



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

TESINA

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA INTERACTIVA
MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LAS GUÍAS ESTATALES PARA EL
ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL EN MÉXICO**

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

PRESENTA

GOROCICA EMBRIZ SAMMY'S MANUEL



CDMX

2024



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Profesora: María Rafaela Gutiérrez Lara

VOCAL: Profesor: José Agustín García Reynoso

SECRETARIO: Profesor: Modesto Javier Cruz Gómez

1er. SUPLENTE: Profesor: Alma Delia Rojas Rodríguez

2° SUPLENTE: Profesor: Elisa Elvira Guinea Corres

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

GERENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL, COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD UBICADA EN PERIFÉRICO SUR #4156- 4º PISO, JARDINES DEL PEDREGAL, C.P. 01900, CIUDAD DE MÉXICO.

LABORATORIO DE INGENIERÍA QUÍMICA, FACULTAD DE QUÍMICA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, CAMPUS CIUDAD UNIVERSITARIA, ALCALDÍA COYOACÁN, C.P.04510, CIUDAD DE MÉXICO.

ASESOR DEL TEMA:

M. en I. María Rafaela Gutiérrez Lara

SUPERVISOR TÉCNICO (SI LO HAY):

Ing. Raúl González Hernández

SUSTENTANTE(S):

Sammy's Manuel Gorocica Embriz

Índice

Glosario de abreviaturas	5
1. Introducción.....	6
2. Objetivos.....	9
2.1 General	9
2.2 Particulares	9
3. Marco teórico.....	10
3.1 Antecedentes Internacionales.....	10
3.2 Antecedentes Nacionales.....	12
3.2.1 Legislación Nacional En Materia De Riesgo Ambiental	16
3.3 Marco legal	18
3.3.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	18
3.3.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).....	19
3.3.3 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Riesgo Ambiental	21
3.3.4 Listados de Actividades Altamente Riesgosa (LAAR)	23
3.4 Autoridades para la regulación ambiental de AAR en México	25
3.4.1 Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	25
3.4.2 Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).....	28
3.5 Autoridades para la regulación ambiental de AR en México.....	29
3.6 Conceptos básicos.....	30
3.7 Estado actual sobre los ERA's en México.	35
3.7.1 DGIRA-Proyectos Nuevos.....	35
3.7.2 DGIRA-Plantas en operación	36
3.7.3 Proyectos Nuevos del Sector de Hidrocarburos	39
3.7.4 Plantas en Operación del Sector de Hidrocarburos	40
3.7.5 ERA's ingresados por entidad federativa de México.....	41
4. Desarrollo del mapa digital	44
5. Resultados	47
6. Discusión.....	51
7. Conclusiones.....	55
8. Referencias	56
9. Anexos	59

Anexo A..... 59
Anexo B..... 61
Anexo C..... 65
Anexo D..... 67

Glosario de abreviaturas

AAR	Actividades Altamente Riesgosas.
AC	Análisis de Consecuencias
AR	Actividades Riesgosas.
ARP	Análisis de Riesgo en los Procesos.
ASEA	Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente.
CSS	Hojas de Estilo en Cascada (Cascading Style Sheets, por sus siglas en inglés).
DGGIMAR	Dirección General Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas.
DGIRA	Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental.
DMC	Daño Máximo Catastrófico.
DMP	Daño Máximo Probable.
ERA	Estudios de Riesgo Ambiental.
FMEA	Análisis modal de fallos y efectos (Failure Mode and Effect Analysis, por sus siglas en inglés).
HAZOP	Análisis Funcional de Operatividad (Hazard and operability studies, por sus siglas en inglés).
HTML	Lenguaje de Marcas de Hipertexto (HyperText Markup Language, por sus siglas en inglés).
INE	Instituto Nacional de Ecología.
LGEEPA	Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
LPGIR	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
MIA	Manifestación de Impacto Ambiental.
MRP	Manejo de Residuos Peligrosos
PPA	Programa para la Prevención de Accidentes.
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.
PRONAPAARA	Programa Nacional para la Prevención de Accidentes de Alto Riesgo Ambiental.
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social.
SEDUE	Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
SNIARN	Sistema Nacional de Información Ambiental y Recursos Naturales.
SRA	Subsecretaría de Regulación Ambiental.

1. Introducción

A lo largo de la historia, existen numerosos eventos de origen químico que han tenido impactos significativos en los equipos, personal y el ambiente. Lo anterior deja en claro la importancia de la administración de riesgos en el campo de la química, lo que propone la implementación de medidas y prácticas para prevenir y mitigar los riesgos asociados con las sustancias químicas.

La administración de riesgos en la industria química implica una serie de medidas preventivas, como el diseño seguro de instalaciones y procesos químicos, el uso adecuado de equipos de protección personal, la implementación de controles de ingeniería, el establecimiento de procedimientos operativos seguros y la capacitación regular del personal. Además, se realizan evaluaciones de riesgo para identificar posibles escenarios de accidentes y desarrollar planes de emergencia adecuados.

En el ámbito regulatorio, los gobiernos y organizaciones internacionales han establecido normatividad para garantizar la seguridad en la gestión de sustancias químicas. Por ejemplo, el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (**SGA**) establece criterios para la clasificación de sustancias químicas peligrosas y proporciona pautas para su etiquetado y manejo seguro.

La seguridad industrial y la Ingeniería Química (IQ):

- tienen un papel fundamental en la protección de las personas, el entorno laboral y el medio ambiente en el ámbito de la industria química.
- están estrechamente relacionadas, ya que la seguridad es un aspecto fundamental en todos los aspectos del diseño y la operación de procesos químicos. Los ingenieros químicos deben considerar cuidadosamente los riesgos de los productos químicos y las reacciones involucradas, así como implementar medidas de control y mitigación para garantizar la seguridad de los trabajadores y el entorno.
- trabajan en conjunto para identificar y evaluar los riesgos asociados con los procesos químicos, y para desarrollar y aplicar medidas de control efectivas. La implementación de prácticas seguras y el cumplimiento de las regulaciones son esenciales para prevenir accidentes, minimizar los impactos negativos en la salud humana y el medio ambiente.

Por otra parte, la Ingeniería Química:

- se relaciona con las actividades altamente riesgosas bajo el contexto que indica en la actualidad la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (**SEMARNAT**) debido a la naturaleza de los procesos y operaciones que se llevan a cabo en la industria.
- se encarga del diseño, desarrollo y gestión procesos que pueden involucrar sustancias químicas y diferentes operaciones unitarias.
- es fundamental en el desarrollo de tecnologías y sistemas que permiten minimizar riesgos originados por sustancias químicas para garantizar la protección de los trabajadores, la comunidad y el medio ambiente.
- desempeña un papel fundamental en la gestión del riesgo ambiental en México a través de la implementación de medidas de prevención, control y mitigación.
- fundamenta la identificación de posibles escenarios de accidentes, la evaluación de riesgos y el diseño de sistemas de seguridad que minimicen la probabilidad de que ocurran accidentes de alto riesgo ambiental.
- considera en todo momento el análisis de procesos, la implementación de medidas de seguridad, el diseño de equipos y sistemas seguros además de la aplicación de normativas y regulaciones para prevenir así cómo responder a los accidentes.

Los accidentes como explosiones, fugas de sustancias peligrosas o incendios, representan un alto riesgo tanto para la seguridad de las personas como para el medio ambiente. Estos eventos pueden tener consecuencias devastadoras, provocando lesiones, pérdidas humanas y daños significativos en el entorno.

La relación entre la ingeniería química, las actividades altamente riesgosas, el riesgo ambiental y los accidentes mayores radica en la importancia de aplicar principios y técnicas de ingeniería para gestionar y controlar los riesgos asociados con las operaciones industriales.

Por lo anterior, se presenta el desarrollo de un mapa interactivo con un análisis técnico de las guías estatales para elaborar un Estudio de Riesgo Ambiental (**ERA**) en México, el cual brinda múltiples beneficios en la gestión de riesgos.

En primer lugar, la elaboración de un **ERA** es un proceso complejo que implica la recopilación y análisis de información, como la ubicación de instalaciones industriales, datos sobre sustancias químicas utilizadas, características del entorno natural, entre otros. Un mapa interactivo proporciona una identificación clara y accesible sobre los datos requeridos para elaborar el **ERA** en cada estado, lo que facilita la comprensión y la toma de decisiones. Esta información es crucial para los profesionales, empresas e instituciones involucradas en la evaluación y gestión de riesgos ambientales, ya que les proporcionará una referencia precisa sobre las herramientas disponibles en cada entidad.

La utilización de guías estatales para elaborar un **ERA** se requiere para garantizar un enfoque estandarizado y coherente en la evaluación y gestión de riesgos en diferentes regiones de México. El mapa interactivo que se propone integra estas guías y proporciona orientación clara sobre los requisitos y procedimientos específicos para llevar a cabo el estudio de riesgo ambiental en cada estado. Lo anterior, facilita el cumplimiento de las regulaciones y promueve una gestión más efectiva de los riesgos.

Además, la elaboración de este trabajo proporciona una herramienta completa y accesible para los profesionales de la ingeniería química y otros especialistas en riesgos ambientales. Esta plataforma permite una gestión más efectiva y eficiente de los riesgos, al brindar información actualizada sobre las guías estatales.

2. Objetivos

2.1 General

- Realizar un análisis técnico de las guías utilizadas en México para la elaboración de estudios de riesgo ambiental recopilando información actualizada en la materia a fin de elaborar una página web que incluya las guías y el análisis mencionados.

2.2 Particulares

- Elaborar un diagnóstico de las guías estatales y federales para elaborar estudios de riesgo ambiental.
- Consultar diferentes bases de datos para obtener la información requerida para la construcción de la página web.
- Desarrollar una página web que facilite la consulta de las guías y la gestión en materia de riesgo ambiental.
- Emplear el lenguaje de programación básico, html y css, para la generación de la página web.

3. Marco teórico

3.1 Antecedentes Internacionales

Los **ERA** tienen sus orígenes en el campo de la evaluación de impacto ambiental y la gestión de riesgos. A medida que la conciencia sobre los efectos adversos del desarrollo humano en el medio ambiente aumentó, surgieron la necesidad y el interés por comprender y evaluar los riesgos ambientales asociados a diferentes actividades humanas.

El origen de los **ERA** puede remontarse a varias décadas atrás, a lo largo del tiempo se han presentado una serie de eventos de origen químico con un impacto significativo en términos de seguridad y gestión de riesgos. En la tabla 1, se proporcionan algunos ejemplos destacados a nivel internacional que marcaron un precedente mundial en los accidentes químicos industriales.

Tabla 1. Principales accidentes químicos a nivel mundial.

Año	Lugar	Descripción	Consecuencias
1921	Oppau, Alemania	Explosión de 4,500 toneladas de sulfato de amonio y nitrato de amonio.	<ul style="list-style-type: none"> • La explosión formó un cráter de 105 m de diámetro y 14 m de profundidad. • Se tuvieron 561 muertos.
1939	Lagunillas, Venezuela.	Incendio en una refinería.	Destrucción de una población. 500 muertos.
1947	Texas City, E.U.A.	Explosión de 50 contenedores con nitrato de amonio.	<ul style="list-style-type: none"> • 561 muertos. • 3,000 afectados.
1974	Flixborough, Inglaterra.	Explosión por fuga de 36 toneladas de ciclo hexano.	<ul style="list-style-type: none"> • 28 muertos y cientos de heridos • Destrucción completa de las instalaciones.
1974	Cubatao, Brasil	Bola de Fuego de gasolina por fuga de un ducto.	Al menos 500 muertos. Graves daños al ambiente.
1976	Seveso, Italia.	Reacción química fuera de control que provoca el venteo de un reactor. Liberación de dioxina a la atmósfera.	Fue preciso evacuar a más de 1000 personas. No hubo muertes como consecuencia directa del accidente, pero la dioxina afectó a muchas personas (acné por cloro), se produjeron abortos espontáneos y contaminación del suelo.
1984	Bhopal, India.	Escape de isocianato de metilo en una planta de fabricación de insecticidas.	2500 muertes directas por envenenamiento y aproximadamente el mismo número en condiciones críticas. Unas 150 000 personas requirieron tratamiento médico. Se produjeron efectos a largo plazo, como ceguera, trastornos mentales, lesiones hepáticas y renales, así como malformaciones embrionarias
1986	Basel, Suiza.	Incendio de una planta química y contaminación del Río Rhine con insecticidas y dioxinas.	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del Río Rhine. • Miles de peces muertos. • Afectación a los ecosistemas.
2001	Toulouse, Francia.	Explosión de un depósito de nitrato de amonio.	<ul style="list-style-type: none"> • 31 personas muertas. • 2500 personas heridas. • Numerosos daños materiales.
2005	Jilin, China.	Explosiones en una fábrica petroquímica. fuga de benceno y nitro benceno al rio Songhua.	Grave contaminación al rio Songhua de benceno.

