

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

**INDÍCE**

	<b>PÁGINA</b>
1. OBJETIVO	4
2. ALCANCE	4
3. DEFINICIONES	6
4. CONTENIDO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS	9
4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN	10
4.1.1. PROYECTO Y/O INSTALACIÓN	10
4.1.2. DUCTOS	10
4.1.3. POZOS	11
4.1.4. TRANSPORTE DISTINTO A DUCTOS	12
4.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO	12
4.3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO	12
4.4. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS	13
4.4.1. ANTECEDENTES DE INCIDENTES Y ACCIDENTES DE PROYECTOS Y/O INSTALACIONES SIMILARES	15
4.5. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS	15
4.5.1. ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGO	15
4.5.1.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	15
4.5.1.2. JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGOS	17
4.5.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO	19
4.5.2.1. ANÁLISIS DETALLADO DE FRECUENCIAS	19
4.5.2.2. ANÁLISIS DETALLADO DE CONSECUENCIAS	19

4.5.2.3. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RESULTADOS LA SIMULACIÓN DE CONSECUENCIA (RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN)	22
4.5.3. ANÁLISIS DE RIESGO	22
4.5.3.1. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO	22
4.5.3.2. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	22
4.5.4. DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO ADICIONALES PARA ESCENARIOS DE RIESGO NO TOLERABLES Y/O ALARP ( <i>As Low As Reasonably Practicable</i> , Tan bajo como sea razonablemente factible)	24
4.5.4.1. NIVEL INTEGRAL DE SEGURIDAD (SIL, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN	24
4.5.4.2. ANÁLISIS DE CAPAS DE PROTECCIÓN (LOPA, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN	25
4.6. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO.	27
4.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
4.8. RESUMEN EJECUTIVO	29
4.9. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN EL ANÁLISIS DE RIESGO (ANEXOS)	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
ANEXOS	
ANEXO 1. FLUJOGRAMA DE ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS	34
ANEXO 2. DATOS DE ESPECIFICACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO	37
ANEXO 3. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN	39
ANEXO 4. FORMATO DE INFORME TÉCNICO	41

## 1. OBJETIVO

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

## 2. ALCANCE

Esta Guía resulta aplicable para 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 Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, así como para el Expendio Simultaneo de Petrolíferos y/o Gas Natural; excepto para actividades de Expendio al Público de Gas Natural, Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo y Expendio al Público de Petrolíferos en estaciones de servicio de fin específico.

Este instrumento será utilizado para la elaboración del Análisis de Riesgo requerido conforme a las Normas Oficiales Mexicanas y Disposiciones administrativas de carácter general emitidas o que, en su caso, emita la Agencia, particularmente para dar cumplimiento lo establecido en las Disposiciones administrativas de carácter general en materia de Sistemas de Administración.

Las actividades de Expendio al Público de Gas Natural; Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo, y Expendio al Público de Petrolíferos en estaciones de servicio de fin específico, se deberán ajustar a lo establecido en las Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades de Expendio al Público de Gas Natural, Distribución y Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo y de Petrolíferos, y a la Guía correspondiente.

Asimismo, se empleará para la elaboración de los Estudios de Riesgo Ambiental (ERA) que se presenten de conformidad con lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Para estos casos, los Regulados presentarán la información del ERA dentro de la Manifestación de Impacto Ambiental, con los anexos pertinentes, incluyendo tablas, planos, fotografías, los cuales deberán estar impresos en papel; así como una copia del ERA en disco compacto y/o dispositivo de almacenamiento (memoria USB).

Adicionalmente, uno de los alcances de esta Guía se centra en la determinación de metodologías por parte de los Regulados para la identificación de Peligros, evaluación y Análisis de Riesgos, las cuales serán aplicadas empleando un proceso metodológico, sistemático y consistente que permita 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 y/o Instalaciones, así como al 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.

La Guía considera fundamental que los Regulados utilicen e implementen las mejores prácticas nacionales e internacionales para la administración y gestión de Riesgos, y aplique el principio ALARP (*As Low As Reasonably Practicable*, por sus siglas en inglés) Tan bajo como sea razonablemente factible, 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.

De igual modo y como parte de las medidas para la administración de Riesgos es recomendable que los Regulados utilicen el concepto del Ciclo de Vida de la Seguridad, y determinen metodológicamente donde sea aplicable, con base en los criterios de tolerabilidad de Riesgo, el Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) del Proyecto y/o Instalación, y las medidas de reducción de Riesgo adicionales, utilizando Análisis de Capas de Protección (LOPA, por sus siglas en inglés) que les permita determinar, en su caso, las características y necesidades de alguna Función Instrumentada de Seguridad para garantizar la administración basada en Riesgo, y la reducción de Riesgo a niveles de Riesgo Tolerables.

El nivel de la ingeniería recomendado para la elaboración del Análisis de Riesgo se ajustará conforme a las siguientes etapas:

2.1. Diseño

- a) Ingeniería básica extendida (como mínimo).

2.2. Construcción y Pre-arranque

- a) Ingeniería de detalle y/o aprobada para construcción (APC)

2.3. Operación, Cierre y Desmantelamiento

- a) Ingeniería As built (planos como fue construido)

### 3. 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, el Reglamento Interior de la Agencia, la Ley de Hidrocarburos, su Reglamento, el Reglamento de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como las Normas Oficiales Mexicanas y Disposiciones administrativas de carácter general emitidas por la Agencia que le sean aplicables 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 bienestar o salvaguarda 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 metodológicamente 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. **BLEVE:** ("*Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion*" por sus siglas en inglés). Explosión de vapores en expansión de líquido en ebullición;
- VI. **Capa de Protección:** Cualquier Mecanismo independiente que reduzca el Riesgo mediante el control, la prevención o la mitigación;
- VII. **Efecto Dominó:** También conocido como encadenamiento de eventos, 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. Exposición:** Contacto de las personas, población 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;
- X. Función Instrumentada de Seguridad (FIS):** Una combinación de sensores, controlador lógico y elemento final de control con un determinado Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) que detecta una condición fuera de límite (anormal) y lleva al proceso a un estado seguro funcionalmente sin intervención humana, o iniciado por un operador entrenado en respuesta a una alarma;
- XI. IDLH** (*“Immediately Dangerous to Life or Health”*, por sus siglas en inglés). Inmediatamente Peligroso para la vida o la salud: Concentración máxima de una Sustancia Peligrosa, expresada en partes por millón (ppm) o en miligramos sobre metro cúbico ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), que se podría liberar al ambiente en un plazo de treinta minutos sin experimentar síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud;
- XII. Nivel de Integridad de Seguridad** (SIL, *Safety Integrity Level*, por sus siglas en inglés); Es el nivel discreto (uno de cuatro) para especificar los requisitos de integridad de las funciones instrumentadas de seguridad que se asignarán a los sistemas instrumentados de seguridad;
- XIII. 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;
- XIV. 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;
- XV. Riesgo Tolerable:** Es el Riesgo que se acepta en un contexto dado basado en los valores actuales de la sociedad;
- XVI. Seguridad Funcional:** parte de la seguridad relacionada con el proceso y cada uno de los sistemas básicos del control de proceso y su funcionamiento correcto de los sistemas instrumentados de seguridad y otras Capas de Protección;
- XVII. 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 o centro de trabajo y previenen situaciones que normalmente dan origen a Accidentes o emergencias;

- XVIII. Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS):** Es un sistema instrumentado para implementar una o más funciones instrumentadas de cualquier combinación de sensores, controlador lógico y elementos finales de control;
- XIX. 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;
- XX. Sustancia Explosiva:** La que en forma espontánea o por acción de alguna forma de energía genera una gran cantidad de calor y ondas de sobrepresión en forma casi instantánea;
- XXI. 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;
- XXII. 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;
- XXIII. Sustancia Tóxica:** Aquella que puede producir alteraciones en organismos vivos, lesiones, enfermedades, al material genético o muerte;
- XXIV. TLV (15 min, STEL):** (“*Thresold 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;
- XXV. TLV (8 h, TWA):** (“*Thresold 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;
- XXVI. 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;
- XXVII. 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
- XXVIII. 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 Sector Hidrocarburos e industriales.

#### 4. 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 lleven a cabo un ARSH de su Proyecto y/o Instalación, conforme las mejores prácticas nacionales e internacionales que permitan garantizar una administración de Riesgos acorde al tipo de Proyecto y/o Instalación. 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, determinar 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 Integridad de Seguridad (SIL) del Proyecto y/o Instalación.

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

Adicionalmente, utilizará la información de la tecnología del proceso (Ingeniería básica extendida, ingeniería de detalle, APC o As-built), tales como: Diagramas de Flujo de Proceso (DFP), Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI), conforme a la Etapa de Desarrollo en la que se encuentre el Proyecto y/o Instalación (Diseño, Construcción, Operación, Cierre, Desmantelamiento y Abandono), y a lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas o Disposiciones administrativas de carácter general emitidas o que en su momento emita la Agencia.

Para el caso de las actividades de exploración y perforación de pozos, 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), Top drive, Posicionadores (Thrusters) y los Sistemas de respaldo de energía.

#### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN

Los Regulados indicarán la fecha programada para el inicio de operación (proyectos nuevos) o la fecha de inicio de operación (instalaciones en operación).

De igual modo, indicarán los criterios y normas consideradas para la elaboración de las bases de Diseño del Proyecto y/o Instalación, en las cuales se observe que se han aplicado las mejores prácticas nacionales e internacionales y criterios de ingeniería, considerando entre otros, la susceptibilidad de la zona a los fenómenos naturales o causados por el hombre, efectos hidrometeorológicos adversos (inundaciones, huracanes, tornados, vientos extremos, heladas, tormentas eléctricas, sismos, fallas geológicas, fracturas geológicas, deslizamientos, corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, vulcanología, entre otros).

##### 4.1.1. Proyecto y/o Instalación.

Los Regulados describirán las características de los equipos de proceso principales y auxiliares, especificando: clave o identificación, cantidad, dimensiones, condiciones de operación, materiales de construcción, capacidad, sistemas de control y seguridad de proceso, para la contención en caso de derrames y otros que se consideren pertinentes por el tipo de Proyecto; códigos o estándares de Diseño y construcción, tiempo de vida útil y área de localización dentro de la Instalación, anexando los planos de detalle del Diseño mecánico de los equipos de procesos principales y auxiliares, así como el plano de localización general de equipos, diagramas de flujo de proceso y diagrama de bloques. Lo anterior, se integrará mediante una tabla, en la que se indiquen todos los datos anteriores a detalle, como ejemplo se muestra la tabla 1.

