenamiento, distribución y expendio de gas licuado de petróleo	e	Transporte, almacenamiento, distribución y expendio de petrolíferos	f	Transporte por ducto y almacenamiento, que se encuentre vinculado a ductos de petroquímicos producto del procesamiento de gas natural y de la refinación del petróleo

* En caso de que los Regulados sean auxiliados por una persona moral para la elaboración del ARSH, proporcionarán dicha información.

2. Generalidades del terreno

a. USO DE SUELO DONDE SE ENCUENTRA EL PROYECTO									
<input type="checkbox"/>	Agrícola/Pecuario	<input type="checkbox"/>	Rural	<input type="checkbox"/>	Habitacional	<input type="checkbox"/>	Industrial	<input type="checkbox"/>	Forestal
<input type="checkbox"/>	Comercial	<input type="checkbox"/>	Mixto (especifique)						
b. EL PROYECTO SE ENCUENTRA UBICADA EN UNA ZONA CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS									
<input type="checkbox"/>	Zona industrial	<input type="checkbox"/>	Zona habitacional	<input type="checkbox"/>	Zona suburbana	<input type="checkbox"/>	Zona rural	<input type="checkbox"/>	Zona Marina
<input type="checkbox"/>	Parque industrial	<input type="checkbox"/>	Zona urbana						
c. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA				d. SUPERFICIE					
Coordenadas latitud N _____				Requerida _____ m ²					
Coordenadas longitud W _____				Total _____ m ²					

3. Sustancias manejadas

No.	Clave del escenario	Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico					Capacidad total		Capacidad de la mayor unidad de almacenamiento (Ton)
				C	R	E	T	I	Producción (Ton/Día)	Almacenamiento (Ton)	

4. Sustancias transportadas por ductos

No.	Clave del escenario	Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico					Flujo (kg/s)	Densidad (kg/m ³ o kg/l)	Longitud (km)	Diámetro del ducto (plg)	Presión (psi)		Espesor (mm)	Descripción de la trayectoria
				C	R	E	T	I					Operación	Diseño		

5. Sustancias transportadas por medio distinto a ducto

No.	Clave del escenario	Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico					Tipo de transporte	Tipo de recipiente o contenedor	Capacidad (m ³ o barriles)	Origen	Destino	Presión de operación (psi)	Temperatura de operación (°C)
				C	R	E	T	I							



6. Escenarios de Riesgo modelados

No	Clave del escenario	Descripción del escenario	Accidente hipotético				Ubicación					Metodología empleada para la identificación de Peligros	Componente ambiental afectado
			Fuga/Ruptura	Derrame	Incendio	Explosión	Etapa de Operación				Unidad o equipo de proceso		
							Almacenamiento	Proceso	Transporte	Servicios			

7. Criterios para la estimación de consecuencias

Programa de Simulación empleado:														
No.	Clave del escenario	Tipo de Caso simulado	Tipo de liberación		Tamaño de fuga (plg)	Tasa de fuga (m ³ /s o kg/s)	Inventario total liberado (m ³ o kg)	Tiempo de fuga (s)	Velocidad del Viento (m/s)	Estabilidad atmosférica	Humedad Relativa	Presión en el punto de fuga (psi)	Temperatura en el punto de fuga (°C)	Estado físico en el punto de fuga
			Masiva	Continua										

8. Resultados de la estimación de radios potenciales de afectación

No.	Clave del escenario	Tipo de Caso simulado	Clase de evento	Dispersión tóxica (m)			Radiación térmica (m)			Sobrepresión (m)		
				IDLH (Zona de alto riesgo)	TLV _{8h} (Zona de amortiguamiento)	TLV _{15min} (Zona de amortiguamiento)	1.4 kW/m ² (Zona de amortiguamiento)	5 kW/m ² (Zona de alto riesgo)	12.5 - 37.5 kW/m ² (Zona de alto riesgo a equipos)	0.5 psi (Zona de amortiguamiento)	1.0 psi (Zona de alto riesgo)	3 - 10 psi (Zona de alto riesgo a equipos)