FUENTE: DENNIS P. NOLAN Y PNUMA.2007

Estos eventos han llevado a una mayor conciencia y a la implementación de medidas para la administración de riesgos en el ámbito químico.

El desastre de Bhopal en 1984 impulsó la conciencia mundial sobre la seguridad química y condujo a mejoras en la gestión de riesgos, incluyendo regulaciones más estrictas y medidas de seguridad más rigurosas en la industria química; mientras que el desastre de Seveso en 1976, condujo a la creación de regulaciones más estrictas para el manejo de sustancias químicas peligrosas y la implementación de medidas de prevención y respuesta a emergencias.

Dentro de los hitos importantes en el origen de los **ERA** se encuentran la legislación y regulación ambiental mediante la promulgación de leyes y regulaciones ambientales a nivel nacional e internacional, como la Ley de Política Ambiental Nacional en los Estados Unidos en 1969 y la Convención de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación en 1989, impulsó la necesidad de estudios de riesgo ambiental para cumplir con los requisitos legales.

Estas lecciones aprendidas han llevado a mejoras en la legislación, las regulaciones y las prácticas de gestión de riesgos en el ámbito químico. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la gestión de riesgos es un proceso continuo que requiere una vigilancia constante y la mejora continua de las medidas de seguridad para garantizar la protección del medio ambiente, la salud humana y la seguridad.

3.2 Antecedentes Nacionales

En México, también se han presentado accidentes según se indica en las tablas 2 y 3, que dan una idea clara de las enormes proporciones que puede tomar una emergencia asociada con sustancias peligrosas, cuyas consecuencias, en la mayor parte de los casos, se traducen en pérdidas humanas, afectaciones al medio ambiente y/o pérdidas materiales, cuando no se toman las medidas de prevención apropiadas y no se está preparado para responder rápida y eficazmente ante esta clase de eventos.

Tabla 2. Principales Accidentes Químicos en México de 1950 al 2000.

Año	Lugar	Descripción	Consecuencias
1950	Poza Rica, Veracruz.	Fuga de Fosfógeno	17 muertos 300 intoxicados.
1979	Pozo Ixtoc, Campeche	Incendio y derrame de petróleo	11 muertos, 529 millones 957 mil 650 litros de petróleo vertidos al mar.
1984	San Juan Ixhuatepec, Estado de México	Explosión en almacenamiento de Gas L. P	Más de 500 muertos, 2500 lesionados y 200, 000 evacuados.
1991	Córdoba, Veracruz	Incendio de la empresa de agroquímicos Anaversa	Casos de linfomas y leucemia en las personas expuestas a los químicos.
1992	Guadalajara Jalisco	Explosión en el drenaje de la ciudad de Guadalajara	Más de 206 muertos, Más de 1,500 lesionados y 6,500 evacuados.
1996	Reforma, Chiapas.	Explosión con etano plus en el Complejo Procesador de Gas. Fuga de hidrocarburos líquidos, durante trabajos de mantenimientos ocasionando explosión e incendio.	6 defunciones, 9 lesionados y cuantiosos daños materiales.
1996	San Juan Ixhuatepec, Estado de México.	Incendio en la terminal Pemex. Derrame e incendio de gasolina en tanques de almacenamiento	4 defunciones y 15 lesionados.

FUENTE: EMERGENCIAS QUÍMICAS REPORTADAS A LA PROFEPA (PERIODO 2000-2021)

Tabla 3. Principales Accidentes Químicos en México 2000 a la fecha

Año	Lugar	Descripción	Consecuencias
2006	Pasta de Conchos, Coahuila.	Explosión en una mina por una acumulación de gas metano.	65 decesos de mineros. Quemaduras de primer y segundo grado a 11 trabajadores que lograron salir.
2010	Izúcar de Matamoros, Puebla.	Explosión en fábrica de pesticidas.	Exposición a nube de Dimetoato.
2010	San Martín Texmelucan, Puebla.	Explosión e incendio debido al combustible derramado a través de una perforación ilícita en un ducto de PEMEX.	30 personas fallecidas. 53 heridos y más de 100 viviendas afectadas.
2014	Cananea, Sonora.	Fallas en instalación de mina ocasionó derrame de 40,000 m ³ de lixiviados de sulfato de cobre acidulado en el Arroyo Tinajas.	Afectación a 4 cuerpos de agua. Daños a la salud de 270 personas
2016	Coatzacoalcos, Veracruz.	Explosión en el complejo petroquímico de Pajaritos, en la planta de Clorados 3 de la empresa Mexichem.	32 decesos y 136 heridos

FUENTE: EMERGENCIAS QUÍMICAS REPORTADAS A LA PROFEPA (PERIODO 2000-2021)

Estos accidentes muestran las consecuencias graves tanto en términos de pérdidas humanas como de impacto ambiental. Sin embargo, se observa que el número de decesos de los accidentes ocurridos en el periodo del 2000 a la fecha ha bajado considerablemente, del orden de los cientos al orden de las decenas.

En resumen, las tablas 2 y 3 muestran una serie de accidentes de origen químico en México a lo largo de diferentes años y lugares, con consecuencias graves en términos de pérdidas humanas, daños ambientales y sociales. Estos ejemplos resaltan la importancia de implementar y cumplir con regulaciones y medidas de gestión de riesgos ambientales para prevenir y mitigar los impactos negativos de dichos incidentes.

A continuación, se presentan algunas interpretaciones y comparaciones de los datos:

- Magnitud de las consecuencias: Ambas tablas muestran eventos con un alto costo humano y ambiental. En la tabla 2, destacan los accidentes de San Juan Ixhuatepec en 1984 y Guadalajara en 1992, que resultaron en un gran número de muertes,

lesionados y personas evacuadas. En la tabla 3, el accidente en la mina de Pasta de Conchos en 2006 y el estallido en la planta de Clorados 3 en Coatzacoalcos en 2016 también causaron un número significativo de muertes y heridos.

- Tipos de accidentes: Las tablas contienen una variedad de incidentes, incluyendo fugas, derrames, incendios y explosiones. La tabla 2 se enfoca principalmente en incidentes relacionados con la industria del petróleo y productos químicos, mientras que la tabla 3 abarca accidentes en minas y plantas de producción de pesticidas y productos químicos.
- Ubicación geográfica: Los accidentes ocurrieron en diferentes lugares de México. La tabla 2 menciona lugares como Veracruz, Campeche, Estado de México y Jalisco. La tabla 3 incluye incidentes en Coahuila, Puebla y Sonora. Estas ubicaciones geográficas dispersas resaltan la importancia de la gestión de riesgos ambientales en todo el país.
- Tipos de consecuencias: Las consecuencias de los accidentes también varían en naturaleza. En la tabla 2, se informan intoxicaciones, vertidos de petróleo, enfermedades relacionadas con la exposición a químicos, así como daños materiales significativos. En la tabla 3, las consecuencias se centran en quemaduras, exposición a productos químicos tóxicos y afectaciones a la salud de las personas.

3.2.1 Legislación Nacional En Materia De Riesgo Ambiental

En la figura 1, se muestra de manera esquemática la sucesión cronológica de eventos del desarrollo de la legislación nacional en materia de riesgo ambiental en México.



Figura 1. Antecedentes cronológicos de la legislación en materia de riesgo ambiental.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la tabla 4, se destacan aspectos específicos relacionados con la legislación en materia de riesgo ambiental con base en la figura 1. Estos eventos representan hitos importantes en el desarrollo de la legislación nacional en materia de riesgo ambiental en México.

Tabla 4. Aspectos importantes asociados con la legislación en materia de Riesgo Ambiental en México

Año	Aspecto asociado
1982	Fue creada la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), para garantizar el cumplimiento de las Leyes y reorientar la política ambiental del país.
1983	La Ley Federal de Protección al Ambiente (LFPA) introdujo por primera vez los estudios de riesgo, como parte del procedimiento de evaluación del impacto ambiental de los proyectos industriales. (1999, SEMARNAP, "Promoción de la prevención de accidentes Químicos").
1988	Se publicó la LGEEPA en el que se incorpora la obligación en las AAR de elaborar un PPA que incluyan Planes Externos para la Respuesta de Emergencia.
1992	Ocurrió la explosión en el drenaje de la Ciudad de Guadalajara, Jalisco. La causa se atribuye a un derrame de gasolina del poliducto Salamanca-Guadalajara en la colonia Álamo Industrial (efeméride Gobierno de México). De este incidente, por instrucción presidencial, se establecieron el Programa Nacional para la Prevención de Accidentes de Alto Riesgo Ambiental (PRONAPAARA) y la Creación de Comités Ciudadanos de Información y Apoyo para Casos de Prevención y Atención de Riesgos Ambientales.
1994	Se creó la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)
1996	Se modificó la LGEEPA por lo que se introdujo de forma obligatoria la elaboración de los estudios de riesgo.
2000	Se cambió la Ley de la Administración Pública Federal, dando origen a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
2015	Nace la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales que regula y supervisa la seguridad industrial, seguridad operativa y protección al ambiente respecto de las actividades del sector hidrocarburos.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.3 Marco legal

3.3.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

En la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se establecen las bases sobre las que se estructura el sistema jurídico de gestión de los accidentes que involucran sustancias químicas peligrosas. Estas se encuentran dispersas en toda la constitución y son referidas a los aspectos ambientales, a las actividades que pueden generar efectos negativos en el ambiente, la salud humana, el patrimonio cultural, entre otros. En la tabla 5, se presentan los artículos de la Constitución Mexicana que brindan el marco legal y los fundamentos para la gestión de los accidentes químicos en México, garantizando la protección del medio ambiente, contribuyendo a disminuir los riesgos, lo cual indirectamente, reducen las emergencias y riesgos ambientales.

Tabla 5. Artículos de la Constitución que enmarcan la gestión de los accidentes químicos.

Artículo	Descripción
4	<i>“Toda Persona tiene derecho a la protección de la salud.”</i>
25	<i>“Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.”</i>
27	Párrafo tercero <i>...” el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.”</i> <i>...” y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.”</i>

Artículo	Descripción
73	<p>Fracción XXIX-G</p> <p><i>“Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de las entidades federativas, de los Municipios y, en su caso, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.”</i></p>
123	<p>Fracción XIII</p> <p><i>“Las empresas, cualquiera que sea su actividad, estarán obligadas a proporcionar a sus trabajadores, capacitación o adiestramiento para el trabajo...”</i></p> <p>Fracción XV</p> <p><i>“El patrón estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y a adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera éste, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores, y del producto de la concepción, cuando se trate de mujeres embarazadas.”</i></p>

FUENTE: SEDESOL AHORA SECRETARÍA DE BIENESTAR, 2020

3.3.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

La legislación ambiental de México tiene como eje rector la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (**LGEEPA**), promulgada el 28 de enero 1988, cuya inspección y fiscalización recae en la **PROFEPA**, excepto lo relativo al agua.

Por primera vez en México, en este documento se indica lo relativo a la evaluación del riesgo ambiental de proyectos de obras o actividades, diferenciando dos grandes líneas de acción, la de la prevención y la de control.

Este ordenamiento cuenta con leyes reglamentarias en Materia de Impacto Ambiental, de Residuos Peligrosos, de Contaminación por Ruido, de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, de Prevención y Control de la Contaminación Generada por los Vehículos Automotores que Circulan en el DF (hoy CDMX) y su Zona Conurbada. Además, para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, de Áreas Naturales Protegidas y de Auditoría Ambiental. (**SEMARNAT, 2018**)

El análisis de riesgo se incorpora en el artículo 30 de la **LGEEPA**, así como en el Reglamento de la Ley en materia de impacto ambiental, en el que se señala que, en su caso, la manifestación de impacto ambiental deberá ir acompañada del resultado de riesgo correspondiente.

El marco jurídico en materia de riesgo ambiental se sustenta en los artículos presentados en la tabla 6:

Tabla 6. Artículos de la LGEEPA en materia de riesgo ambiental.