Tabla 1. Características de equipos principales y auxiliares de la Instalación.

Descripción	TAG	Año Fab.	Presión de Prueba Hidrostática kg/cm <sup>2</sup>	Código de Diseño	Presión kg/cm <sup>2</sup>			Temperaturas °C			Ubicación
					Min.	Normal	Máx	Min.	Normal	Máx	
Separador, módulo de vapores "A"	V-201	1980	60.0 (03-11-97)	ASME-VIII. Div. 1	36.0	40.0	60.0	37.0	45.0	60.0	Mod. Vap. "A". I/sur

##### 4.1.2. Ductos

Los Regulados describirán el ducto o sistema de ductos, indicando servicio y capacidad proyectada, clase o localización del sitio, origen-destino, diámetro, espesor, especificación de material, longitud, derivaciones, ubicación (kilómetro y coordenadas) de válvulas, estaciones de regulación y medición, estaciones de compresión, estaciones de bombeo, trampas de envío y recibo, rectificadores y otros que se consideren pertinentes para el tipo de Proyecto; así como, condiciones de operación y fecha de inicio de operaciones. Lo anterior, se integrará mediante una tabla, en la que se indiquen todos los datos anteriores a detalle, como ejemplo se muestra la tabla 2.

Tabla 2. Resumen de las características del ducto

Instalación	Origen (km)	Destino (km)	Coordenadas UTM		Espesor (in)	Diámetro (in)	Ubicación de Instalación (km)	Presión de Prueba Hidrostática kg/cm <sup>2</sup>	Código de Diseño	Presión kg/cm <sup>2</sup>			Temperaturas °C		
			X	Y						Min	Normal	Máx	Min	Normal	Máx
Ducto	0+000	16+000			0.300	30	16 km	60.0 (03-11-97)	ASME-VIII. Div. 1	36.0	40.0	60.0	37.0	50.0	60.0
Compresor (estación I)															

Asimismo, los Regulados utilizarán como mínimo, la siguiente información:

- a. Planos legibles de trazo y perfil del ducto a escala 1:50000 hasta 1:500, proporcionando la información sobre las especificaciones, puntos de inflexión, profundidad del ducto, condiciones de operación, 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), identificar, analizar y describir las áreas identificadas como expuestas (terremotos o sismicidad, corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, inundaciones, vulcanología, fallas geológicas, fracturas geológicas, deslizamientos, entre otros);
- b. Resultados de Pruebas no Destructivas (PND) y destructivas.
- c. Planos de Diseño del sistema de protección catódica y especificación del recubrimiento (interno y externo).
- d. Desempeño del sistema de protección catódica.
- e. Bases de Diseño de las diferentes disciplinas, anexando los planos correspondientes.
- f. Estudios técnicos necesarios (geotécnicos, metoceanicos, dinámica de flujo, corrientes marinas, nivel de Diseño) para los casos en los cuales se identifiquen zonas expuestas.
- g. Perfil hidráulico.
- h. Resultados de inspección en línea.
- i. Rehabilitaciones.

#### 4.1.3. Pozos

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 de las 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 indique los datos de los pozos y sus respectivas líneas de descarga, como ejemplo se muestran las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Resumen de las características de pozos

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

Tabla 4. Resumen de las características de líneas de descarga de pozos

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

#### 4.1.4. Transporte distinto a ductos

Los Regulados describirán el sistema de transporte a utilizar (Carro-tanque, Buque-tanque, Auto-tanque, barcaza, ferrocarril, entre otros), indicando como mínimo las características del sistema o vehículo, características del recipiente, rutas establecidas y alternas (terrestres o marinas), tipo de camino (cuando aplique), longitud total de la ruta, topografía del terreno, condiciones de operación, condiciones en que se encuentra el material transportado, 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 5.

Tabla 5. Resumen de las características del sistema de transporte distinto a ducto

Tipo	Origen	Destino	Tipo de recipiente o contenedor	Capacidad (m <sup>3</sup> o barriles)	Sustancia peligrosa	Guía de respuesta en caso de emergencia (Guía Naranja <sup>1</sup> )		Código IMDG <sup>2</sup>		Condiciones de transporte	
						No. de identificación de Riesgo	No. de guía	Clase o división	No. ONU	Presión kg/cm <sup>2</sup>	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	Autotanque	24 m <sup>3</sup>	Gas Licuado de petróleo	1075	115	----	----	7	Ambiente

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas, Organización Marítima Internacional, Edición de 2016, o la que en su caso lo sustituya o modifique.

#### 4.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

Los Regulados describirán de manera detallada el proceso por líneas de producción, reacciones principales y secundarias, en su caso, 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 versión final de los DFP, DTI, lógica operacional y/o filosofía de operación. Asimismo, resulta necesario que el Regulado indique todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando las características de peligrosidad, especificando el nombre de la sustancia, cantidad máxima de almacenamiento, concentración, capacidad máxima de producción y el tipo de almacenamiento.

#### 4.3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

Los Regulados señalarán la ubicación del Proyecto y/o Instalación, incluyendo coordenadas geográficas y/o Universal Transversal Mercator (UTM) y plano de localización, además de la información relacionada con los asentamientos humanos y componentes ambientales que sean susceptibles de verse afectados, para lo cual describirán las zonas vulnerables y su proximidad a la Instalación (casas, hospitales, escuelas, centros de población, Instalaciones aledañas, centros comerciales, cuerpos y corrientes de agua, flora, fauna, carreteras, áreas naturales protegidas,

regiones hidrológicas prioritarias, regiones marinas prioritarias, regiones terrestres prioritarias, áreas de conservación de aves, sitios Ramsar<sup>1</sup>, entre otros) dentro de un radio de 500 metros a partir de la ubicación del Proyecto y/o Instalación (para ductos se considerará dicho radio a lo largo de toda la trayectoria del mismo; para transporte distinto a ductos se considerará un radio de 800 metros a lo largo de las rutas establecidas y las alternativas). Lo anterior, se integrará mediante una tabla, en la que se indiquen todos los datos anteriores a detalle, como ejemplo se muestra la tabla 6.

Tabla 6. Principales zonas colindantes del Proyecto y/o Instalación

Nombre de la Instalación o Cadenamiento (km), para ductos	Zonas interés o cruzamiento	Descripción	Distancia respecto a la Instalación, ducto o ruta de transporte (m)	Descripción
Km 3 +200*	Cuerpo de agua	Laguna 1	300 (N)	Laguna costera salobre con superficie de 150 hectáreas.
Km 3 +200*	Asentamientos humanos	Poblado 2	380 (SE)	Localidad perteneciente al municipio 1, con una población de acuerdo con el censo de 2010 de 100 habitantes.
Instalación 1	Vegetación forestal	Vegetación secundaria de selva baja caducifolia	300 (S)	Vegetación secundaria con especies como <i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> y <i>Ceiba aesculifolia</i> .
Instalación 1	Hospital	Hospital General	500 (SE)	Hospital general perteneciente a la localidad de Poblado 2.

En este sentido, los Regulados describirán los aspectos abióticos como el clima (temperatura ambiente máximas, promedios, mínimas, velocidad y dirección de viento, humedad relativa, presión atmosférica, entre otros), considerando preferentemente la información de los últimos diez años, indicando la referencia o fuente de donde fue tomada; describiendo también los datos de geología, geomorfología y tipo de suelos.

#### 4.4. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS

La elección de la metodología por parte de los Regulados se sustentará técnicamente para su aplicación y será acorde a la etapa del Ciclo de Vida del Proyecto (Diseño, Construcción, Operación, Cierre, Desmantelamiento y Abandono), considerando en todo momento que dicha metodología permita la identificación exhaustiva de Peligros, que servirá de retroalimentación para la fase posterior del Análisis de Riesgos.

De este modo, mediante la utilización de una metodología adecuada, los Regulados identificarán de manera preliminar los Peligros y Amenazas en la fase de Diseño del Proyecto y/o Instalación, reconociendo las Sustancias Peligrosas, condiciones y posibles Peligros que conlleva el utilizar una determinada tecnología, así como las salvaguardas, medidas de seguridad, y protecciones consideradas para cada una de las áreas que conforman el Proyecto y/o Instalación. Siendo de particular interés, la implementación de las mejores prácticas nacionales e internacionales de ingeniería, códigos y estándares normalmente reconocidos, y en su caso, la aplicación hasta donde sea posible del Diseño inherentemente seguro.

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 de que dichos Peligros puedan salirse de control, por lo que se identificarán los Escenarios de Riesgos o posibles Accidentes, y en su caso situaciones potenciales que pudieran generar otros Riesgos, como por ejemplo: ubicación y distribución segura de las instalaciones, unidades y equipos principales y auxiliares que integran el Proyecto y/o Instalación, requerimientos específicos para las

<sup>1</sup> <http://ramsar.conanp.gob.mx/sitios.php>

actividades de operación y mantenimiento, almacenamiento compatible de materias primas, productos y subproductos, aspectos de seguridad industrial (ergonomía, ruido, iluminación) y ambientales (emisiones generadas), Peligros por incendios, explosión, derrames e incompatibilidad de Sustancias Peligrosas.

Aunado a lo anterior, en la aplicación de las metodologías seleccionadas no sólo se considerarán todos los aspectos de Riesgo de proceso en cada una de las áreas que conforman el Proyecto y/o Instalación, sino también aquellos aspectos que tengan una interacción con el mismo, entre otros, 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, actividades de arranque, paro normal, paro de emergencia, falla o interrupción de servicios indispensables para la operación segura de la planta (energía eléctrica, aire de planta, aire de instrumentos, otros), tipos de materiales de construcción, fenómenos de corrosión (externa, interna y agrietamiento por esfuerzo y corrosión), así como:

- a) Fenómenos de tipo geológico (terremotos, maremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos de tierra, fallas geológicas, derrumbes, entre otros);
- b) 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);
- c) 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);
- d) 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), y
- e) 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, entre otros).