Instructivo de llenado del informe técnico

- i. En la sección 1 **Datos generales del Regulado**, indicar la fecha de elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos utilizando números arábigos, ejemplo: 01/01/2020. Para el apartado a **DATOS DE LA EMPRESA CONTRATADA POR EL REGULADO PARA ELABORAR EL ANÁLISIS DE RIESGO**, especificar el nombre de la empresa, nombre y cargo de la persona responsable. Para el apartado b **DATOS GENERALES DEL REGULADO**, especificar CURR, nombre, razón o denominación social, RFC, nombre y objeto del Proyecto. Para el apartado c **UBICACIÓN DEL PROYECTO**, especificar calle y número, colonia o localidad, municipio o alcaldía, estado y código postal. Para el apartado d, **DOMICILIO PARA OÍR O RECIBIR NOTIFICACIONES**, especificar calle y número, colonia o localidad, municipio o alcaldía, estado y código postal, teléfonos con lada, correo electrónico, nombre y cargo del representante legal del Regulado. Para el apartado e **ACTIVIDAD DEL SECTOR HIDROCARBUROS**, seleccionar con una cruz (x) la actividad del sector hidrocarburos correspondiente a la del Proyecto.
- ii. En la sección 2 **Generalidades del terreno** apartados a. **USO DE SUELO DONDE SE ENCUENTRA EL PROYECTO** y b. **EL PROYECTO SE ENCUENTRA UBICADO EN UNA ZONA CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS**, seleccionar con una cruz (x) la o las opciones que correspondan al Proyecto, para el apartado c. **LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA**, especificar las coordenadas (latitud N y longitud W) del Proyecto y para el apartado d. **SUPERFICIE**, especificar la superficie en metros cuadrados requeridos por el Proyecto y la superficie total del terreno.
- iii. En la sección 3 **Sustancias manejadas**, indicar para cada escenario número y clave, el nombre químico de cada sustancia de acuerdo con la IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada.), así como su número CAS (Número asignado a una sustancia química por el "Chemical Abstract Service" de los Estados Unidos de América) correspondiente. Marcar con una cruz (x) si la sustancia es Corrosiva, Reactiva, Explosiva, Tóxica y/o Inflamable (CRETI). Especificar la cantidad total de producción y almacenamiento de la sustancia manejada en toneladas por día y toneladas respectivamente, y por último especificar la capacidad de la unidad más grande de almacenamiento, en toneladas.
- iv. En la sección 4 **Sustancias transportadas por ductos**, indicar para cada escenario número y clave, el nombre químico de cada sustancia de acuerdo con la IUPAC, así como su número CAS correspondiente. Marcar con una cruz (x) si la sustancia es Corrosiva, Reactiva, Explosiva, Tóxica y/o Inflamable (CRETI). Especificar el flujo en kilogramos por segundo, la densidad en kilogramo por metro cúbico o kilogramo por litro, la longitud en kilómetros, el diámetro del ducto en pulgadas, la presión de operación y diseño en libras por pulgada cuadrada (psi), el espesor del ducto en milímetros y la descripción de la trayectoria.
- v. En la sección 5 **Sustancias transportadas por sistema distinto a ducto**, indicar para cada escenario número y clave, el nombre químico de cada sustancia de acuerdo con la IUPAC, así como su número CAS correspondiente. Marcar con una cruz (x) si la sustancia es Corrosiva, Reactiva, Explosiva, Tóxica y/o Inflamable (CRETI). Indicar el tipo de transporte, el tipo de recipiente o contenedor, la capacidad del recipiente o contenedor en metros cúbicos o barriles, el origen y destino del transporte, la presión de operación en libras por pulgada cuadrada (psi) y la temperatura de operación en grados Celsius.
- vi. En la sección 6 **Escenarios de Riesgo modelados**, indicar para cada escenario número y clave, la descripción breve del Escenario de Riesgo. Indicar si el Accidente hipotético es fuga/ruptura, derrame, incendio o explosión. Para la ubicación, seleccionar la opción que indique en qué etapa de operación ocurre el Escenario de Riesgo y especificar la unidad o equipo de proceso involucrado. Indicar la metodología empleada para la identificación de Peligros. Especificar el o los componentes ambientales afectados.
- vii. En la sección 7 **Criterios para la estimación de consecuencias**, indicar el programa de Simulación empleado. Especificar para cada escenario número y clave, el tipo de caso simulado (Peor Caso, Caso Más Probable o Caso Alternativo), si la liberación de sustancias es total (masiva) o progresiva (continua), el tamaño de fuga (orificio o ruptura total) en pulgadas, la tasa de fuga hipotética en metros cúbicos por segundo o en kilogramos por segundo, el inventario hipotético total liberado en metros cúbicos o en kilogramos, el tiempo de fuga hipotético en segundos, la velocidad del viento en metros por segundo, la estabilidad atmosférica en la escala de Pasquill, la humedad relativa, la presión en el punto de fuga en libras por pulgada cuadrada (psi), la temperatura en el punto de fuga en grados Celsius y el estado físico de la sustancia en el punto de fuga.
- viii. En la sección 8 **Resultados de la estimación de radios potenciales de afectación**, indicar para cada escenario número y clave, el tipo de caso simulado (Peor Caso, Caso Más Probable o Caso Alternativo), la clase de evento (fuga de gas tóxico, jet fire, early pool fire, late pool fire, flash fire, early explosion, late ignition, BLEVE/fire ball, Explosión física de recipiente a alta presión) y la distancia en metros de los radios de las zonas de afectación por dispersión tóxica, radiación térmica y/o sobrepresión alcanzadas por cada Escenario de Riesgo simulado en el Análisis de Consecuencias.