Artículo	Descripción
5 <i>fracción VI</i>	Establece que es facultad de la federación la regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas. Mientras que será atribución de los estados, (artículo 7, fracción IV), cuando se trate de actividades que no sean consideradas como altamente riesgosas para el ambiente.
30	Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la Ley, el estudio de riesgo será un anexo de la manifestación de impacto ambiental para la previa autorización de la actividad.
145	<p>La Secretaría promoverá que en la determinación de los usos del suelo se especifiquen las zonas en las que se permita el establecimiento de industrias, comercios o servicios considerados riesgosos por la gravedad de los efectos que puedan generar en los ecosistemas o en el ambiente tomándose en consideración:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las condiciones topográficas, meteorológicas, climatológicas, geológicas y sísmicas de las zonas; • Su proximidad a centros de población, previendo las tendencias de expansión del respectivo asentamiento y la creación de nuevos asentamientos; • Los impactos que tendría un posible evento extraordinario de la industria, comercio o servicio de que se trate, sobre los centros de población y sobre los recursos naturales; • La infraestructura existente y necesaria para la atención de emergencias ecológicas; y • La infraestructura para la dotación de servicios básicos.
146	La Secretaría, con previa opinión de las Secretarías de energía, de Comercio, y Fomento Industrial, de Salud, de Gobernación y del Trabajo y Previsión Social, conforme al Reglamento que para tal efecto se expida, establecerá la clasificación de las actividades que deban considerarse altamente riesgosas en virtud de las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas para el equilibrio ecológico o el ambiente, de los materiales que se generen o manejen en los establecimientos industriales, comerciales o de servicios, considerando, además, los volúmenes de manejo y la ubicación del establecimiento.
147	La realización de actividades industriales, comerciales o de servicios consideradas como altamente riesgosas, se llevarán a cabo con apego a lo

Artículo	Descripción
	<p>dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior.</p> <p>Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la Secretaría un estudio de riesgo ambiental, así como someter a la aprobación de dicha dependencia y de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.</p>
148	<p>Cuando para garantizar la seguridad de los vecinos de una industria que lleve a cabo actividades altamente riesgosas, sea necesario establecer una zona intermedia de salvaguarda, el Gobierno Federal podrá, mediante declaratoria, establecer restricciones a los usos urbanos que pudieran ocasionar riesgos para la población. La Secretaría promoverá, ante las autoridades locales competentes, que los planes o programas de desarrollo urbano establezcan que en dichas zonas no se permitirán los usos habitacionales, comerciales u otros que pongan en riesgo a la población.</p>
149	<p>Las entidades federativas regularán la realización de actividades que no sean consideradas altamente riesgosas, cuando éstas afecten el equilibrio de los ecosistemas o el ambiente dentro de la circunscripción territorial correspondiente, de conformidad con las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables.</p> <p>La legislación local definirá las bases a fin de que la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, coordinen sus acciones respecto de las actividades a que se refiere este precepto.</p>

FUENTE: LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, 2023.

3.3.3 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Riesgo Ambiental

A la fecha, existen reglamentos de la **LGGEPA** en materia de evaluación de impacto ambiental, en materia de prevención y control de la contaminación de la atmosfera, en materia de ordenamiento ecológico, en materia de auto regulación y auditorías ambientales, entre otros.

Sin embargo, cómo se aprecia en la figura 2, no existe un Reglamento por parte de la **LGEEPA** en materia de estudios de riesgo ambiental que determine lo que es una **AAR**. Para poder disminuir los riesgos inherentes a las **AAR**, las cuales resultan necesarias y que, aunque no deben prohibirse, si regularse estrictamente, es muy importante que se emita el ya tan retrasado reglamento en la materia. (Morales, 2014)

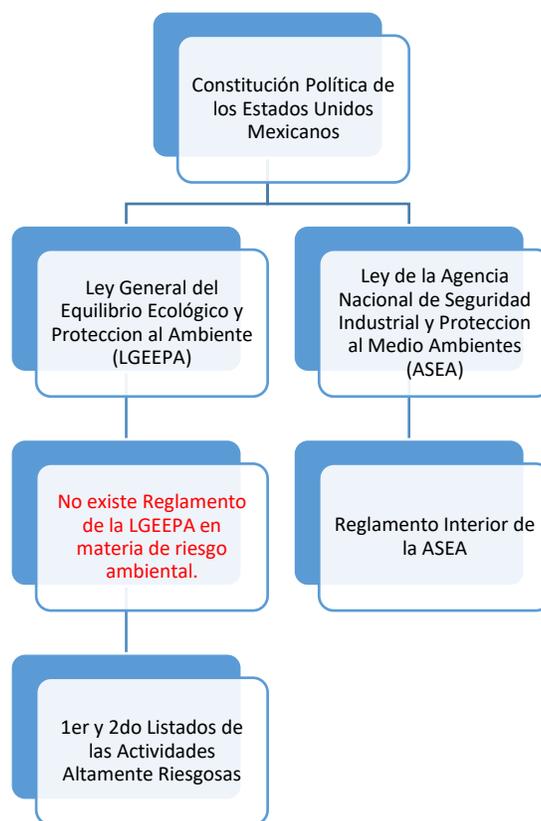


Figura 2. Jerarquía en el marco legal en materia de riesgo ambiental.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Dentro de la página de la Dra. Cristina Cortinas de Nava¹ se encontró un proyecto de reglamento de la **LGEEPA** en materia de materiales, residuos peligrosos y actividades consideradas como **AAR** en agosto del 2000. No obstante, aun cuando este proyecto fue aprobado por cuatro secretarías no llegó a publicarse, y solo sirve como antecedente de los esfuerzos por regular los materiales peligrosos a lo largo de su ciclo de vida integral, incluyendo cuando se convierten en residuos peligrosos, contaminan los sitios o intervienen en accidentes de alto riesgo que los liberan al ambiente.

¹ <https://cristinacortinas.org/sustentabilidad/download/proyecto-de-reglamento-de-materiales-residuos-y-actividades-altamente-riesgosas-2000/>

3.3.4 Listados de Actividades Altamente Riesgosa (LAAR)

La cantidad y las características físicas y químicas de las sustancias involucradas en una actividad industrial o de servicios (en proyecto o en operación), así como en un transporte, constituyen los factores de mayor importancia para definir su grado de riesgo. Es por ello, que se han constituido listados de sustancias peligrosas reguladas (principalmente tóxicas o explosivas e inflamables) para las cuales se han fijado cantidades de reporte o de control.

De acuerdo con lo estipulado en el artículo 1º y artículo 2º del Primer y Segundo listado de Actividades Altamente Riesgosas, respectivamente, se considera como actividad altamente riesgosa, el manejo de sustancias peligrosas en cantidades iguales o superiores a la cantidad de reporte.

La cantidad de reporte se define como la *cantidad mínima de sustancia peligrosa en producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final, o la suma de éstas, existentes en una instalación o medio de transporte dados, que, al ser liberada, por causas naturales o derivadas de la actividad humana, ocasionaría una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes* (Primer Listado de Actividades Riesgosas, 1990)

En México, de acuerdo con la **LGEEPA** la clasificación de las actividades riesgosas se sustentó en el uso de sustancias peligrosas en cantidades que ameritarán su control (llamadas cantidades de reporte). Posteriormente se elaboraron y publicaron en el Diario Oficial de la Federación, los listados de sustancias tóxicas (el 28 de marzo de 1990) e inflamables y explosivas (el 4 de mayo de 1992), y sus cantidades de reporte.

Para calcular las cantidades de reporte o de control, se tomó como referencia una distancia de 100 metros, en torno a las fuentes emisoras; dentro de la cual, para el caso de sustancias tóxicas, se alcanzarán valores de concentraciones iguales al IDLH (Peligro Inmediato para la Salud, por sus siglas en inglés). Los valores IDLH se basaron en efectos que pudieran ocurrir como consecuencia de una exposición de 30 minutos;

El criterio de distanciamiento de 100 metros se adoptó considerando que al desprenderse un gas o evaporarse una sustancia líquida tóxica o inflamable, se formará una nube con forma elíptica, que, por la acción del viento, llevará a dicha sustancia a concentrarse en el extremo de la elipse (concentración IDLH para sustancias tóxicas y/o la concentración equivalente al Límite Inferior de Explosividad, LIE, para sustancias inflamables). Para ello,

se tomaron en cuenta las consideraciones señaladas en la Guía de Acciones de Emergencia para selección de materiales peligrosos, publicada en 1978 por el Departamento de Transporte (DOT) de Estados Unidos.

En los **LAAR** están incluidas todas las sustancias que:

- tienen un IDLH menor de 10 mg/m³.
- se producen, manejan o transportan en México en grandes volúmenes (aunque no sean tóxico-agudas, porque en caso de liberarse podrían presentar problemas serios al considerarse su concentración en el ambiente),
- se encuentren en cantidades tales que, de producirse una liberación, ya sea por fuga o derrame de estas, provocaría la formación de nubes inflamables cuya concentración sería semejante a la de su límite inferior de inflamabilidad, en un área determinada por una franja de 100 m de longitud en torno a las instalaciones o medio de transporte dados,
- generen ondas de sobre presión de 6895 Pa (1 lb/pulg²) en una franja similar a la anterior en el caso de formación de nubes explosivas.

En total se reunieron en los dos listados 481 sustancias (233 tóxicas y 248 inflamables y explosivas).

3.3.4.1 Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas

Establece las cantidades de reporte que definen a una actividad altamente riesgosa, por el manejo de *sustancias tóxicas*. (Fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990.). Estas actividades son la producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final de las sustancias que se indican, cuando se manejen volúmenes iguales o superiores a las cantidades de reporte.

3.3.4.2 Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas

Establece las cantidades de reporte que definen a una actividad altamente riesgosa, por el manejo de *sustancias inflamables y explosivas*. (Fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992.)

3.4 Autoridades para la regulación ambiental de AAR en México

3.4.1 Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Actualmente la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (**SEMARNAT**) es la dependencia de gobierno a nivel federal encargada de la creación, instrumentación y aplicación de lineamientos para la protección del medio ambiente (**Estructura Orgánica SEMARNAT, 2003**)

La **SEMARNAT** tiene como objetivo incorporar en los diferentes ámbitos de la sociedad y de la función pública, criterios e instrumentos que aseguren la óptima protección, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales del país, conformando así una política ambiental integral e incluyente que permita alcanzar el desarrollo sustentable. (**SEMARNAT, 2017**)

En esta Secretaría se encuentra la Subsecretaría de Regulación Ambiental (**SRA**), la cual funge como la responsable oficial de la mejora regulatoria ante la Comisión Nacional de Mejora Regulatoria; coordina la ejecución y el envío de los programas de mejora regulatoria, las propuestas regulatorias y sus respectivos análisis de impacto regulatorio que elaboren las distintas unidades administrativas la inscripción, modificación y baja de trámites y servicios a cargo de la Secretaría; expide los criterios, lineamientos y procedimientos de certificación de calidad ambiental, con excepción de los criterios, lineamientos y procedimientos de certificación de calidad ambiental relativas a las Actividades del Sector Hidrocarburos.

Además, la SRA, identifica los elementos que deban integrarse a las políticas ambientales de la Secretaría, los propone a la Subsecretaría de Política Ambiental y Recursos Naturales, y participa en su formulación e integración y expide, los lineamientos a que deberán sujetarse las unidades administrativas que tenga adscritas y las oficinas de representación de la Secretaría. (**Reglamento Interior SEMARNAT, 2022**)

La **SEMARNAT** se encuentra conformada por diversas Direcciones Generales, dentro de las cuales destacan la DGGIMAR y la **DGIRA (Martínez, 2020)**. En la figura 3, se presenta

un diagrama con la estructura dentro de la **SEMARNAT** de las autoridades competentes en materia de riesgo ambiental.

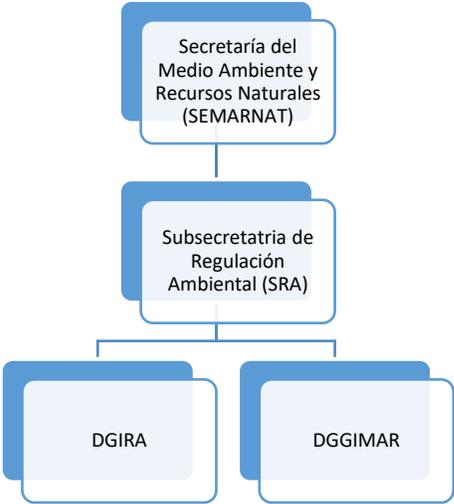


Figura 3. Autoridades Ambientales Federales encargadas de regular las AAR
 FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Como se observa en la figura 4, los procedimientos técnico-administrativos correspondientes a la autorización en materia de riesgo ambiental en la gestión de proyectos nuevos, se realizan ante la **DGIRA**, mientras que la gestión de proyectos en operación se realiza ante la DGGIMAR.