Es recomendable el uso de herramientas tecnológicas computacionales (software especializado) para esta y las demás fases del ARSH, toda vez que su utilización facilitaría el seguimiento, monitoreo y control de la Identificación de Peligros, evaluación y Análisis de Riesgos y de las acciones que se deriven del mismo; siendo de utilidad para la administración basada en Riesgo en cada fase del Ciclo de Vida del Proyecto y/o Instalación, y en especial, cuando sea necesario determinar el Nivel de Integridad de Seguridad (SIL), y los análisis detallados de frecuencias y consecuencias con software especializado. Es pertinente que, en la selección del mismo, se consideren las ventajas y desventajas para la obtención de resultados confiables y con la menor incertidumbre posible, además de que, con base en dichos resultados, se derivarían las acciones y medidas de seguridad a implementar para garantizar la operación segura del Proyecto y/o Instalaciones, en caso de materialización de algún Escenario de Riesgo. Algunos ejemplos de metodologías se indican en la tabla 7.

Tabla 7. Metodologías de Análisis Preliminar de Peligros

<b>Tipo</b>	<b>Nombre</b>
Metodologías de Análisis Preliminar de Peligros	Identificación de Peligros (Hazid)
	Lista de Verificación
	Revisión de seguridad

#### 4.4.1. Antecedentes de Accidentes e Incidentes de Proyectos e Instalaciones similares

Los Regulados describirán los Accidentes e Incidentes ocurridos (nacionales e internacionales), en la operación de Proyectos y/o Instalaciones similares y, en su caso, aquellos ocurridos en sus Instalaciones. Resulta pertinente que se cubran los aspectos mínimos tendientes a verificar que se han aplicado las mejores prácticas nacionales e internacionales, así como haber implementado las lecciones aprendidas derivadas de los Accidentes e Incidentes relacionados con el Proyecto y/o Instalación. Para lo anterior, los Regulados describirán, entre otros la siguiente información: Evento, las causas, las sustancias involucradas, los daños materiales, pérdidas humanas, radios de afectación y las acciones realizadas para su atención. Es necesario referenciar la fuente de la información recopilada e integrarla, de forma tabular, como ejemplo se muestra la tabla 8.

Tabla 8. Antecedentes de Accidentes e Incidentes.

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

#### 4.5. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS

Los Regulados llevarán a cabo la identificación de Peligros, Evaluación y Análisis de Riesgos de manera exhaustiva del Proyecto y/o Instalación, considerando como mínimo lo indicado en el Anexo 1 (Flujograma para Análisis de Riesgos) de la presente guía y lo siguiente:

##### 4.5.1. Análisis cualitativo de Riesgo

##### 4.5.1.1. Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

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

Es recomendable que la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos se desarrolle de manera exhaustiva, sistemática, metodológica y consistente para cada una de las áreas que conforman el Proyecto y/o Instalación, mediante el empleo de diferentes metodologías, considerando como mínimo, una cualitativa, una semicuantitativa y/o una cuantitativa, las cuales se aplicarán como se establece en las normas o estándares internacionales y/o bibliografía especializada, en análisis cualitativo de Riesgo y análisis cuantitativo de Riesgo, y en su caso, análisis de Seguridad Funcional, acorde a la Etapa de desarrollo del Proyecto y/o Instalación (Diseño, Construcción, Operación, Cierre, Desmantelamiento y Abandono). Algunos ejemplos de metodologías se indican en la tabla 9.

Tabla 9. Metodologías de análisis y Evaluación de Riesgos

Tipo	Nombre
Metodología de Análisis de Riesgo cualitativo	¿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)
Análisis de Confiabilidad Humana (ACH)	

Tipo		Nombre
Metodología de Análisis de Riesgo semicuantitativas y cuantitativas		Análisis de Capas de Protección (LOPA)
		Análisis Bow – Tie
	Análisis de frecuencias	Análisis de Árbol de fallas
		Análisis de Árbol de eventos
	Análisis de consecuencias	Simulación de consecuencias con software especializado (Radiación Térmica, Dispersión tóxica, Sobrepresión y derrame en superficies terrestres)
		Simulación de consecuencias con software especializado (Derrame sobre superficies marinas)
		Estudio para ubicación segura de Instalaciones ( <i>Facility Siting Analysis</i> )

La metodología de identificación de peligros y Evaluación de Riesgos seleccionada (preliminar, cualitativa, semicuantitativa y/o cuantitativa) será aquella que permita identificar, evaluar y analizar de manera exhaustiva los Riesgos propios y característicos de acuerdo con el tipo de Proyecto y/o Instalación, y acorde al Ciclo de Vida del mismo, para garantizar la administración basada en Riesgo. Cada Proyecto y/o Instalación aunque sean similares, tendrán sus particularidades, y dependiendo de la jerarquización de Riesgo y complejidad del proceso o tecnología a implementar, considerará la utilización de un mayor número de herramientas para la identificación de Peligros y Análisis de Riesgos, que garantice que se han implementado y/o se implementarán todas las medidas de reducción de Riesgo posibles, considerando el criterio ALARP y el Análisis de Capas de Protección (LOPA) para verificar y garantizar la operación segura del Proyecto y/o Instalación; como ejemplo se indica la Figura 1.

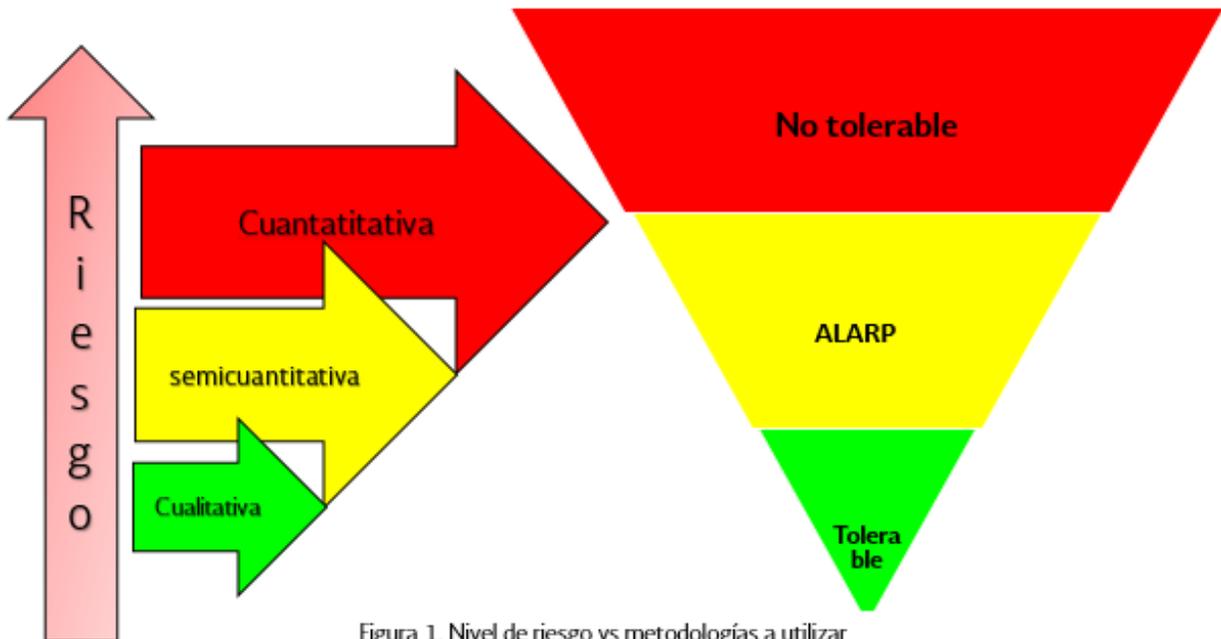


Figura 1. Nivel de riesgo vs metodologías a utilizar

Independientemente de la metodología seleccionada o propuesta, 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 y/o Instalaciones que lo conforman.

Los Regulados incluirán en el desarrollo de las metodologías seleccionadas la información del Proyecto y/o Instalación utilizada y la documentación generada en la identificación de Peligros, evaluación y Análisis de Riesgos, misma que debe ser consistente y acorde a los requerimientos específicos de cada metodología. Dicha identificación debe ser exhaustiva, considerando todas las líneas, equipos principales, válvulas, conexiones y servicios auxiliares donde se manejen Sustancias Peligrosas (Tóxicas, Inflamables, y Explosivas).

#### 4.5.1.2. Jerarquización de Escenarios de Riesgos

Para la evaluación y jerarquización de Riesgos, los Regulados considerarán la información presentada para los Accidentes e Incidentes que fueron manifestados en el apartado 4.4.1, de la presente Guía, bases de datos propios 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 se muestran la tablas 10 y 11.

Tabla 10. Tabla de clasificación de frecuencias para Escenarios de Riesgo

Clasificación de Frecuencia	Categoría	Descripción	Frecuencia/año
F <sub>n</sub> *			
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 los controles y medidas de reducción de Riesgos (salvaguardas, protecciones o barreras), las cuales deberán de ser específicas para prevenir las causas de los Escenarios de Riesgo identificados.

Tabla 11. Tabla de clasificación de consecuencias para Escenarios de Riesgo

Clasificación de consecuencia	Receptores de Riesgo					
	Personas	Población	Medio ambiente	Instalación	Producción	Otro
C <sub>n</sub> **						
C5						
C4						
C3						
C2						
C1						

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 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, se sugiere que los Regulados no consideren los controles y medidas de reducción de Riesgos (salvaguardas, protecciones o barreras), específicas para mitigar las consecuencias de los Escenarios de Riesgo identificados, a fin de estimar los máximos daños posibles.

Los Regulados incluirán las matrices de Riesgo para cada uno de los receptores de Riesgo (personal, población, medio ambiente, producción, Instalación, otro), indicando las distintas zonas de Riesgo, verificando su consistencia con los diferentes niveles de Riesgo y las magnitudes de Riesgo correspondientes, que permita la administración basada en Riesgo, y en su caso, implementar las medidas de reducción de Riesgo, con base en las características del Proyecto y/o Instalación. Como ejemplo se muestran las figuras 2 y 3.

		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencias	6	B	B	A	A	A	A
	5	C	B	B	A	A	A
	4	C	C	B	B	A	A
	3	C	C	C	B	B	A
	2	C	C	C	C	B	A
	1	C	C	C	C	C	B

Figura 2. Ejemplo de Matriz de Riesgo

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

Figura 3. Definiciones de las diferentes regiones de Riesgo

Una vez realizada la jerarquización de Riesgos, los Regulados listarán 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 12.