Análisis de Capas de Protección (LOPA, por sus siglas en inglés) del Proyecto

Los Regulados realizarán el Análisis de Capas de Protección (LOPA), conforme las mejores prácticas nacionales y/o internacionales para el desarrollo de este, seleccionando el par causa-consecuencia de cada uno de los Escenarios de Riesgo de interés, los cuales se derivarán de la etapa de Análisis y Evaluación de Riesgos, es decir, debe existir consistencia con los Escenarios de Riesgo que determine mediante su Análisis de Riesgo que permita verificar la trazabilidad de los mismos. Como ejemplo se presenta la tabla 39.

Tabla 39. Lista de escenarios-Accidentes para LOPA.

No.	Nodo / Sistema	Escenario	Causa	Consecuencia

Derivado de la aplicación del Análisis de Capas de Protección (LOPA), se obtiene la verificación de las capas independientes de protección que están consideradas y/o que se implementarán para cada uno de los Escenarios de Riesgo de interés, y/o en su caso la necesidad de aplicar algún Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS) u otra Capa de Protección adicional para garantizar la administración de Riesgo a niveles de Riesgo Tolerables.

Se entenderá como capa independiente de protección al dispositivo, sistema o acción que es capaz de evitar que un escenario produzca la consecuencia no deseada, independientemente del suceso iniciador o la acción de cualquier otra Capa de protección asociado con el escenario. Independiente significa que el rendimiento de la Capa de Protección no se ve afectada por el suceso iniciador y no se ve afectada por los fracasos de otras Capas de Protección. La eficacia y la independencia de una Capa de Protección Independiente (IPL, *Independent Protection Layers*, por sus siglas en inglés) debe ser auditable. Debe tener las siguientes características: específica, independiente, confiable y auditable.

Los Regulados documentarán el desarrollo del Análisis de Capas de Protección (LOPA), indicando como mínimo la siguiente información:

- Valor de Frecuencias típicas para eventos iniciadores (indicando referencias), como ejemplo se presenta la tabla 40.

Tabla 40. Valor de Frecuencias típicas para eventos iniciadores.

Evento iniciador	Frecuencia (años)

- Valor de Probabilidad de Falla en Demanda, (indicando referencias), como ejemplo se presenta la tabla 41.

Tabla 41. Valor de Probabilidad de Falla en Demanda (PFD).

Tipo de instrumento	PFD

- Valor del factor de reducción de Riesgos para cada Capa de Protección Independiente, como ejemplo se presenta la tabla 42.

Tabla 42. Factor de reducción de Riesgos.

Capa de Protección Independiente	FRR

- d. Selección del Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) Objetivo, como ejemplo se presenta la tabla 43.

Tabla 43. SIL objetivo.

Nivel de Riesgo del Escenario	Consecuencia	Frecuencia objetivo por año	SIL objetivo
No tolerable			
ALARP			

- e. Hojas de trabajo de Análisis de Capas de Protección (LOPA), como ejemplo se presenta la tabla 44.

Tabla 44. Hoja de trabajo LOPA.

Criterio de análisis	Consecuencia del evento/impacto				Frecuencia				FENM (eventos/año)	Salvaguardas (No-CPI)	Capas de Protección Independientes (CPI)				FEM (eventos/año)	LOPA GAP			Recomendaciones LOPA	
	Descripción	CAT	FTE (eventos por año)	Modificadores Condicionales		Evento Iniciador	Frecuencia (eventos por año)	Evento/Condición que lo permite			Descripción de CPI	Tipo de CPI	PFD	PFD total de CPI		CAT	PFD	FRR		
				Descripción	Prob			Descripción												Prob

Notas: **Cat**= Categoría; **C**= Valor de Consecuencia; **FET**= Frecuencia de Evento Tolerable; **Prob**= Probabilidad; **F**= Frecuencia; **FENM**= Frecuencia de Evento No Mitigado; **CPI**= Capa de Protección Independiente; **PFD**= Probabilidad de Falla en Demanda; **FEM**= Frecuencia de Evento Mitigado; **FRR**= Factor de Reducción de Riesgos

- f. Listado de Funciones Instrumentadas de Seguridad, como ejemplo se presenta la tabla 45.

Tabla 45. Listado de Funciones Instrumentadas de Seguridad (FIS).

Función Instrumentada de Seguridad	Descripción	SIL obtenido	SIL requerido	Nodo o Sistema

- g. Resumen de recomendaciones Análisis de Capas de Protección (LOPA), como ejemplo se presenta la tabla 46.

Tabla 46. Recomendaciones LOPA.

No	Recomendación LOPA	Área Responsable del Regulado	Elemento del Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección Ambiental (SASISOPA) asociado

De ser necesario algún Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS), los Regulados aplicarán las mejores prácticas nacionales y/o internacionales para su desarrollo.