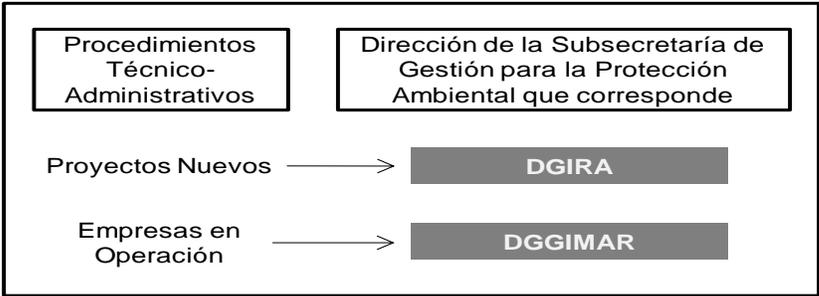


Figura 4. Correspondencia de procesos de gestión de AAR.
 FUENTE: MANUAL PARA LA GESTIÓN DE RIESGO AMBIENTAL. IPN. INGENIERÍA EN SISTEMAS AMBIENTALES, 2020.

3.4.2.1 Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA)

La **DGIRA** está involucrada en la aplicación de la política general sobre impacto y riesgo ambiental. Dentro de sus funciones se encuentra la evaluación de la Manifestación de Impacto Ambiental (**MIA**) en su modalidad regional y los **ERA** que se integren a las mismas, de acuerdo con el artículo 30 de la **LGEEPA**.

Cuando proceda da autorización para la realización de la **MIA** y **ERA**, así como analizar y resolver los informes preventivos. Tiene la autoridad de modificar, suspender, anular, nulificar y revocar dichos documentos.

Además, emite observaciones y recomendaciones sobre los documentos de **ERA** y **MIA**; y establece conforme a las disposiciones jurídicas aplicables, los lineamientos generales de carácter técnico y administrativo para la expedición, trámite y revisión de la documentación relativa a la presentación de estos. **(Reglamento Interior de la SEMARNAT, 2022)**

3.4.1.2 Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR)

La DGGIMAR está directamente involucrada en la ejecución de los diversos procedimientos administrativos que resultan de la aplicación de la **LGPGIR** y su reglamento, particularmente de aquellos relacionados con el registro de los generadores de residuos peligrosos y de sus planes de manejo, la emisión de autorizaciones de manejo de residuos peligrosos (**MRP**), la recepción de los planes de manejo y de los informes anuales de generadores y de empresas prestadoras de servicios, la elaboración y actualización del inventario de generación de residuos peligrosos y de la capacidad instalada para su manejo, así como en aspectos relacionados con la caracterización de sitios contaminados y los programas de remediación correspondientes. **(Cortinas de Nava, 2016)**

3.4.2 Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA)

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, mejor conocida como Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (**ASEA**) es un órgano administrativo desconcentrado de la **SEMARNAT** que regula y supervisa la seguridad industrial, seguridad operativa y protección al ambiente respecto de las actividades del sector hidrocarburos.

Se creó el 2 de marzo de 2015, ya que en el Art. 19 transitorio de la Reforma Energética se establecieron las bases para la creación de una agencia gubernamental encargada de regular y supervisar las instalaciones y actividades del sector hidrocarburos en seguridad industrial, operativa y protección al medio ambiente. (**Blog de la ASEA, 2016**)

En la figura 5, se presenta un diagrama de las regulaciones que realiza la **ASEA**.

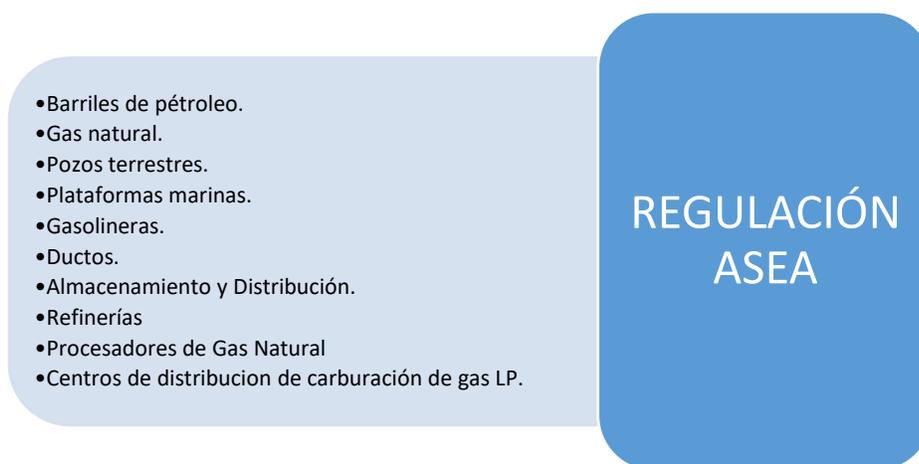


Figura 5. Regulaciones a cargo de la ASEA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En esta Agencia se desarrollan principalmente dos estudios: los **ERA**, los cuales pueden ser de carácter federal o estatal dependiendo de las actividades desarrolladas, y los Estudios de Impacto Ambiental (**EIA**) los cuales siempre son de carácter federal.

3.5 Autoridades para la regulación ambiental de AR en México.

El panorama general de la gestión de riesgos ambientales a nivel estatal en México refleja una variedad de enfoques y avances en la protección del medio ambiente y la prevención de riesgos. Cada estado en México tiene su propia legislación y regulaciones ambientales, lo que ha dado lugar a diferencias en la forma en que se aborda la gestión de riesgos en cada entidad.

En términos generales, la mayoría de los estados en México cuentan con leyes y regulaciones que establecen lineamientos para la prevención, evaluación y gestión de los riesgos ambientales. Estas normativas se centran en áreas como la evaluación del impacto ambiental, la prevención de la contaminación, la gestión de sustancias peligrosas, la protección de los recursos naturales y la respuesta a emergencias ambientales.

Algunos estados han desarrollado guías específicas para la elaboración de estudios de riesgo ambiental, que proporcionan orientación técnica y metodológica para evaluar y gestionar los riesgos asociados a proyectos industriales o actividades riesgosas. Estas guías incluyen información sobre la identificación de peligros, la identificación de escenarios de riesgo, la jerarquización de riesgos y las zonas de salvaguarda, entre otros aspectos relevantes.

La efectividad de las guías estatales puede variar en cada estado. Algunas guías pueden ser más completas y detalladas, mientras que otras pueden requerir actualización y mejora. Es importante destacar que la implementación de las guías y la gestión de riesgos ambientales en general dependen de la voluntad política y los recursos disponibles en cada estado.

Además de las guías estatales, es fundamental que exista una coordinación efectiva entre las autoridades estatales, municipales y federales en materia de gestión de riesgos ambientales. Esto incluye la colaboración en la evaluación de impacto ambiental, la supervisión y monitoreo de actividades de riesgo, la respuesta a emergencias y la aplicación de sanciones en caso de incumplimiento.

3.6 Conceptos básicos

Para iniciar, es necesario identificar la diferencia entre peligro y riesgo, en la tabla 7 se incluyen las principales diferencias.

Tabla 7. Diferencias entre Peligro y Riesgo.

Peligro	Riesgo
<ul style="list-style-type: none">• Cualitativo• Se identifica• Asociado a una condición	<ul style="list-style-type: none">• Cuantitativo• Se evalúa• Asociado a una probabilidad• Nunca se reduce a cero

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Según J. Casal (2001) los peligros se identifican (condiciones que pueden producir un accidente) y los riesgos se evalúan (probabilidad de que un peligro se convierta realmente en un accidente).

Uno de los principios de la administración de riesgos por el manejo de **AAR** es que los riesgos no pueden reducirse a cero. Lo anterior, debido a que siempre existirá la probabilidad de ocurrencia de un evento considerando las condiciones (peligros) asociadas.

Análisis de Riesgo en los Procesos y Análisis de Consecuencias

Desde el punto de vista técnico, un **ERA** se compone de un Análisis de Riesgo en los Procesos (**ARP**) y un Análisis de Consecuencias (**AC**).

Un ARP está integrado por las metodologías utilizadas para la identificación de peligros, identificación de escenarios y jerarquización de riesgos, siendo el principal objetivo identificar el Daño Máximo Probable (**DMP**) y Daño Máximo Catastrófico (**DMC**) para después, a través del AC, cuantificar los efectos y dibujar en un plano de arreglo general de la Instalación (lay out) las Zonas de Riesgo y Amortiguamientos del **DMC** y **DMP**.

González en el 2017, hace una propuesta asociada con las principales etapas de las metodologías que pudieran utilizarse en un ARP. La metodología propuesta la nombra como "Pirámide invertida".

Como se observa en la figura 6, la metodología consta de entradas, las cuales corresponden a la metodología a emplear para cada etapa del ARP, y salidas de documentos que servirán como insumos para la siguiente etapa del proceso.

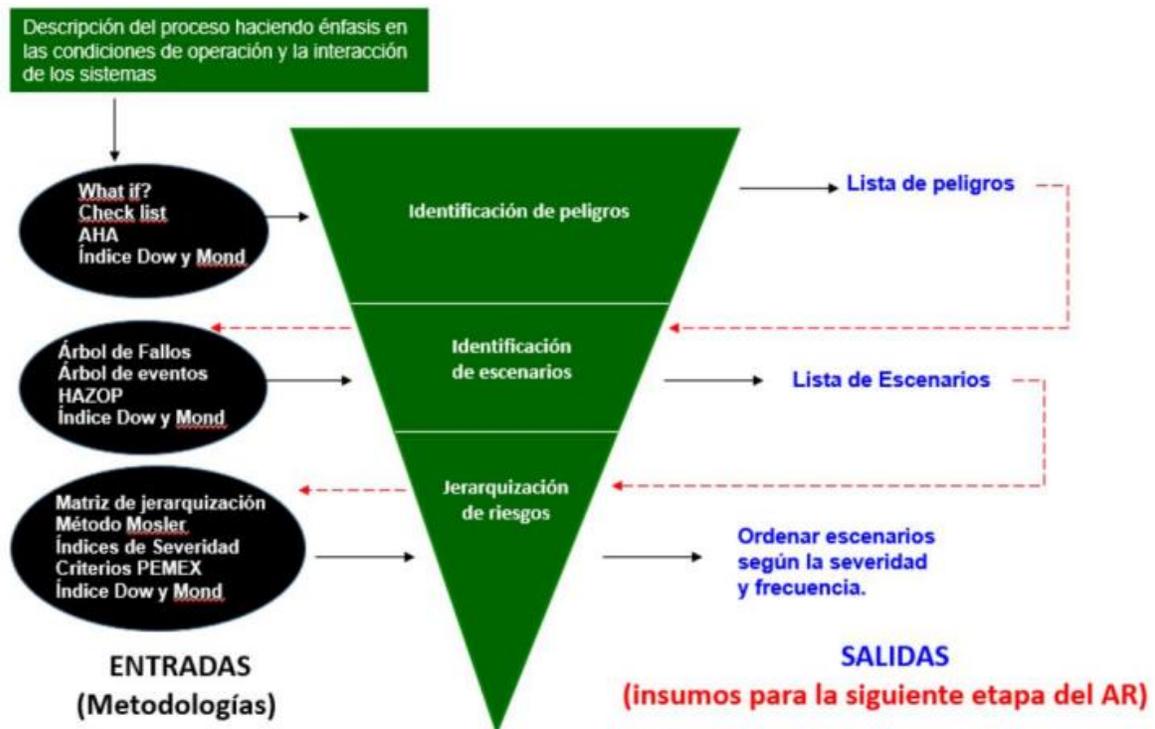


Figura 6. Pirámide invertida (integración de las metodologías utilizadas en los AR)
 FUENTE: REVISTA 39 AISOHMEX, 2017

Un AC se define como un método deductivo relativo a la estimación sobre los posibles daños al personal, la población y al medio ambiente (**Revista 56 AISOHMEX, 2021**). Su objetivo principal es determinar las Zonas de Riesgo y Amortiguamiento por el manejo de insumos químicos mediante una modelación de eventos.

Una parte fundamental de los AC es la simulación o modelación de eventos que pueden realizarse a través de métodos algebraicos o simuladores de riesgo, según los escenarios que se identificaron en el ARP.

En la figura 7, se identifica de manera general las partes medulares de una modelación de eventos. Los datos de entrada son un elemento crucial en la modelación de eventos, ya que proporcionan la información necesaria para alimentar el modelo y realizar las simulaciones, además, influirán directamente en la precisión y confiabilidad de los resultados del modelo. Por ello, es importante asegurarse de que los datos de entrada estén actualizados y sean verificados con los operadores y personal del Sistema que se está analizando.



Figura 7. Funcionamiento general de una modelación de eventos
 FUENTE: ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO. FACULTAD DE QUÍMICA. 2022

En la actualidad existen tres tipos de modelos matemáticos para la simulación de eventos: determinísticos, probabilísticos o estocásticos y heurísticos. Los más usados son los heurísticos de los cuales destacan: Archie, ALOHA, SCRI, Phast, iRespond y Aermod.

Según la Guía para la elaboración de Programas para la Prevención de Accidentes de la CFE (SPA00-01, 2019) un Accidente Mayor, es aquel evento cuyos efectos por su alcance, rebasan los límites de la instalación industrial o comercial en que se encuentran una o más insumos químicos; dañando la flora, fauna, seres humanos o bienes materiales; alterando las características del ambiente o los ecosistemas.