Tabla 12. Escenarios de Riesgo identificados.

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

De acuerdo con el listado de los Escenarios de Riesgo, los Regulados establecerán los casos más probables, los peores casos (liberación masiva de toda la sustancia manejada o ruptura total del ducto y/o recipiente) y de ser aplicable, los casos alternos, para cada uno de los Escenarios de Riesgo que involucren la pérdida de contención de Sustancias Peligrosas (Tóxicas, Inflamables y/o Explosivas).

Conforme a la metodología seleccionada para la jerarquización de Riesgos, los Regulados determinarán los Escenarios de Riesgo que se localizan en la región de Riesgo “no tolerable, ALARP, y Tolerable”. En caso de que se demuestre metodológica y sistemáticamente que los Escenarios de Riesgos se localizan únicamente dentro de los niveles de tolerabilidad o aceptabilidad, procederá al desarrollo del numeral 4.5.2.2, de la presente Guía, considerando los casos más probables y los peores casos.

En los casos en que no se demuestre metodológica y sistemáticamente que los Escenarios de Riesgo se localizan únicamente dentro de los niveles de tolerabilidad o aceptabilidad, y que los mismos se encuentren dentro de los niveles “no tolerables y ALARP”, se procederá al apartado 4.5.2, de la presente Guía.

#### **4.5.2. Análisis cuantitativo de Riesgo**

##### **4.5.2.1. Análisis detallado 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/o ALARP”, dichos escenarios se tienen que derivar de la identificación de Peligros y jerarquización de Escenarios de Riesgo (análisis cualitativo de Riesgo). Al respecto, podrá utilizar Análisis árbol de Fallas y/o Análisis árbol de Eventos, u otra metodología que se considere pertinente y aplicable, de conformidad con las características del Proyecto y/o Instalación, en cualquier caso, deberá sustentar 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.

##### **4.5.2.2. Análisis detallado de consecuencias**

Los Regulados realizarán un análisis detallado de consecuencias para aquellos Escenarios de Riesgo que se hayan identificado y ubicado en las regiones de Riesgo “no tolerable y/o “ALARP”, dichos escenarios se tienen que derivar de la identificación de Peligros y jerarquización de Riesgo (análisis cualitativo de Riesgo). La determinación de los radios potenciales de afectación se realizará mediante la aplicación de modelos matemáticos especializados, reconocidos y validados para Simulación de consecuencias, de preferencia con licencia, considerando los casos más probables y los Peores Casos, y posibles casos alternos, identificados conforme a la tabla 12 del apartado 4.5.1.2.

Para el caso de pozos, los Regulados utilizarán 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. Inventario (de acuerdo con el flujo de balance de materia y diámetro del orificio de fuga);
- b. Tasas de descarga (en caso de que dicho dato sea alimentado manualmente);
- c. Condiciones climáticas;
- d. Estabilidad atmosférica;
- e. Dimensiones del equipo o tubería;
- f. Propiedades de la sustancia, incluyendo la composición molar o fracción masa;
- g. Diámetros de fuga o ruptura considerados;

- h. Dirección de la fuga;
- i. Tiempos de duración de la fuga, y
- j. Condiciones de operación, entre otros.

Es necesario que los Regulados presenten la memoria 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, siendo congruente con la información solicitada en los numerales 4.1, 4.2 y 4.3 de la presente Guía. El tiempo de descarga considerado debe ser consistente con los tiempos de respuesta y atención de emergencias en caso de fuga de Sustancias Peligrosas, 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, considerará por separado la determinación de nube tóxica y radiación térmica, es decir, la pérdida de contención sin ignición, y pérdida de contención con ignición.

Los datos empleados para la determinación del inventario y la tasa de descarga se integrarán mediante una tabla, como ejemplo se indica la tabla 13.

Tabla 13. Datos para el inventario y la tasa de descarga

Tipo de caso	Identificación de escenarios		Diámetro (pulgadas)		Flujo Vol. (5)	Flujo másico (6)	Presión (7)	Temperatura (8)	Duración fuga (9)	Inventario (10)	Tasa de descarga (11)
	Clave (1)	Descripción (2)	Línea/Equipo (3)	Fuga (4)	MDBP o MMPCSD	kg/h	kg/cm <sup>2</sup>	°C	min	kg o m <sup>3</sup>	kg/h
CMP											
PC											
CA											

CMP: Caso más Probable; PC: Peor caso, considerar sólo Ruptura total de tubería o recipiente, CA: Caso Alternativo, cualquier otro que sea de interés particular para la evaluación de consecuencias.

- (1) Asignación de clave del escenario a simular
- (2) Breve descripción del escenario a simular
- (3) Diámetro de la línea /Equipo
- (4) Diámetro de fuga
- (5) Flujo volumétrico, tomado del balance de materia y energía
- (6) Flujo másico, tomado del balance de materia y energía
- (7) Presión de operación del escenario simulado
- (8) Temperatura de operación del escenario simulado
- (9) Tiempo de duración de la fuga
- (10) Inventario que se fuga en líneas y recipientes de proceso, de acuerdo a criterio empleado.
- (11) Flujo másico que se fuga a través del diámetro de fuga empleado.

Los Regulados integrarán las simulaciones para cada una de las Sustancias Peligrosas manejadas, considerando las propiedades de las mismas. Por ejemplo, en caso de que ocurra la fuga de una Sustancia gaseosa que al mismo tiempo es tóxica, inflamable y explosiva, efectuará una Simulación en el que una nube de esta sustancia encuentra un punto de ignición, explota y genera efectos por radiación térmica y sobrepresión; y otra Simulación, considerando que la nube por alguna razón no encuentra un punto de ignición y por lo tanto se evaluará el efecto de su componente tóxico (dispersión tóxica). Cada uno se analizará y reportará de forma específica.

Para el caso de mezclas, se establecerá la composición de las mismas, la cual se empleará para llevar a cabo las simulaciones correspondientes. Se sugiere que para el desarrollo de las simulaciones no se utilicen compuestos puros.

Para las simulaciones por ondas de sobrepresión, resulta necesario que los Regulados consideren en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo, 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 14). 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.

Es recomendable que el personal a cargo de las simulaciones tenga conocimiento y experiencia en Simulación y análisis de consecuencias, así como en el manejo del software utilizado para la Simulación de consecuencias.

Tabla 14. 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 utilizará, como mínimo, los parámetros que se indican en la tabla 15.

Tabla 15. Parámetros a utilizar 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 <sup>2</sup> a 37.5 kW/m <sup>2</sup>	5.0 kW/m <sup>2</sup>	1.4 kW/m <sup>2</sup>
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 lb/in <sup>2</sup> a 10 lb/in <sup>2</sup>	1.0 lb/in <sup>2</sup> (0.070 kg/cm <sup>2</sup> )	0.5 lb/in <sup>2</sup> (0.035 kg/cm <sup>2</sup> )

En caso de utilizar algún parámetro distinto a los indicados en la tabla 15, los Regulados sustentarán técnicamente el empleo del mismo.

Derivado de las simulaciones, los Regulados indicarán los datos de cada Escenario de Riesgo simulado, así como los resultados obtenidos para los radios de mayor afectación determinados para dispersión tóxica, radiación térmica y sobrepresión, como ejemplo se indica el formato indicado dentro del Anexo 2.

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 (subsúperficiales), considerando el tiempo mínimo, máximo y medio para atender el descontrol del pozo.

Para el caso de derrames, se indicará los datos de cada Escenario de Riesgo simulado, así como los resultados obtenidos para los radios de afectación utilizando lo establecido Anexo 2.

#### **4.5.2.3. Representación en planos de los resultados de la Simulación de consecuencia (radios potenciales de afectación)**

Los Regulados representarán las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo obtenidas (toxicidad, radiación térmica, sobrepresión y derrame) en fotomapas y planos a escala de 1:50000 hasta 1:500, donde se puedan identificar los puntos de interés (componentes ambientales, Áreas Naturales Protegidas, asentamientos humanos, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, entre otros), así como otras áreas, equipos, ductos o Instalaciones. Esta información será congruente con la descripción del entorno que se señala en el punto 4.3 de la presente Guía.

La representación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo considerará como mínimo, la información que se muestra en los ejemplos presentados en el Anexo 3; resulta recomendable que los planos se presenten como mínimo en tamaño doble carta, y que se indiquen los nombres y firmas de los responsables de la elaboración, revisión y autorización de los planos.

#### **4.5.3. Análisis de Riesgo**

##### **4.5.3.1. Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo**

Para los Proyectos y/o Instalaciones donde se hayan identificado Escenarios de Riesgo “no tolerables y/o ALARP” de acuerdo a la jerarquización de Riesgos (4.5.1.2), los Regulados reposicionarán dichos Riesgos utilizando la información generada en el numeral 4.5.2 (conforme al flujograma indicado en el Anexo 1), de tal manera que se analicen los resultados para confirmar los valores de frecuencia (probabilidad) y consecuencias (severidad) establecidos en la identificación y Evaluación de Riesgos (Análisis Cualitativo de Riesgo), utilizando matrices de Riesgo u otra metodología propuesta por los Regulados para la jerarquización de los Riesgos. Lo anterior será realizado para todos los Escenarios de Riesgo considerados en la fase de análisis detallado de frecuencias y consecuencias, a fin de demostrar que se han considerado o se implementarán las medidas de reducción de Riesgo hasta lograr que los Escenarios de Riesgo, se han reducido tan bajo como sea razonablemente factible (ALARP). Derivado de lo anterior, los Regulados estarán en condiciones de determinar el Riesgo residual del Proyecto y/o Instalación, es decir, aquel que considera los controles y medidas de reducción de Riesgos (salvaguardas, protecciones o barreras), las cuales serán específicas para prevenir las causas y/o mitigar las consecuencias de los Escenarios de Riesgos identificados, y en su caso, establecer los requerimientos de medidas adicionales para la reducción de Riesgos.