Un **Riesgo Ambiental**, de acuerdo con la Guía para la Presentación del Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo de la **SEMARNAT**, se define como la posibilidad de que se produzca un daño o catástrofe en el medio ambiente debido a un fenómeno natural o a una acción humana. Derivado de lo anterior, en la figura 8 se incluye la representación gráfica de la relación que existe entre el riesgo y los efectos por los eventos de **AAR**.

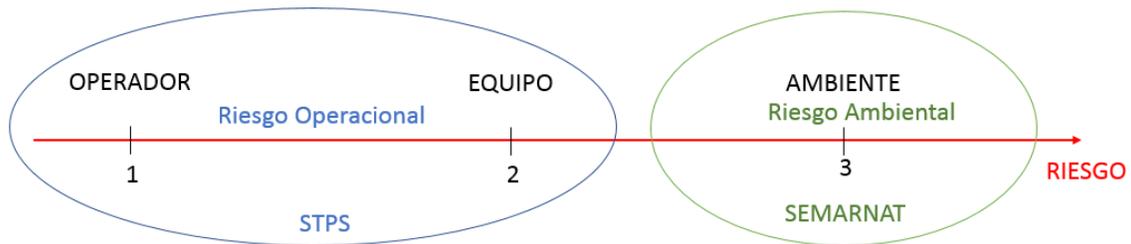


Figura 8. Diferencia entre Riesgo Operacional y Ambiental
 FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

El Procedimiento de Evaluación del Riesgo Ambiental es un instrumento de carácter preventivo mediante la aplicación sistemática de políticas, procedimientos de análisis, evaluación y control de riesgos, con el objetivo de proteger a la sociedad y al ambiente anticipando la posibilidad de liberaciones accidentales de sustancias consideradas como peligrosas por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas (**CRETIB**) en las instalaciones y evalúa su impacto potencial sobre el ambiente en caso de presentarse un evento no deseado, de manera tal que éste pueda prevenirse, mitigarse o restaurarse (SEMARNAT, 2016).

De acuerdo con la Agencia de Protección ambiental de E.U.A (**EPA**), una evaluación de riesgos para un contaminante tóxico del aire integra los resultados de estudios sobre los efectos en la salud tanto de animales como de humanos expuestos al contaminante. Asimismo, incorpora los resultados de investigaciones que estiman los niveles de exposición de las personas a distintas distancias de la fuente del contaminante.

La evaluación de riesgos para contaminantes tóxicos del aire es esencial, ya que las liberaciones continuas de estos agentes pueden tener consecuencias significativas para la salud humana. Incluso a concentraciones aparentemente bajas, estos contaminantes pueden inducir efectos crónicos en la población expuesta. Este riesgo se agrava por la falta de regulación y supervisión adecuadas en algunas regiones. A destacar que, a pesar de la creciente conciencia global sobre la importancia de la evaluación de riesgos, aún existen lugares, como México, donde la regulación y la implementación de medidas para controlar la liberación de contaminantes tóxicos pueden no ser tan efectivas como se desearía.

En el contexto mexicano, la ausencia de un marco regulatorio sólido puede aumentar la vulnerabilidad de la población a los efectos adversos de la exposición a contaminantes tóxicos del aire. Sin embargo, es crucial señalar que esta preocupación no es exclusiva de México y puede aplicarse a otras regiones del mundo donde la implementación de medidas para abordar emisiones peligrosas puede ser insuficiente. Es necesario adoptar enfoques proactivos para evaluar y gestionar los riesgos asociados con la exposición continua a estos contaminantes.

En este contexto, herramientas como el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (**RETC**) desempeñan un papel crucial. El **RETC** proporciona una plataforma que permite a las autoridades, la industria y el público en general acceder a información sobre las emisiones de contaminantes en México. Al utilizar tecnologías y bases de datos

actualizadas, el **RETC** contribuye a una evaluación más precisa de los riesgos asociados con la liberación de contaminantes tóxicos del aire, facilitando así la toma de decisiones informada para la implementación de medidas regulatorias y la protección de la salud pública.

El procedimiento para realizar un ERA en México consta de los siguientes niveles: nivel 0, 1, 2 y 3 denominados de la siguiente manera: Ductos terrestres, Informe Preliminar de Riesgo, Análisis de Riesgo y Análisis Detallado de Riesgo. Dichos estudios tienen como objetivo contar con la información mínima y suficiente para identificar y evaluar los eventos que pueden originar un riesgo ambiental, según las AAR que se originen en una determinada instalación para incorporar medidas de seguridad tendientes a evitar o minimizar los efectos potenciales a su entorno en caso de un accidente. El nivel de estudio dependerá de la complejidad de los procesos industriales a desarrollar.

En la actualidad, la **SEMARNAT** cuenta con las siguientes guías para desarrollar los ERA de proyectos y plantas en operación:

- guía para la elaboración del estudio de riesgo ambiental para instalaciones en operación, SEMARNAT-07-008 (Guía única con cuatro niveles, incluye el de ductos terrestres),
- guía de la **SEMARNAT** para la elaboración del Estudio de Riesgo (**ER**), Modalidad Análisis de Riesgo para proyectos nuevos que no se encuentren en operación y requieran autorización en materia de Impacto y Riesgo Ambiental, ya sea en su Modalidad Particular o Regional, y que involucren el manejo de sustancias o desarrollo de actividades consideradas como altamente riesgosas

La **ASEA**, órgano desconcentrado de la **SEMARNAT**, cuenta con la guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector de hidrocarburos.

La **SEMARNAT** solamente evalúa los Estudios de Riesgo incluidos en una Manifestación de Impacto Ambiental. En el caso de presentar un Informe Preventivo, el **ERA** se requerirá salvo disposición normativa que así lo establezca, esto es importante destacarlo ya que actualmente la **LGEEPA** solo señala que el estudio de riesgo debe estar incluido en una manifestación de impacto ambiental y no en un informe preventivo.

3.7 Estado actual sobre los ERA's en México.

3.7.1 DGIRA-Proyectos Nuevos

De acuerdo con la Base de Datos del Sistema Nacional de Información Ambiental y Recursos Naturales (**SNIARN**), durante el periodo comprendido del 2007 al 2021, el sector que ingresó el mayor número de **ERA's** en la DGIRA fue el clasificado como “petróleo y derivados” con 452 estudios (35.62% del total). Otro sector que representa un porcentaje importante de los ingresados en el periodo fue la generación de energía (204 estudios; 13.63 % del total) seguido por el de química (173; 13.63%) (Figura 9)

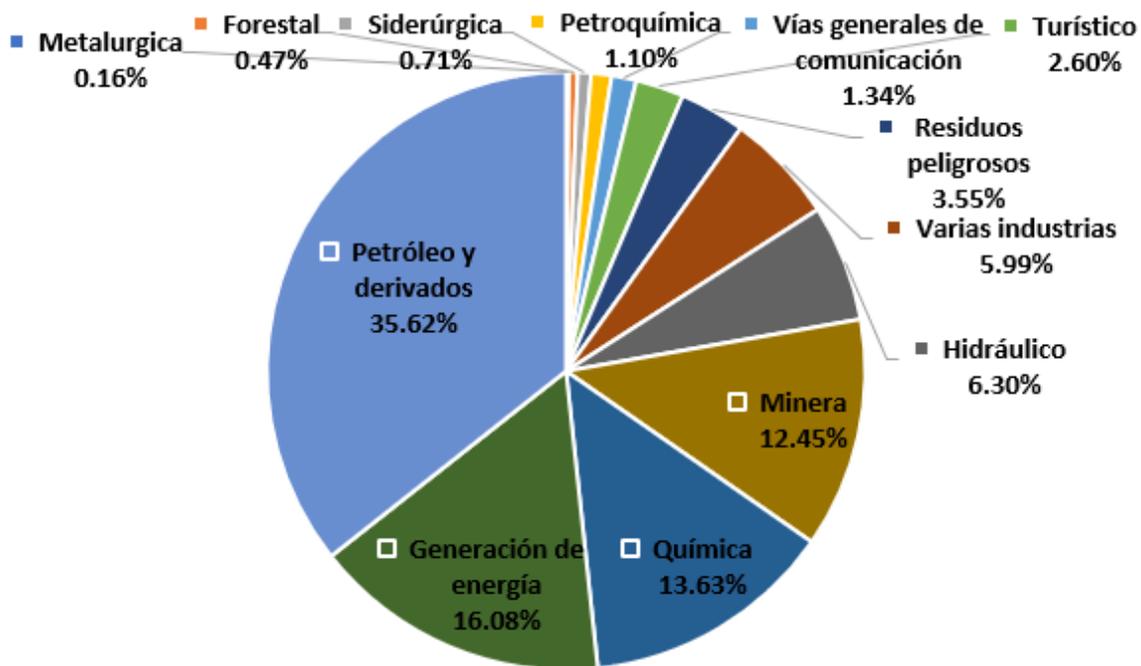


Figura 9. Estudios de riesgo ambiental ingresados a la DGIRA por tipo de industria 2007-2021

FUENTE: SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, DIRECCIÓN GENERAL DE IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL, MAYO, 2022.

Los datos de tales giros corresponden al mes de febrero de 2015. La consideración de actividad de riesgo no está en función de un determinado giro o sector. La clasificación de las actividades que se consideran altamente riesgosas se establece en virtud de las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico - infecciosas para el equilibrio ecológico o el ambiente, de los materiales que se generen o

manejen en los establecimientos industriales, comerciales o de servicios considerando, además, los volúmenes de manejo y la ubicación del establecimiento.

En el desglose de esta información por giro industrial, la categoría "Varias industrias", Incluye agroquímica, automotriz, cervecera, alimentos, papelera, construcción. El rubro "Otros", que se utilizó hasta 2004, se refiere a los proyectos relativos a vías generales de comunicación, proyectos hidráulicos, forestales, turísticos, de generación de energía mismos que, a partir de 2005, se desglosan de manera específica.

3.7.2 DGIRA-Plantas en operación

Según la información de la Base de Datos del **SNIARN**, durante el periodo comprendido del 2007 al 2021, el sector que ingresó el mayor número de **ERA** fue el clasificado como "Otros" con 1978 estudios (38.88% del total) , e incluye a los relacionados con plantas de tratamiento de aguas residuales y las plantas potabilizadoras de agua que usan cloro gaseoso en los procesos; a las plantas que comercializan amoniaco anhidro (NH_3) como fertilizante; a las industrias formuladoras de agroquímicos, pesticidas, insecticidas y fertilizantes; las que producen hielo y que utilizan NH_3 como gas refrigerante; a aquellas que se dedican al cromado y niquelados de partes mecánicas; a las plantas armadoras automotrices que manejan solventes; y a los establecimientos que almacenan y comercializan grandes cantidades de sustancias químicas, entre otras. Otro sector que representa un porcentaje importante de los ingresados en el periodo fue el petróleo y sus derivados (1213 estudios; 23.84 % del total) seguido por el de alimentos y bebidas (858; 16.86%) (Figura 10)

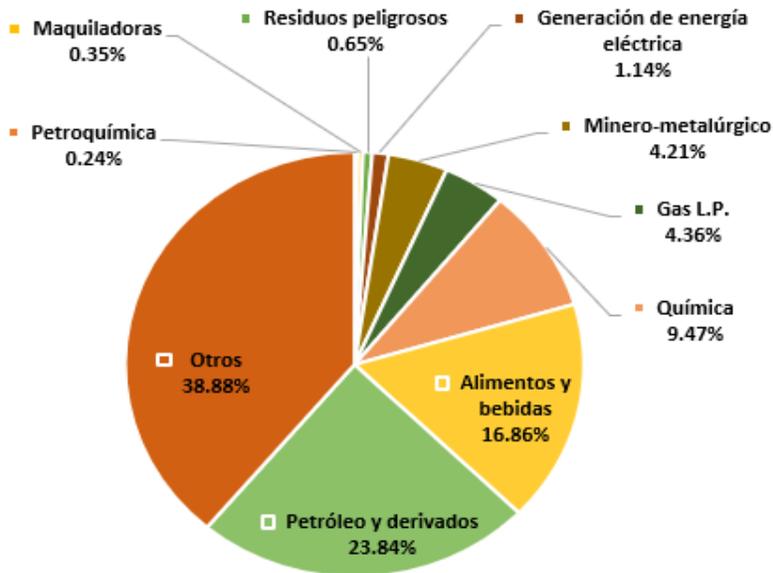


Figura 10. Estudios de riesgo ambiental ingresados a la DGGIMAR por tipo de industria 2007-2021

FUENTE: SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE MATERIALES Y ACTIVIDADES RIESGOSAS, MAYO, 2022.