##### **4.5.3.2. Análisis de Vulnerabilidad**

Los Regulados llevarán a cabo, para cada uno de los Escenarios de Riesgo simulados, un análisis y evaluación de posibles interacciones de Riesgo, en caso de la materialización de los mismos, con otras áreas de interés o posiblemente afectadas, equipos, ductos o instalaciones, que se encuentren dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo, previamente determinadas, considerando la probabilidad de ocurrencia de un Efecto dominó. Considerando la descripción detallada de las posibles afectaciones respecto a los receptores de Riesgo de interés (personas, población, medio ambiente, Instalación/producción, entre otros).

Asimismo, es necesario que señalen las medidas preventivas que considerarán para la reducción de la probabilidad de ocurrencia de los Escenarios de Riesgo con base en las interacciones indicadas, justificando la compatibilidad del Proyecto y/o Instalación con la infraestructura existente, en su caso, los programas de mantenimiento e inspección, así como los programas de contingencias que se aplicarán durante la operación de la Instalación, a efecto de evitar el deterioro del medio ambiente, además de aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de Accidente. Lo anterior, se integrarán mediante una tabla, en la que se indiquen todas las medidas existentes o a implementar, como ejemplo se indica la Tabla 16.

Tabla 16.- Interacciones de Riesgos

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	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo)

En caso de identificar un Efecto Dominó será necesario incluir una Simulación del mismo, con la finalidad de obtener los posibles radios de afectación, analizando y evaluando las interacciones que se deriven del mismo.

Para el caso de derrames en zona marina, 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 17, 18 y 19.

Tabla 17. Área de contacto en costas, Periodo de secas

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

Tabla 18. Área de contacto en costas, Periodo de lluvias

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

Tabla 19. Área de contacto en costas, Periodo de nortes

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

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

Para otra parte, los Regulados describirán los efectos que se tendrán sobre los equipos que conforman el Proyecto y/o Instalación, así como al ambiente, por lo que se identificarán y describirán a detalle las Instalaciones, componentes ambientales (agua, suelo, flora, fauna, entre otros), las zonas habitacionales, escuelas, comunidades o asentamientos humanos que se encuentren inmersos en las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo determinadas. 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, así como los Sistemas de Seguridad y medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o consecuencia; como ejemplo se indica la tabla 20.

Tabla 20.- Descripción de los posibles receptores de Riesgo

Clave y descripción del escenario de Riesgo	Receptores de Riesgo	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo)
ESC.1-01	<p><b>Personal:</b> Descripción de posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) al personal que labora en el Proyecto y/o Instalación, ubicados dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo.</p> <p><b>Población:</b> Descripción de posibles afectaciones (lesiones, fatalidades, evacuación) a población aledaña al Proyecto y/o Instalación, ubicados dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo.</p> <p><b>Ambiente:</b> Descripción de los posibles receptores de impacto ambientales (descritos en el numeral 5.3 de la presente Guía) ubicados dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo.</p> <p><b>Producción/ Instalación:</b> Pérdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la pérdida en la producción.</p>	

Por otra parte, los Regulados realizarán una valoración de los efectos sobre la integridad funcional de los ecosistemas (biodiversidad, fragilidad, hábitats, entre otros) y la salud humana, presentando los resultados de dicho análisis, con lo cual determinará las medidas de mitigación y/o compensación consideradas en caso de la materialización de algún Escenario de Riesgo.

#### **4.5.4. Determinación de medidas de reducción de Riesgo adicionales para Escenarios de Riesgo no tolerables y/o ALARP, (As Low As Reasonably Practicable, Tan bajo como sea razonablemente factible)**

##### **4.5.4.1. Nivel Integral de Seguridad (SIL, por sus siglas en inglés) del Proyecto y/o Instalación**

Si como resultado del análisis cualitativo y cuantitativo de Riesgo, alguno de los escenarios localizados en las zonas de Riesgo “no tolerable y/o ALARP”, no cuenta o no tiene considerados los Sistemas de Seguridad y/o medidas preventivas que permitan la administración de Riesgos, será necesario determinar el Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) del Proyecto y/o Instalación, para lo cual deberá desarrollar alguna metodología para establecer si se requieren implementar Funciones Instrumentadas de Seguridad, con las cuales se administre el Riesgo a niveles de Riesgo Tolerables.

La determinación del Nivel de Integridad de Seguridad (SIL), se realizará considerando los criterios de tolerabilidad de Riesgos definidos por el usuario en la fase de jerarquización de Riesgos (4.5.1.2) y lo establecido en las mejores prácticas nacionales, internacionales, y/o bibliografía especializada para la aplicación del mismo, en su caso, se debe establecer los factores de reducción de Riesgo de manera metodológica, como ejemplo se muestran las tablas 21 y 22.

Tabla 21. Niveles de Integridad de Seguridad: Probabilidad de falla en demanda

Modo de demanda de operación		
Nivel de Integridad de Seguridad	Promedio objetivo Probabilidad de falla en demanda	Reducción del Riesgo objetivo
4	$\geq 10^{-5}$ a $< 10^{-4}$	$> 10\ 000$ a $\leq 100\ 000$
3	$\geq 10^{-4}$ a $< 10^{-3}$	$> 1\ 000$ a $\leq 10\ 000$
2	$\geq 10^{-3}$ a $< 10^{-2}$	$> 100$ a $\leq 1\ 000$
1	$\geq 10^{-2}$ a $< 10^{-1}$	$> 10$ a $\leq 100$

Tabla 22. Niveles de Integridad de Seguridad: frecuencia de fallas peligrosas de las funciones instrumentadas de seguridad

Modo de funcionamiento continuo	
Nivel de Integridad de Seguridad	Frecuencia objetivo de fallas peligrosas para realizar la Función Instrumentada de Seguridad (por hora)
4	$\geq 10^{-9}$ a $< 10^{-8}$
3	$\geq 10^{-8}$ a $< 10^{-7}$
2	$\geq 10^{-7}$ a $< 10^{-6}$
1	$\geq 10^{-6}$ a $< 10^{-5}$

#### 4.5.4.2. Análisis de Capas de Protección (LOPA, por sus siglas en inglés) del Proyecto y/o Instalación

Una vez identificados los Escenarios de Riesgo localizados en la zona de Riesgo “no tolerable y/o ALARP”, los Regulados realizarán el Análisis de Capas de Protección (LOPA), seleccionando el par causa-consecuencia de cada uno de los Escenarios de Riesgo de interés (4.5.1.2, tabla 12), los cuales se derivarán de la etapa de identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, es decir, debe existir consistencia con los Escenarios de Riesgo propuestos que permita verificar la trazabilidad de los mismos.

Tabla 23. 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.

Para la presente Guía 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 (IPL, *Independent Protection Layers*, por sus siglas en inglés) debe ser auditable. Debe tener las siguientes características: específica, independiente, confiable y auditable. Además de contar con un factor de reducción de Riesgo de al menos 100.

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

- a) Valor de Frecuencias típicas para eventos iniciadores (indicando referencias), como ejemplo se presenta la tabla 24.

Tabla 24. Valor de Frecuencias típicas para eventos iniciadores

Evento iniciador	Frecuencia (años)

- b) Valor de Probabilidad de Falla en Demanda, (indicando referencias), como ejemplo se presenta la tabla 25.

Tabla 25. Valor de Probabilidad de Falla en Demanda (PFD)

Tipo de instrumento	PFD

- c) Selección del Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) Objetivo, como ejemplo se presenta la tabla 26.

Tabla 26, SIL objetivo

Nivel	Consecuencia	Frecuencia objetivo por año
No tolerable		
ALARP		
Tolerable		

- d) Hojas de trabajo de Análisis de Capas de Protección (LOPA), como ejemplo se presenta la tabla 27.

Tabla 27. Hoja de Trabajo LOPA

Criterio de análisis	Consecuencia del evento/impacto				Frecuencia				FENM (eventos/año)	Salvaguardas (No-CIP)	Capas Independientes de Protección (CIP)				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 CIP	Tipo de CIP	PFD	PFD total de CIP		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

- e) Listado de Funciones Instrumentadas de Seguridad, como ejemplo se presenta la tabla 28.

Tabla 28. Listado de Funciones Instrumentadas de Seguridad (FIS)

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

- f) Resumen de recomendaciones Análisis de Capas de Protección (LOPA), como ejemplo se presenta la tabla 29.

Tabla 29. 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 el desarrollo del mismo.

En el caso de que los Regulados utilicen alguna metodología diferente a Análisis de Capas de Protección (LOPA), se requiere que presenten el sustento técnico debidamente fundado y motivado, desarrollando dicha metodología y verificando que las capas independientes de protección están consideradas y/o que se implementarán para cada uno de los Escenarios de Riesgo de interés, y/o en su caso, determinar 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.

#### 4.6. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO

Los Regulados describirán de manera detallada los dispositivos, medidas y Sistemas de Seguridad con los que contará la Instalación y/o Proyecto, 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 tal efecto, se incluirán planos a escala mínima 1:5000, indicando la localización de los equipos, dispositivos y Sistemas de Seguridad.

Para los casos en los que se presente una fuga de sustancias con características de toxicidad, se describirán las medidas consideradas para la detección, control y contención de dichas sustancias y con ello evitar la dispersión de las mismas.

En las medidas preventivas, los Regulados incluirán aquellas que estén consideradas en el Proyecto y/o existentes en la Instalación, tales como: sistema digital de monitoreo y control, sistema de paro por emergencia, sistema de detección de gas y fuego, sistema contra incendio, sistema de contención de derrames, sistema de drenajes, sistema de desfogue de gas a quemador, protocolo de respuesta a emergencia, entre otros. Además, incluirá los programas de mantenimiento e inspección y programas de contingencias que se aplicarán durante la operación normal de la Instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente, además de aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de Accidente.

Es necesario que se indiquen claramente las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de la metodología para la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, como se señala en la presente Guía, como ejemplo se indica la tabla 30.

Tabla 30. Recomendaciones de la identificación de Peligros y Evaluación 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		
R1.	<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>		B

Aunado a lo anterior, los Regulados incluirán un programa calendarizado para la implementación, seguimiento y cierre de las recomendaciones derivadas del ARSH, como ejemplo se indican las tablas 31 y 32.

Tabla 31. Programa calendarizado para la implementación de las recomendaciones

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

Tabla 32. Seguimiento y cierre de recomendaciones

Total de recomendaciones			Recomendaciones cerradas			Recomendaciones abiertas		
No tolerable	ALARP	Tolerable	No tolerable	ALARP	Tolerable	No tolerable	ALARP	Tolerable

#### 4.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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 y/o Instalación, la viabilidad del mismo y las recomendaciones derivadas en cada una de las fases del ARSH (cualitativo, cuantitativo, Nivel de Integridad de Seguridad (SIL), Análisis de Capas de Protección -LOPA-).

Para que los Regulados estén en condiciones de determinar que el Proyecto y/o Instalación cumple con los aspectos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al medio ambiente, considerará los resultados del proceso metodológico de la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, la jerarquización de Análisis de Riesgos, del análisis detallado de frecuencias y consecuencias, de la interacción de Riesgos (Vulnerabilidad), 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 y/o Instalación, es decir, determinando que se cuenta con los Sistemas de Seguridad y medidas preventivas para la administración de los Escenarios de Riesgos, o en su caso, la implementación de acciones pertinentes para el mismo.

#### **4.8. RESUMEN EJECUTIVO**

- I. Los Regulados elaborarán un resumen de la situación general que presenta el Proyecto y/o Instalación 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.
- II. Señalará las conclusiones del Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, indicando el nivel de Riesgo del Proyecto y/o Instalación.
- III. Anexarán el informe técnico, mediante el formato de la presente Guía (Anexo 4).

#### **4.9. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN EL ANÁLISIS DE RIESGO (ANEXOS)**

1. Planos: los planos que se indican en la presente Guía 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.

Los planos serán legibles e incluirse en un tamaño mínimo doble carta, describiendo y señalando las colindancias del Proyecto, así como la ubicación de zonas expuestas o puntos de interés (asentamientos humanos, hospitales, escuelas, parques mercados, centros religiosos, Áreas Naturales Protegidas, y zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, entre otros), indicando claramente el distanciamiento a las mismas.

2. Fotografías: integrar 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 y/o Instalación. El anexo fotográfico se acompañará de un plano en el que se indiquen los puntos y direcciones de las tomas, mismas que se identificarán con numeración consecutiva y relacionarse con el texto.
3. Hojas de datos de seguridad: incluir las hojas de datos de seguridad de las sustancias y/o materiales específicos 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-2000, Sistema para la identificación y comunicación de Peligros y Riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo, o la norma vigente que la sustituya.

4. Otros anexos: Incluir las memorias y documentación solicitadas dentro de la presente Guía, así como las siguientes:
  - a. Documentos legales, copia de autorizaciones, concesiones, escrituras, entre otros;

- b. Cartografía consultada (Secretaría de Marina; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca, y Alimentación, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, entre otros);
- c. Copia simple en formato electrónico (PDF) de la información utilizada para la elaboración del ARSH;
- d. Análisis de posibles Riesgos de contaminación hacia el suelo y los recursos hídricos, que incluya:
  - i. Caracterización de los materiales o residuos que serán manejados o depositados en el sitio, anexando la información toxicológica de Sustancias Peligrosas identificadas;
  - ii. Identificación de los niveles de contaminación en el medio (recursos hídricos, suelo, sedimentos, entre otros);
  - iii. Características ambientales que afectan el destino y transporte de los contaminantes;
    - a) Geológicas y geohidrológicas (estudios geológicos, geofísicos e hidrológicos del sitio);
    - b) Topográficas;
    - c) Corrientes superficiales (permanentes y temporales), y
    - d) Atmosféricas (dirección de los vientos dominantes, velocidad del viento, entre otros)
  - iv. Población potencialmente expuesta;
  - v. Biota potencialmente expuesta;
  - vi. Identificar los puntos, rutas y vías de Exposición hacia la población y biota expuesta;
  - vii. Con base en la información anterior, analizar el comportamiento de los contaminantes en el ambiente (detectar el tiempo en que llegaría una concentración de sustancias a los mantos freáticos que pudiera causar problemas de contaminación, entre otros) y su afectación hacia la biota y la población, por su Exposición cronológica a los mismos. Estimando la concentración por la Exposición a los contaminantes, y
  - viii. Recomendaciones para reducir la Exposición y afectaciones hacia el ambiente.
- e. Hojas de trabajo del Análisis Preliminar de Riesgos;
- f. Hojas de trabajo del Análisis de Riesgo de Procesos, incluyendo la jerarquización de escenarios;
- g. Catálogo de Escenarios de Riesgo;
- h. Resultado del análisis detallado de frecuencias.
- i. Hojas de trabajo del análisis detallado de consecuencias, debiendo incluir:
  - i. Listado de escenarios a simular
  - ii. Memoria de cálculo de inventarios y criterios utilizados para la Simulación
  - iii. Información ingresada al simulador
  - iv. Reportes del simulador empleado
  - v. Tabla de Resultados de radios de afectación obtenidos
  - vi. Diagramas de pétalos para radiación térmica, dispersión tóxica, y sobrepresión
  - vii. Resultados de interacciones de Riesgo para cada uno de los Escenarios de Riesgo simulados.
- j. En caso de que aplique, reporte del Análisis de Capas de Protección (LOPA) y anexos correspondientes, por ejemplo: Hojas de trabajo del Análisis de Capas de Protección

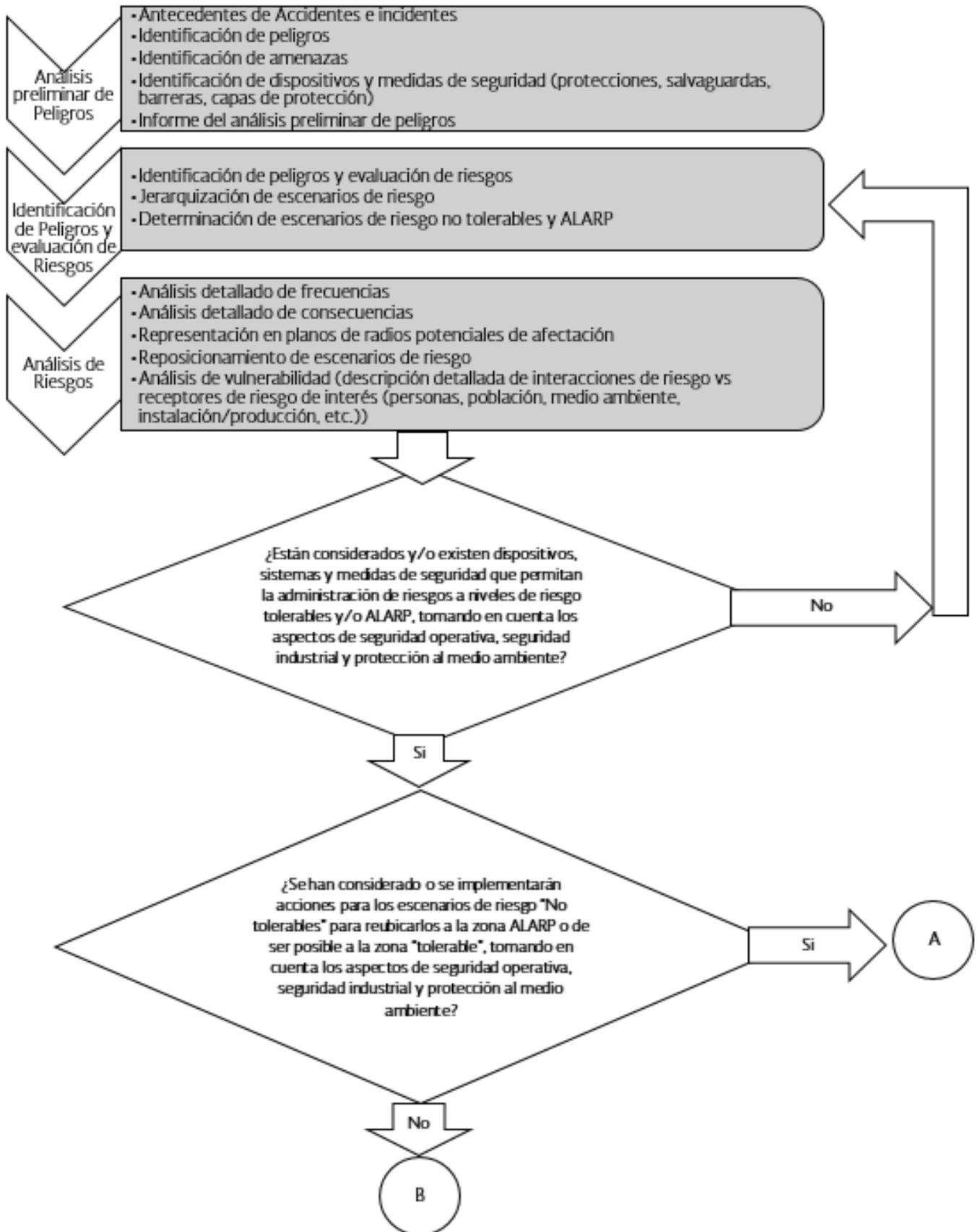
(LOPA), Listado de Recomendaciones del Análisis de Capas de Protección (LOPA), Listado de Funciones Instrumentadas de Seguridad, entre otros.

- k. En caso de que aplique, reporte de Nivel de Integridad de Seguridad (SIL), y anexos correspondientes, por ejemplo: Especificaciones de Requisitos de Seguridad para los Sistemas Instrumentados de Seguridad (SIS), Diseño e Ingeniería del SIS, entre otros.
- l. Listado de recomendaciones, y
- m. Especificar las autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad en estudio (licencia de funcionamiento, permiso de uso del suelo, permiso de construcción, autorización en materia de Impacto Ambiental, entre otros.). Anexar comprobantes (opcional).