Entre el 2007 y 2021 se ingresaron 5,525 ERA en todo el país. El año con la mayor cantidad fue 2008, con 577 estudios (10.01% del total realizado en ese lapso de catorce años), mientras que el año con menos estudios de riesgo fue 2016, con 201 estudios, es decir, el 3.75% del total (Figura 11).

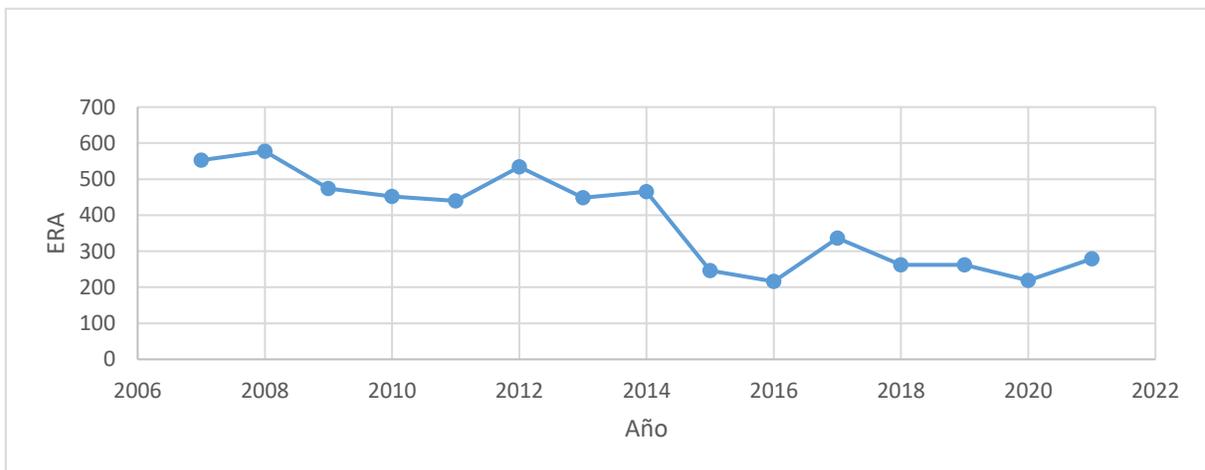


Figura 11. ERA ingresados 2007-2021

FUENTE: SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE MATERIALES Y ACTIVIDADES RIESGOSAS, MAYO, 2022.

ERAs en la ASEA

De acuerdo con la Base de Datos del **SNIARN**, a partir de marzo de 2015, la ASEA es responsable de la recepción y registro de los **ERA** del Sector Hidrocarburos. Con este cambio, la información de los giros industriales Petróleo y derivados y "Gas L.P" dejan de generarse por **DGGIMAR**. Es por ello por lo que en la figura 11 se identifica un decremento de los estudios ingresados en ese año.

Durante el lapso de cinco años, desde el 2017 al 2021, se ingresaron 1125 **ERA** en todo el país. El año con la mayor cantidad fue 2017, con 336 estudios (24.7% del total realizado en ese lapso), mientras que el año con menos estudios de riesgo fue 2020, con 210 estudios, 16.1% del total (Figura 12).

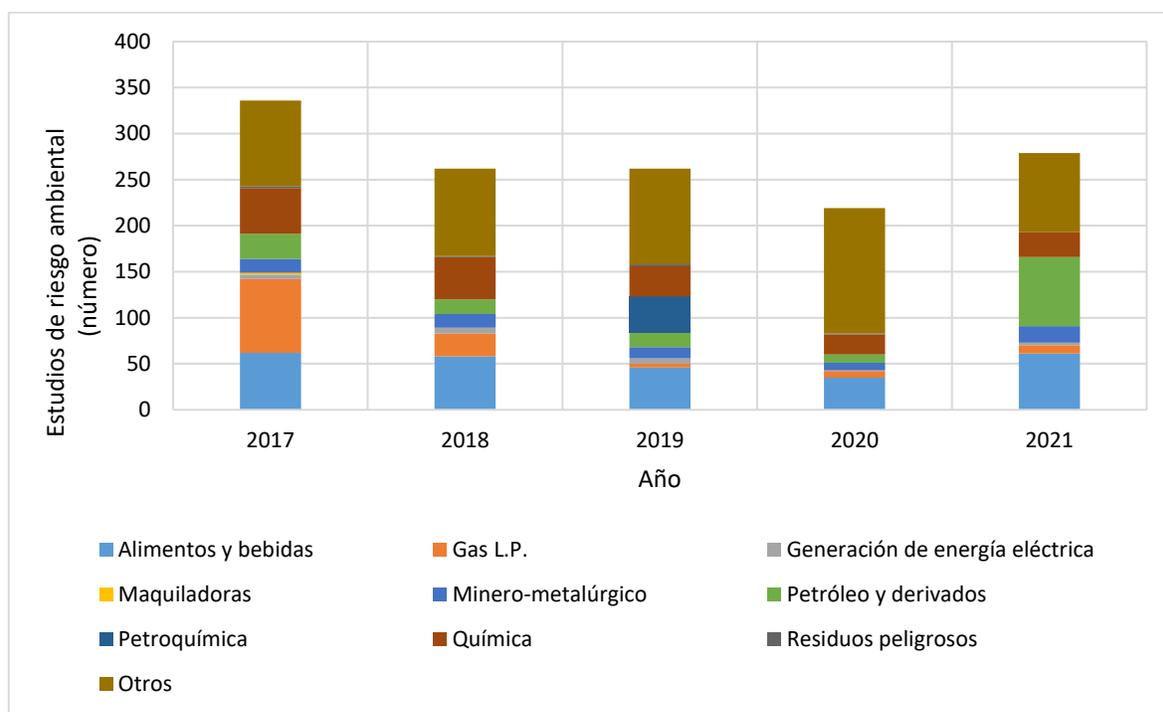


Figura 12. Estudios de riesgo ambiental ingresados por tipo de industria 2017-2021

FUENTE: SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE MATERIALES Y ACTIVIDADES RIESGOSAS, MAYO, 2022.

3.7.3 Proyectos Nuevos del Sector de Hidrocarburos

De acuerdo con la Base de Datos del **SNIARN**, durante el periodo de 2015 a 2021, se observa que el sector "Gasero" fue el que ingresó el mayor número de **ERA** de proyectos nuevos, con un total de 231 estudios, lo que representa aproximadamente el 66.02% del total de **ERA** ingresados en ese periodo. Por otro lado, el sector "Petrolero" también tuvo una contribución significativa, con un total de 121 estudios ingresados, lo que representa aproximadamente el 33.70% del total. En contraste, el sector petroquímico tuvo una participación mínima, con solo 1 estudio ingresado, lo que representa aproximadamente el 0.28% del total. (Figura 13). Mientras tanto, el sector petroquímico ha tenido una participación muy limitada en términos de ingreso de **ERA**.

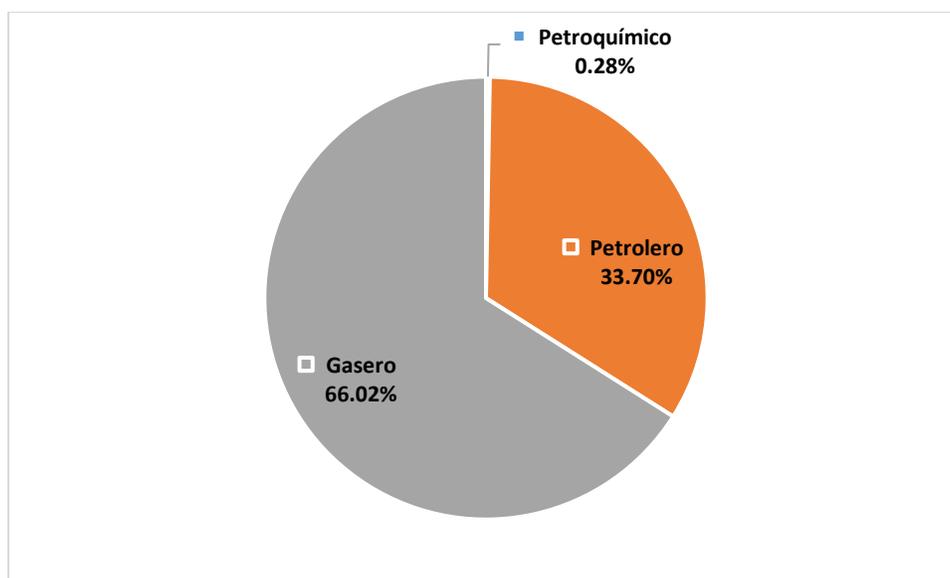


Figura 13. Estudios de riesgo ambiental de proyectos nuevos del sector hidrocarburos por giro industrial, competencia de la ASEA 2015-2021

FUENTE: SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS, JUNIO, 2022.

Estos datos indican que el sector "Gasero" es el que ha mostrado mayor interés en realizar los estudios de riesgo ambiental para nuevos proyectos, posiblemente debido a la importancia y la creciente demanda del gas en diversas áreas de la industria y el consumo doméstico. Por otro lado, aunque el sector "Petrolero" también ha realizado un número considerable de **ERA**, su participación es menor en comparación con el sector "Gasero".

Estos resultados podrían ser utilizados para enfocar esfuerzos en el fortalecimiento de la gestión ambiental y la implementación de medidas de prevención y mitigación en los sectores que presentan un menor número de **ERA**, como el sector petroquímico, para promover su participación en la evaluación y gestión de riesgos ambientales.

3.7.4 Plantas en Operación del Sector de Hidrocarburos

De acuerdo con la Base de Datos del **SNIARN**, para los **ERA** de plantas en operación ingresados en la **ASEA** del 2015 al 2021 nuevamente se observa que el sector “Gasero” fue el que presentó el mayor número de estudios con un total de 202, lo que representa aproximadamente el 47% del total de **ERA** ingresados en ese periodo. El sector “Petrolero” también tuvo una participación significativa con un total de 197 estudios ingresados, lo que representa aproximadamente el 45% del total. En el sector “Petroquímico” sólo se ingresaron 36 estudios, es decir, aproximadamente el 8% del total. (Figura 14)

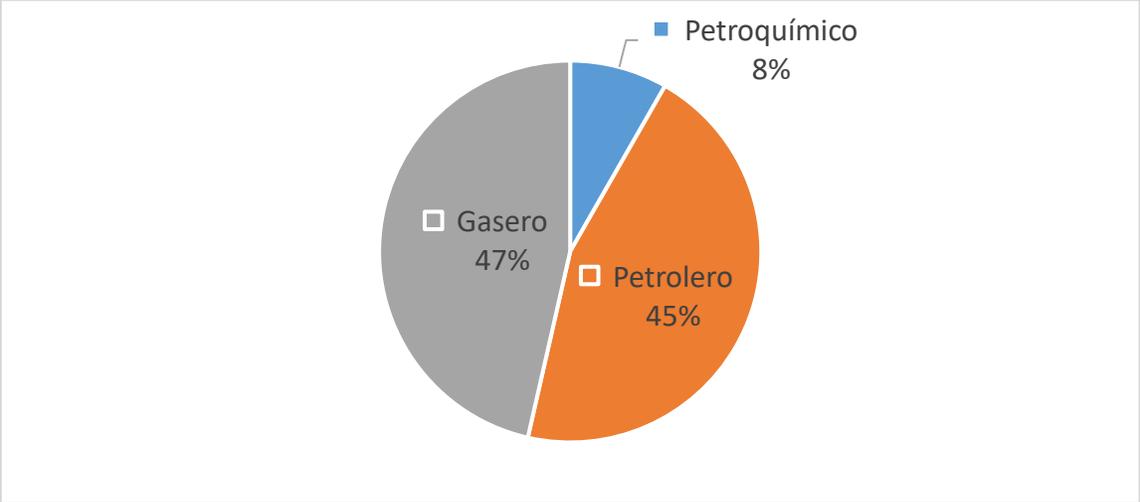


Figura 14. Estudios de riesgo ambiental de plantas en operación del sector Hidrocarburos por giro industrial, competencia de la **ASEA**

FUENTE: SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS, JUNIO, 2022.

3.7.5 ERA's ingresados por entidad federativa de México

De acuerdo con la Base de Datos del **SNIARN**, en el periodo comprendido entre 1992 y 2021, Tabasco ingresó el mayor número (1 068 estudios; 8.85% del total de estudios), seguido por el estado de México (963; 7.98%), Veracruz (854; 7.07%) y Tamaulipas (637; 6.37%); en contraste, los estados que menos estudios presentaron fueron Baja California Sur (71; 0.59%), Nayarit (78; 0.65%), Quintana Roo (125; 1.04%) y Morelos (127 estudios, 1.07%) (Figura.15).

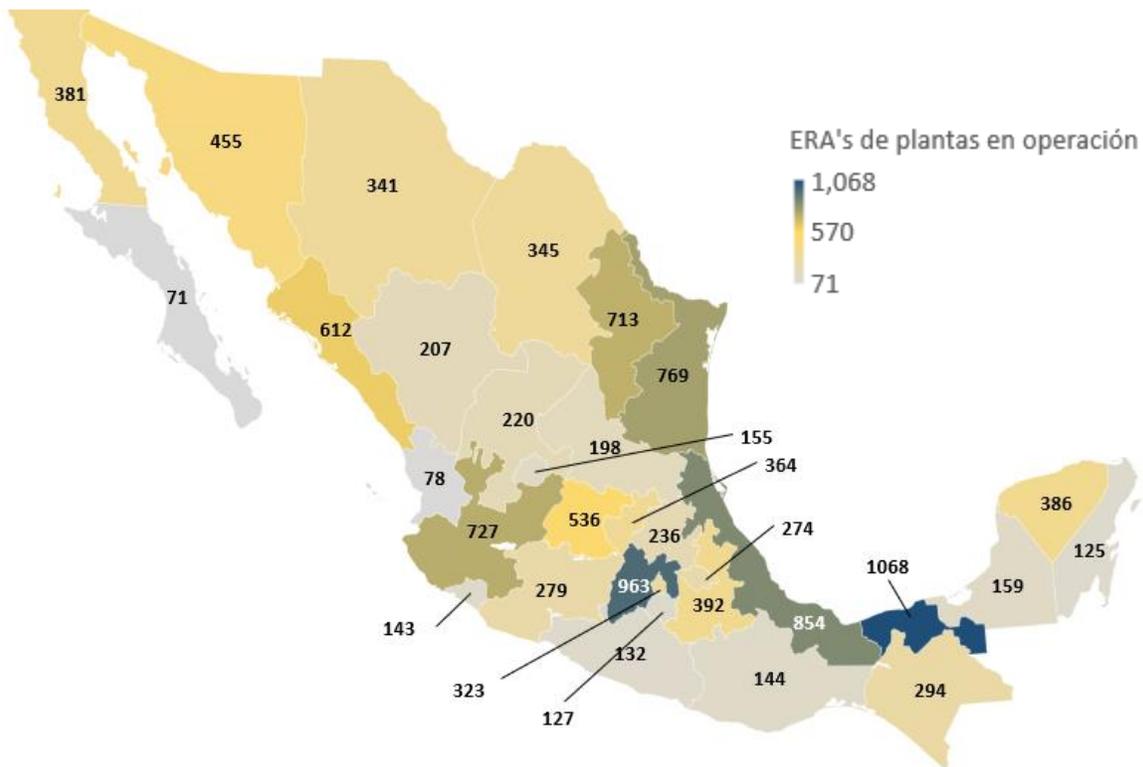


Figura 15. Estudios de riesgo ambiental de plantas en operación² por entidad federativa, 1992-2021

FUENTE: SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, JUNIO, 2022.

² Son aquellas plantas que se encuentran en operación y que realizan actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosos.

Entre los años 2015 y 2021, la **ASEA** recibió un total de 435 **ERA** competencia de plantas en operación en diferentes entidades federativas de México. Estos datos proporcionan una visión interesante sobre la distribución de los estudios ingresados a nivel estatal.

En la figura 15, Tabasco se destaca como el estado con el mayor número de estudios ingresados, con un total de 48, lo que representa aproximadamente el 11.03% del total de estudios en ese periodo. Esta cifra indica una atención significativa hacia la evaluación y gestión de los riesgos ambientales asociados a las plantas en operación ubicadas en Tabasco. La presencia de la industria petrolera y gasera en esta región podría explicar este mayor número de estudios.

El estado de México ocupa el segundo lugar en términos de cantidad de estudios ingresados, con un total de 42, lo que representa aproximadamente el 9.66% del total. Esto indica la importancia de esta entidad como centro de operaciones de plantas en funcionamiento y la necesidad de evaluar y gestionar los riesgos ambientales correspondientes.

Veracruz se sitúa en el tercer lugar con 34 estudios ingresados, aproximadamente el 7.82% del total, mientras que Campeche se encuentra en el cuarto lugar con 29 estudios, representando aproximadamente el 6.67% del total.

Por otro lado, los estados con menor número de estudios ingresados son Baja California Sur y Nayarit, ambos con solo 1 estudio cada uno, lo que representa aproximadamente el 0.23% del total para cada estado. Colima y Morelos se destacan también por tener un bajo número de estudios ingresados, con 2 estudios cada uno, lo que representa aproximadamente el 0.46% del total para cada estado. Estos datos podrían indicar una menor actividad industrial en estos estados o una menor atención hacia la evaluación de los riesgos ambientales en las plantas en operación.

Lo anterior justifica el que se realice este trabajo de tesina, tomando dicha área de oportunidad, para elaborar dentro de una página web un análisis técnico de las guías en materia de riesgo ambiental que contemple las guías estatales y federales para elaborar ERA's. A continuación, se presenta el desarrollo de este trabajo.

4. Desarrollo del mapa digital

Este proyecto busca realizar un análisis técnico de las guías estatales para elaborar un estudio de riesgo ambiental en México. Mediante el análisis de las guías federales y estatales, se busca identificar puntos relevantes, evaluar metodologías, establecer calificaciones y presentar los resultados de manera interactiva a través de un mapa digital

En la tabla 8, se incluyen las principales actividades que se realizaron para atender los objetivos de este trabajo, la metodología aplicada y los resultados esperados de cada actividad realizada.

Tabla 8. Principales actividades para el desarrollo del trabajo

Actividad	Objetivo	Metodología	Resultados
1. Revisión de la documentación base.	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la aplicación de cada guía. • Presentar el contenido de la guía. • Determinar la información necesaria para realizar el trámite de ERA • Establecer las metodologías sugeridas • Identificar los parámetros establecidos para zonas de salvaguarda. • Proporcionar información de contacto de la dependencia encargada. 	Consulta de información mediante páginas web oficiales, solicitud de información específica vía correos y llamadas telefónicas.	Sección "Gestión Federal" dentro de la herramienta interactiva

Actividad	Objetivo	Metodología	Resultados
2. Elaboración de la metodología de comparación de la documentación base.	Identificar similitudes y diferencias en: <ul style="list-style-type: none"> • Alcance. • Pago de Derechos. • Metodologías para desarrollar el ERA. • Criterios para determinar Zona de Salvaguarda. 	Uso de tablas y gráficas de Excel. Uso de conocimientos de programación en html y css para presentar la información en formato de página web.	Sección “Análisis Federal” dentro del herramienta interactiva
3. Revisión de guías estatales.	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la existencia de la guía estatal. • Presentar el contenido de la guía. • Determinar la información necesaria para realizar el trámite de ERA (pago de derechos, padrón de servicios y tiempo de respuesta). • Establecer las metodologías sugeridas por la guía. • Identificar los parámetros establecidos para zonas de salvaguarda. • Proporcionar información de contacto de la dependencia encargada. 	Consulta de información mediante páginas web oficiales, solicitud de información específica vía correos y llamadas telefónicas.	Sección de “Análisis Estatal” dentro de la herramienta interactiva
4. Elaboración de la metodología para asignación de calificación a guías estatales.	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer una calificación en base a los criterios propuestos en el Anexo A. 	Ponderación de puntos relevantes de acuerdo con 3 apartados: <ul style="list-style-type: none"> • Marco jurídico (1 punto cada rubro) <ul style="list-style-type: none"> ○ Estructura ○ Accesibilidad ○ Dependencia encargada • Aspectos Técnicos (1 punto cada rubro) 	En la información de cada estado, se encontrará la sección “Calificación Otorgada” dentro herramienta interactiva

Actividad	Objetivo	Metodología	Resultados
		<ul style="list-style-type: none"> ○ Criterios de Zona de Salvaguarda ○ Metodologías ○ Paquetería (Software) ○ Nivel de detalle ○ Metodologías cuantitativas ○ Cálculos de probabilidad <ul style="list-style-type: none"> ● Formatos y guías (0.5 puntos cada rubro) <ul style="list-style-type: none"> ○ Existencia de guía. ○ Formatos 	
<p>5. Elaboración de la metodología de comparación de las guías estatales.</p>	<p>Realizar una comparación de la información estatal para determinar la situación actual en:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Existencia de guías ● Pago de derechos ● Padrón de servicios ● Existencia de una dependencia encargada ● Tiempo de respuesta ● Metodologías sugeridas ● Parámetros para zona de salvaguarda ● Calidad de las guías de acuerdo con calificación asignada. 	<p>Uso de tablas y gráficas de Excel.</p> <p>Uso de conocimientos de programación en html y css para presentar la información en formato de página web.</p>	<p>Mapa de la República Mexicana con información en materia de riesgo ambiental.</p>
<p>6. Elaboración de página web.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Presentar de forma digital y de fácil acceso a todo el trabajo realizado. 	<p>Uso de conocimientos de programación en html y css para presentar la información en formato de página web.</p>	<p>Página web.</p> <p>Enlace:</p> <p>http://eramex_000webhost.app.com/</p>

5. Resultados

En la tabla 9 se proporciona una descripción sobre la estructura de la página y sus diferentes secciones y apartados, junto con el enlace al anexo B para su visualización.

Tabla 9. Resultados

Nombre	Descripción	Visualización
1. Página Principal	<p>Página de inicio, se compone de tres secciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico • Mapa Estatal • Análisis Estatal <p>El objetivo de mostrar directamente el mapa y el análisis estatal es resaltar las principales diferencias entre las guías a nivel estatal utilizadas en la elaboración de Estudios de Riesgo Ambiental en México siendo las guías federales el punto de referencia.</p>	<p>Figura B1</p>
1.1 Diagnóstico	<p>El objetivo es orientar al usuario para determinar si se llevan a cabo Actividades Altamente Riesgosas (AAR) o Actividades Riesgosas (AR). Con base en esta información, se puede determinar si la gestión del trámite de Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) es de competencia federal o estatal.</p> <p>En esta sección se encuentran los siguientes apartados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herramienta diagnóstica • Legislación Federal • Mapa estatal (regreso a página principal) 	<p>Figura B2</p>
1.1.1 Herramienta Diagnóstica	<p>A través de un cuestionario desarrollado en Excel (herramienta diagnóstica), que se relaciona con la cantidad existente de las sustancias en la instalación, se determina si la gestión requiere un trámite federal o estatal.</p> <p>La “Herramienta Diagnóstica” se encuentra en un enlace directo de descarga, destacado en color azul y subrayado, para poder usar el archivo de Excel, siguiendo las Instrucciones para su correcto uso.</p>	<p>Figura B3</p>

Nombre	Descripción	Visualización
	<p>Si el resultado son AAR, ir a los apartados “Legislación Federal” y “Análisis Federal”.</p> <p>Si el resultado son AR, regresar a la página principal mediante el botón “Mapa Estatal” (regreso a la página principal).</p>	
1.1.3 Análisis Federal	<p>Dentro de esta página se encuentra la comparación y análisis de las 3 guías federales: DGIRA, ASEA y DGGIMAR en las que se comparan: alcance, pago de derechos de acuerdo con el nivel del estudio, las metodologías para desarrollar el estudio y los criterios para determinar la zona de salvaguarda.</p>	Figura B5
1.1.4 Regreso a Mapa Estatal	<p>Si se determina que se trata de AR, se regresa a la página principal mediante el botón “Mapa Estatal”.</p>	Figura B2
1.2 Mapa Estatal	<p>Esta sección corresponde al mapa de la república mexicana en materia de riesgo ambiental, en el que se encuentran cada una de las guías estatales en materia de riesgo ambiental del país. Al pasar el cursor por el estado de interés, este quedará sombreado con un color quinda y se mostrará su nombre.</p>	Figura B1
1.2.1 Guía estatal	<p>Una vez seleccionado el estado, se abrirá una nueva ventana la cual nos mostrará su página correspondiente. Esta se estructura de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre y logo del estado. • Situación y calificación otorgada a la guía. <p>Se indica si el estado cuenta o no con una guía estatal propia y se otorga una calificación con base a los criterios establecidos en el documento “Anexo A”. Para poder acceder damos clic en el recuadro de la calificación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contenido para el llenado del formato de ERA de acuerdo con la guía estatal. Se indica la fecha de emisión y resumen del contenido de la guía. • Información necesaria para realizar el trámite de ERA. Se indica el nombre de la guía, el pago de derechos correspondiente (con su enlace), el padrón de servicios (igual con su referencia), la dependencia encargada del trámite y el tiempo de respuesta. 	Figura B6

Nombre	Descripción	Visualización
	<ul style="list-style-type: none"> • Metodologías sugeridas por la guía. Se marcan con una “X” las metodologías que sugiere cada guía para identificar peligros, identificar escenarios y jerarquizarlos. • Zonas de Salvaguarda. Se indican los criterios para determinar la zona de salvaguarda y zona de amortiguamiento par aun incendio, explosión y toxicidad. • Información de Contacto. Se proporciona la información de contacto del área encargada del trámite, así como el enlace de descarga de la guía, junto con enlaces de interés en la materia ambiental. 	
1.3 Análisis Estatal	<p>Usando la información correspondiente a cada estado sobre el trámite y guía de ERA, se realizó un análisis comparativo de toda la información recopilada de las 32 entidades federativas. Este análisis se presenta en la sección “Análisis Estatal” y su contenido es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción. Aquí se encuentra el enlace para consultar el “Anexo A” • Información necesaria para realizar el trámite <ul style="list-style-type: none"> ○ Pago de derechos ○ Padrón de servicios ○ Dependencia encargada y tiempo de respuesta. • Metodologías sugeridas para ERA • Parámetros para establecer zona de salvaguarda • Calificación otorgada <p>Como se observa, esta estructura es muy similar a la del apartado correspondiente al “Análisis Federal”, ya que este sirvió como base para desarrollar el análisis estatal.</p>	<p>Figura B7</p>

Para el análisis y comparación de las guías federales, se tomó como base la información presentada en el Anexo C de este documento, de lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

- Las 3 guías federales presentan diferentes ámbitos de aplicación.
- Las guías son claras y detallan cada capítulo.
- Existe información clara sobre la gestión en materia de riesgo ambiental federal.
- Existe una homologación en criterios de costos de gestión del estudio.