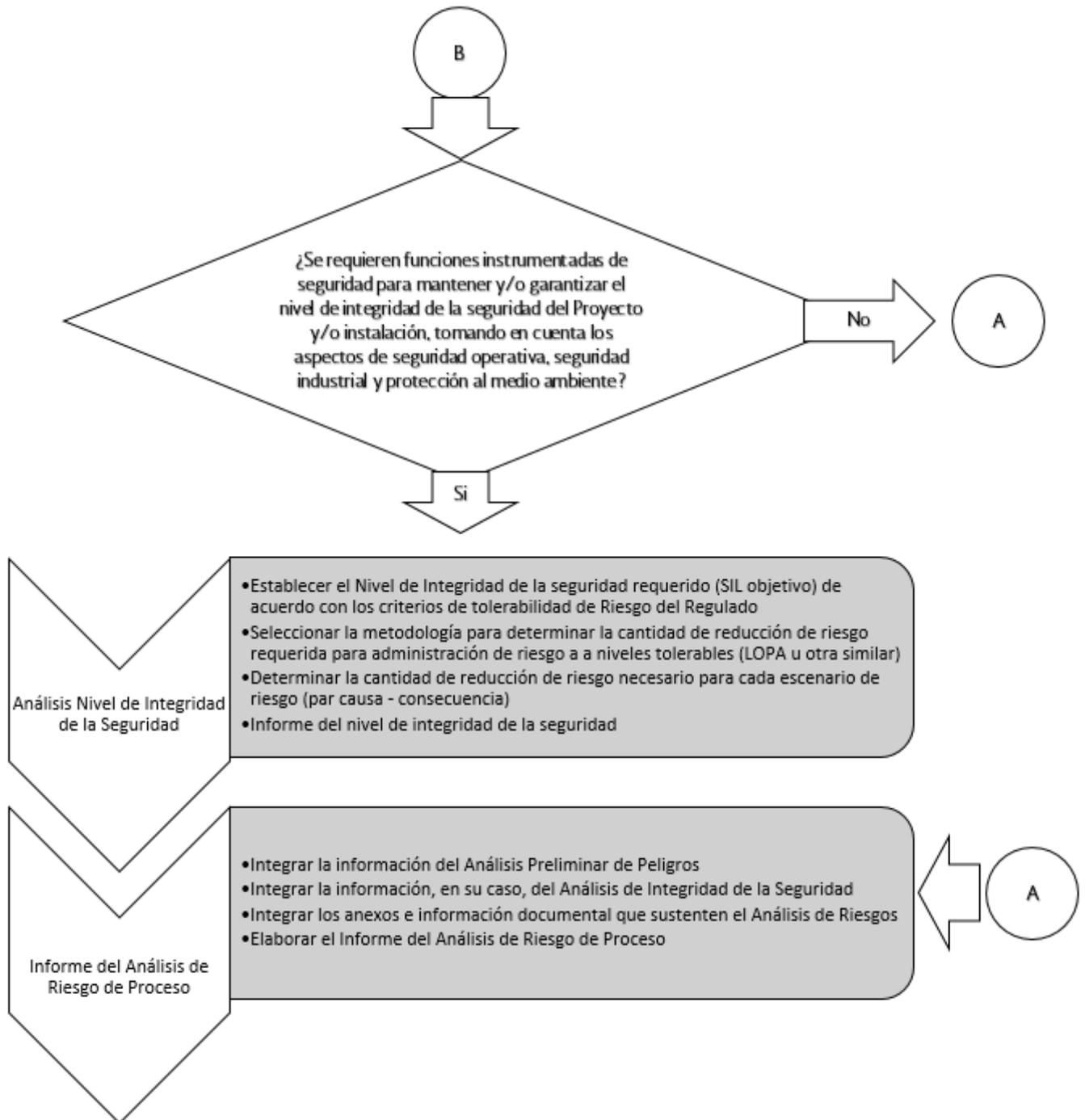
## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guidance on Risk Assessment for Offshore Installations, Health and Safety Executive, Offshore Information Sheet No. 3/2006
2. International Organization for Standardization. ISO 31000:2009, Risk Management - Principles and guides (Gestión de Riesgos - Principios y Guías), noviembre 2009.
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 2001, 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.

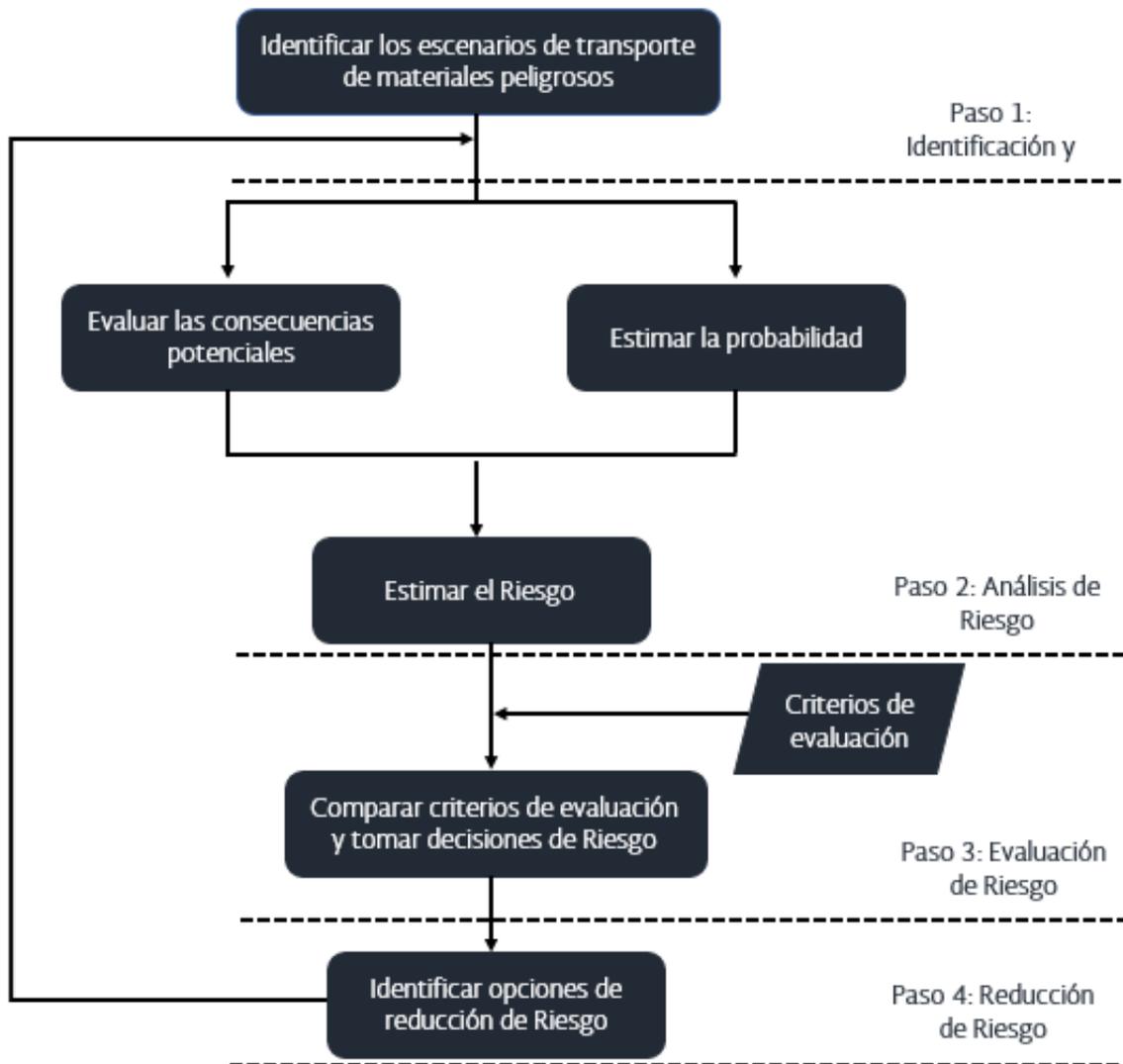
18. Storch de Gracia, J. M. 1998. Manual de seguridad industrial en plantas químicas petroleras fundamento, evaluación del riesgo y diseño. Vols. I, II. Mc. Graw Hill. Madrid.
19. Casal, Joaquín, et. al. 2001. Análisis de riesgo en instalaciones industriales. Alfaomega. Barcelona.
20. Federal Emergency Management Agency, U.S. Department of Transport, U.S. Environmental Protection Agency. Handbook of Chemical Hazard Analysis Procedures. Washington, DC.
21. Muhlbauer, W. K. 1996. Pipeline Risk Management Manual. Gulf Publishing Company. Texas.
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.



Continuación...



Flujograma de Análisis de Riesgos de Proceso para transporte diferente a ducto del sector hidrocarburos



Nombre del simulador utilizado:												
Instalación:												
I. Datos del escenario.												
Clave		Nombre						Peor Caso				
		Ejemplo: Fuga de 0,8" Ø en .....						Caso más probable				
Elaboró:		Descripción: ejemplo: Fuga de 0,8" Ø en ..... por .....						Fecha:		dd/mm/aaaa		
Objetivo		Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).										
II. Sustancias involucradas.												
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico		% volumétrico				
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA)		
										TLV (15min, STEL)		
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación												
Presión:		kg/cm <sup>2</sup>		Temperatura:		°C		Estado:		Líquido abajo de su p.e.		
										Líquido arriba de su p.e.		
Fase del material liberado:		Vapor		líquido		vapor y líquido						
Contenedor:		Cilindro		Esfera		Tipo de fuga:		Falla catastrófica		Válvula de alivio		
Tubería		Otro:		Orificio en cuerpo o tubería						Cizalla de tubería, otro		
Alto del recipiente:		m		Diámetro o ancho del recipiente/tubería:		plg		Largo del recipiente:		m		
Área del dique:		m <sup>2</sup>		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:		Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto: Otra Explique		
Área del orificio:		plg		Coef. De pérdida del orificio:		Elevación del punto de liberación:		m		Altura hidráulica m		
Dirección de la fuga:		Vertical		Horizontal		Hacia abajo		Golpea contra		Inclinada grados		
Tiempo estimado de liberación:		segundos		Masa estimada de liberación:		kg						
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.												
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)				1.5 F		1.5 A-B		Otro				
Temperatura atmosférica				°C								
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---								
Humedad atmosférica				%								
Presión atmosférica				mm Hg								
Tipo de suelo (rugosidad empleada)												
Direcciones dominantes de viento												
Tipo de área en que se encuentra la instalación		Rural:		Urbana:		Industrial:		Marítima:		Otra: explique		
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)												
Sitio 1		Sitio 2				Sitio 3						
VI. Estados finales para análisis												
Dardo, antorcha o jet de fuego		Charco de fuego		Incendio de nube		Explosión de nube						
BLEVE/bola de fuego		Nube tóxica										
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:												
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)												
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica					Radios por sobrepresión				
Zona de seguridad			Otro		Zona de seguridad			Otro		Zona de seguridad		
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase evento de	de	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Clase evento de	de	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV <sub>15 min</sub>	TLV <sub>8h</sub>			kW/m <sup>2</sup>					psi		
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm			12.5 - 37.5	5.0	1.4			3 - 10	1.0	0.5
m					m					m		
			Jet fire					Early explosion				
			Early pool fire					Late explosion				
			Late pool fire					Late Ignition				
			Flash fire									
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:					½ LFL (m)			LFL (m)				

Flash fire = flamazo; Jet fire = Chorro de fuego; Early pool fire = Charco de fuego temprano; Late pool fire = Charco de fuego tardío; Early explosión = Explosión temprana; Late Ignition = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Por derrame de hidrocarburos

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 <sup>3</sup> )				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				

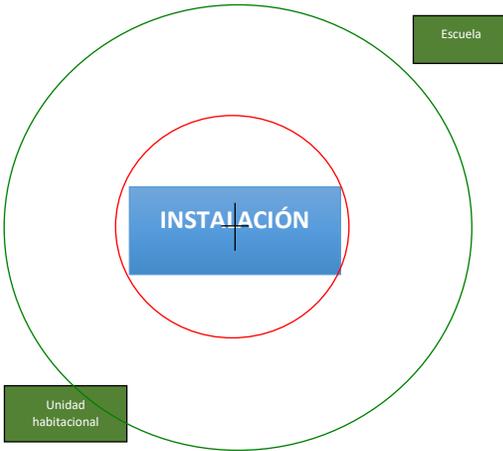
**Radios potenciales de afectación por radiación térmica**

<p style="text-align: center;"><b>INSTALACIÓN</b></p>	<div style="text-align: right; background-color: #4F81BD; color: white; padding: 5px; font-weight: bold;">CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Radios potenciales de afectación por radiación térmica</th> </tr> <tr> <th>Niveles de radiación térmica</th> <th>Distancia (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.4 kW/m<sup>2</sup> ———</td> <td>Zona de Amortiguamiento</td> </tr> <tr> <td>5 kW/m<sup>2</sup> ———</td> <td>Zona de alto Riesgo</td> </tr> <tr> <td>12.5-37.5 kW/m<sup>2</sup> ———</td> <td>Otro</td> </tr> <tr> <td>Condiciones climáticas</td> <td>Instalación:</td> </tr> <tr> <td>Velocidad del viento</td> <td>Nodo o sistema:</td> </tr> <tr> <td></td> <td>No. de escenario:</td> </tr> <tr> <td>Estabilidad Pasquill</td> <td>Descripción del escenario:</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>Rev.</th> <th>Fecha</th> <th>Nombre</th> <th>Firma</th> <th>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 <sup>2</sup> ———	Zona de Amortiguamiento	5 kW/m <sup>2</sup> ———	Zona de alto Riesgo	12.5-37.5 kW/m <sup>2</sup> ———	Otro	Condiciones climáticas	Instalación:	Velocidad del viento	Nodo o sistema:		No. de escenario:	Estabilidad Pasquill	Descripción del 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 <sup>2</sup> ———	Zona de Amortiguamiento																																				
5 kW/m <sup>2</sup> ———	Zona de alto Riesgo																																				
12.5-37.5 kW/m <sup>2</sup> ———	Otro																																				
Condiciones climáticas	Instalación:																																				
Velocidad del viento	Nodo o sistema:																																				
	No. de escenario:																																				
Estabilidad Pasquill	Descripción del escenario:																																				
Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano																																	
		Elaboró:																																			
		Revisó:																																			
		Aprobó:																																			

**Radios potenciales de afectación por sobrepresión**

<p style="text-align: center;"><b>INSTALACIÓN</b></p>	<div style="text-align: right; background-color: #4F81BD; color: white; padding: 5px; font-weight: bold;">CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Radios potenciales de afectación por sobrepresión</th> </tr> <tr> <th>Niveles de sobrepresión</th> <th>Distancia (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.5 lb/plg<sup>2</sup> ———</td> <td>Zona de Amortiguamiento</td> </tr> <tr> <td>1.0 lb/plg<sup>2</sup> ———</td> <td>Zona de alto Riesgo</td> </tr> <tr> <td>3-10 lb/plg<sup>2</sup> ———</td> <td>Otro</td> </tr> <tr> <td>Condiciones climáticas</td> <td>Instalación:</td> </tr> <tr> <td>Velocidad del viento</td> <td>Nodo o sistema:</td> </tr> <tr> <td></td> <td>No. de escenario:</td> </tr> <tr> <td>Estabilidad Pasquill</td> <td>Descripción del escenario:</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>Rev.</th> <th>Fecha</th> <th>Nombre</th> <th>Firma</th> <th>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 <sup>2</sup> ———	Zona de Amortiguamiento	1.0 lb/plg <sup>2</sup> ———	Zona de alto Riesgo	3-10 lb/plg <sup>2</sup> ———	Otro	Condiciones climáticas	Instalación:	Velocidad del viento	Nodo o sistema:		No. de escenario:	Estabilidad Pasquill	Descripción del 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 <sup>2</sup> ———	Zona de Amortiguamiento																																				
1.0 lb/plg <sup>2</sup> ———	Zona de alto Riesgo																																				
3-10 lb/plg <sup>2</sup> ———	Otro																																				
Condiciones climáticas	Instalación:																																				
Velocidad del viento	Nodo o sistema:																																				
	No. de escenario:																																				
Estabilidad Pasquill	Descripción del escenario:																																				
Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano																																	
		Elaboró:																																			
		Revisó:																																			
		Aprobó:																																			

**Radios potenciales de afectación por dispersión tóxica**

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>ROSA DE VIENTOS</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>NORTE GEOGRÁFICO</b></p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>	<div style="text-align: right; background-color: #4F81BD; color: white; padding: 5px; font-weight: bold;">CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Radios potenciales de afectación por sobrepresión</th> </tr> <tr> <td style="width: 30%;">Niveles de sobrepresión</td> <td style="width: 70%;">Distancia (m)</td> </tr> <tr> <td>TLV<sub>8h</sub> o TLV<sub>15min</sub>: <span style="color: green;">—</span></td> <td>Zona de Amortiguamiento</td> </tr> <tr> <td>IDLH: <span style="color: red;">—</span></td> <td>Zona de alto Riesgo</td> </tr> <tr> <td>Condiciones climáticas</td> <td>Instalación:</td> </tr> <tr> <td>Velocidad del viento</td> <td>Nodo o sistema:</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Estabilidad Pasquill</td> <td>No. de escenario:</td> </tr> <tr> <td>Descripción del escenario:</td> </tr> </table>	Radios potenciales de afectación por sobrepresión		Niveles de sobrepresión	Distancia (m)	TLV <sub>8h</sub> o TLV <sub>15min</sub> : <span style="color: green;">—</span>	Zona de Amortiguamiento	IDLH: <span style="color: red;">—</span>	Zona de alto Riesgo	Condiciones climáticas	Instalación:	Velocidad del viento	Nodo o sistema:	Estabilidad Pasquill	No. de escenario:	Descripción del escenario:			
Radios potenciales de afectación por sobrepresión																			
Niveles de sobrepresión	Distancia (m)																		
TLV <sub>8h</sub> o TLV <sub>15min</sub> : <span style="color: green;">—</span>	Zona de Amortiguamiento																		
IDLH: <span style="color: red;">—</span>	Zona de alto Riesgo																		
Condiciones climáticas	Instalación:																		
Velocidad del viento	Nodo o sistema:																		
Estabilidad Pasquill	No. de escenario:																		
	Descripción del escenario:																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <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: 20%;">Clave o número de plano</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td>Elaboró:</td> <td> </td> <td rowspan="3" style="vertical-align: middle;"> </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>		Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano			Elaboró:					Revisó:				Aprobó:	
Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano															
		Elaboró:																	
		Revisó:																	
		Aprobó:																	

**Datos generales del Regulado**

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

USO DE SUELO DONDE SE ENCUENTRA LA EMPRESA							
<input type="checkbox"/>	Agrícola	<input type="checkbox"/>	Rural	<input type="checkbox"/>	Habitacional	<input type="checkbox"/>	Industrial
<input type="checkbox"/>	Comercial	<input type="checkbox"/>	Mixto				
EL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN 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"/>	Parque industrial	<input type="checkbox"/>	Zona urbana	<input type="checkbox"/>	Zona rural	<input type="checkbox"/>	Zona Marina
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA				SUPERFICIE			
Coordenadas latitud N _____				Requerida _____ m <sup>2</sup>			
Coordenadas longitud W _____				Total _____ m <sup>2</sup>			

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)	

Sustancias transportadas por ductos

No.	Clave del escenario	Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Flujo (kg/s)	Proveedor	Longitud (km)	Diámetro del ducto (plg)	Presión (psi)		Espesor (mm)	Descripción de la trayectoria
								Operación	Diseño		

Sustancias transportadas por sistema distinto a ducto

No.	Clave del escenario	Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Tipo	Tipo de recipiente o contenedor	Capacidad (m <sup>3</sup> o barriles)	Origen	Destino	Presión (psi)	
									Presión kg/cm <sup>2</sup>	Temperatura °C

Identificación y clasificación de Riesgos

No	Clave del escenario	Falla	Accidente hipotético					Ubicación					Metodología empleada para la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos
			Fuga	Derrame	Dispersión tóxica	Radiación térmica	Sobrepresión	Etapa de Operación				Unidad o equipo de proceso	
								Almacenamiento	Proceso	Transporte	Servicios		

Criterios para la Estimación de consecuencias

No.	Clave del escenario	Tipo de liberación		Cantidad hipotética liberada (m <sup>3</sup> /s, m <sup>3</sup> o kg)		Estado físico	Programa de Simulación empleado	Zona de Alto Riesgo		Zona de Amortiguamiento	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad			Distancia (m)	Tiempo (s)	Distancia (m)	Tiempo (s)

Resultados de la estimación de consecuencias

No.	Clave del escenario	Dispersión tóxica					Radiación térmica			Sobrepresión			Otros Criterios
		IDHL	TLV <sub>8h</sub>	TLV <sub>15min</sub>	Velocidad del Viento (m/s)	Estabilidad atmosférica	Otros	1.4 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	12.5 – 37.5 kW/m <sup>2</sup>	0.5 psi	1.0 psi	