De la misma manera, utilizando la información de cada estado, Anexo D, se realizó el análisis de las guías estatales para elaborar un **ERA** obteniéndose lo siguiente:

- Solo 22 estados cuentan con una guía para elaborar **ERA**.
- La cuota más alta para la gestión de un **ERA** es la del estado de Nuevo León y la más económica de Yucatán.
- Se identificó que 24 estados requieren un prestador de servicios ambientales para elaborar el **ERA**.
- Todos los estados cuentan con una dependencia encargada del trámite.
- El plazo máximo para la respuesta del **ERA** son 90 días hábiles.
- Solo 12 estados sugieren en su guía metodologías para realizar el **ERA**.
- La metodología más sugerida es **FMEA**.
- El criterio para establecer la Zona de Salvaguarda no varía entre los estados.
- Las guías más completas corresponden a los estados de Baja California, Quintana Roo y Tabasco, la que es deficiente es la del estado de Sinaloa.

6. Discusión

Guías federales

El ámbito de aplicación de las tres guías para elaborar **ERA** (**DGIRA**, **DGGIMAR**, **ASEA**) a nivel federal es diferente, sin embargo, coinciden en que el estudio de riesgo se divide por niveles. Las similitudes de las guías se refieren a la gestión y al pago de derechos ya que son las mismas independiente de la guía que se utilice.

La guía de la **DGGIMAR** es la que sugiere mayor número de metodologías para elaborar un **ERA** con un total de 10. Divididas de la siguiente manera según el modelo de pirámide invertida para realizar ARP1: 4 para identificar peligros, 5 para identificar escenarios y 1 para jerarquizar riesgos. No obstante, la guía de la **ASEA** no se quedó atrás, pues sugiere un total de 9: 5 para identificar peligros, 3 para identificar escenarios y 1 para jerarquizar riesgos. En ese mismo contexto la guía de la **DGIRA** cuenta únicamente con 5 metodologías sugeridas: 1 para identificar peligros, 3 para identificar escenarios y 1 para jerarquizarlos.

Con base en lo anterior es posible afirmar que la guía de la **DGIRA** es la menos específica ya que deja más a criterio la realización del **ERA** por parte del analista.

Las 3 guías federales establecen los mismos criterios para la determinación de la zona de riesgo y la zona de amortiguamiento, ya que son los lineamientos que establece la **SEMARNAT**.

Se puede concluir que existe información clara y homogénea en la gestión federal. Las guías son completas y claras, detallan su marco jurídico aplicable, son fáciles de acceder, y detallan cada capítulo de la guía, explicando cada punto.

Guías estatales

Actualmente, de los 32 estados de la república mexicana, 22 estados sí cuentan con una guía específica para realizar un **ERA**. Los 10 estados que no tienen un guía son: Baja California Sur, Campeche, Coahuila, Ciudad de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Tlaxcala y Zacatecas. Estos estados al no contar con una guía usualmente recomiendan hacer uso de las guías federales para el estudio. En la página respectiva a cada estado se detallan sus particularidades.

Usando los criterios propuestos en el “Anexo A”, para la calificación de las guías existentes a nivel estatal: 10 estados obtuvieron una calificación igual o mayor a 5.5. siendo los estados con calificación mayor: Baja California, Quintana Roo y Tabasco con 8,7.5 y 7.5 respectivamente. Los estados con menor calificación fueron: Sinaloa (2), Colima, Nuevo León, y Oaxaca con 3.5 respectivamente.

Representa un área de oportunidad en la materia, los estados con calificaciones tan bajas (2 y 3.5). Esto sugiere que aún hay mucho trabajo por hacer en términos de cumplimiento de las guías estatales en estos lugares. Es necesario que los estados con calificaciones más bajas tomen medidas urgentes para mejorar y abordar las áreas que representan “vacíos” que llevan a la evaluación y gestión ineficiente de los riesgos por el manejo de actividades riesgosas.

La anterior evaluación, incluida en el “Anexo A” de la sección Análisis Estatal, fundamenta la importancia de contar con guías estatales claras y criterios de evaluación consistentes para garantizar la calidad y el cumplimiento en materia de riesgo ambiental de todos los estados.

A pesar de que no todos los estados presentan guías para estudios de riesgo ambiental, eso no es impedimento para que se realicen dichos estudios. Los estados en los que el costo por la gestión de un estudio de riesgo ambiental es más alto son: Nuevo León con \$51, 870.00, Baja California Sur con \$38,895.00 y Ciudad de México con \$33,420.00. Los estados en los que el costo por la gestión de un estudio de riesgo ambiental es más bajo son: Yucatán con \$4,788.00, San Luis Potos con \$5,705.70 y Guanajuato con \$6,472.00.

Las diferencias en los costos pueden atribuirse a las leyes y regulaciones fiscales establecidas por cada estado, lo que refleja las particularidades y las decisiones que toman en relación con los estudios de riesgo ambiental.

Los estados de Coahuila, Jalisco, Sinaloa y Tamaulipas no especifican un costo sólo por la resolución del estudio de riesgo, contemplan el costo dentro de la Manifestación de Impacto Ambiental. Esto muestra que los enfoques y las prácticas pueden variar entre los estados en relación con la gestión de los estudios de riesgo ambiental.

En promedio, para el 2023, en México el costo por un estudio de riesgo ambiental es de: \$16,315.24. Esta cifra proporciona un punto de referencia para evaluar el valor económico asignado a la evaluación y gestión de los riesgos ambientales en el país.

Para poder realizar el estudio se requiere que lo elabore una persona autorizada, sea física o moral, que se encuentre en el padrón de servidores estatal correspondiente. Se encontró que los estados de Chiapas, Morelos, Michoacán, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora y Veracruz no especifican o no requieren dicho prestador para elaborar el estudio.

Todos los estados cuentan con una dependencia encargada del trámite, sin embargo, hay una notable variación en el tiempo de respuesta entre ellos. Los estados de Aguascalientes, Jalisco, Quintana Roo y San Luis Potosí son los que incluyen mayor tiempo para la gestión del trámite (90 días hábiles), en cambio en Nayarit y Yucatán el tiempo de respuesta es menor (15 días hábiles). Este contraste en los tiempos de respuesta puede deberse a diversos factores, como la capacidad de procesamiento de las dependencias encargadas, la carga de trabajo, los recursos disponibles, entre otros.

Así, en México, el tiempo promedio para la respuesta del trámite es de 49 días hábiles. Este dato proporciona una referencia general sobre el tiempo que las personas pueden esperar para obtener una respuesta en el proceso administrativo. Es importante resaltar la importancia de la eficiencia en los procesos administrativos, ya que un tiempo de respuesta más rápido puede agilizar trámites y facilitar la toma de decisiones. Asimismo, aquellos estados que presentan un tiempo de respuesta más prolongado podrían evaluar formas de optimizar y agilizar sus procesos para brindar un servicio más eficiente a los solicitantes.

De los 32 estados, se encontró que en la actualidad 10 no tienen guía para elaborar un **ERA**. Esto implica que un tercio de los estados carecen de una estructura clara y detallada que oriente el proceso de evaluación de riesgos ambientales en su jurisdicción.

Asimismo, se destaca que de los 22 estados restantes que sí tienen guía, solamente 12 sugieren alguna metodología para elaborar un **ERA**. Esto significa que menos de la mitad de los estados proporcionan directrices específicas sobre la metodología a seguir en la evaluación de riesgos ambientales. En cambio, las guías en muchos casos pueden consistir simplemente en una lista de requisitos a cumplir, sin especificar una metodología recomendada.

En cuanto a las metodologías recomendadas, se menciona que el **FMEA** (Análisis de Modo y Efecto de Fallas) es la más recomendada para la identificación de peligros, mientras que el **HAZOP** (Análisis de Peligros y Operabilidad) se sugiere para la identificación de escenarios. Además, solo se sugiere la matriz de riesgos o cualquier otro método cuantitativo para la jerarquización de riesgos, sin especificar otras alternativas.

Se resalta la falta de uniformidad y orientación en la elaboración de **ERA** en los estados de México. La falta de guías específicas y metodologías claras puede dificultar la consistencia y la calidad de los procesos de evaluación de riesgos en el país. Es conveniente que más estados implementen guías con metodologías recomendadas para garantizar una evaluación de riesgos ambientales más sólida en todo el país.

Con relación a los criterios para la determinación de las zonas de riesgo y amortiguamiento sólo 9 estados los presentan, esto implica que menos de la mitad de los estados proporcionan directrices claras en cuanto a la determinación de dichas zonas en el contexto de la evaluación de riesgos. Asimismo, se identifica que estos 9 estados coinciden en utilizar como referencia el mismo criterio establecido en las guías federales, lo que representa que existe cierta coherencia y alineación entre los estados que han desarrollado guías específicas, ya que adoptan el mismo valor o uno ligeramente menor en comparación con las guías federales.

La consistencia en referencia a las guías federales para la determinación de las zonas de riesgo y amortiguamiento representa un hecho positivo en términos de homogeneidad y claridad. Al establecer criterios similares basados en estándares federales, se promueve una mayor uniformidad en la identificación y delimitación de estas zonas en los diferentes estados.

Actualización página web

Dado que la página web contempla información referente al 2023 se propone un trabajo de actualización constante para mantener vigente todas las ligas e información estatal correspondiente.

Además, se propone continuar mejorando la interfaz de usuario para hacerla aún más intuitiva y accesible. Esto incluirá mejoras en la navegación, la presentación de datos y la capacidad de búsqueda, para que los usuarios encuentren rápidamente la información que están buscando.

7. Conclusiones

Mediante la página <http://eramex.000webhostapp.com/> se cumplen los objetivos planteados para el desarrollo de este trabajo identificando en principio un instrumento de consulta que facilita el diagnóstico y la situación actual de las guías federales y estatales para elaborar un Estudio de Riesgo Ambiental (**ERA**) en México.

En cuanto al diagnóstico en materia de riesgo ambiental a nivel estatal se identifica que actualmente sólo 22 estados de la República Mexicana cuentan con una guía específica para realizar un **ERA**, siendo los estados de Baja California Sur, Campeche, Coahuila, Ciudad de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Tlaxcala y Zacatecas los que no presentan una Guía formal para realizar los **ERA's** estatales por el manejo de Actividades Riesgosas.

Desde el punto de vista técnico el 37.5 % sugiere metodologías para la elaboración de los Análisis de Riesgos en los Procesos según el modelo de Pirámide Invertida, mientras que el 28.13 % presenta criterios para determinar la zona de riesgo y amortiguamiento, datos fundamentales para la realización del diagrama de pétalos, resultado principal de los análisis de consecuencias.

En resumen, el cumplimiento de los objetivos generales y particulares ha permitido generar un diagnóstico técnico completo de las guías estatales en materia de riesgo ambiental y su integración en un mapa interactivo en una página web. Esto representa un avance significativo en la gestión y consulta de las guías relacionadas con la elaboración de una **ERA**, proporcionando una herramienta valiosa para los profesionales y personal en general involucrados en la evaluación y gestión de riesgos ambientales en México.

8. Referencias

- Ángeles H. Marisol. (2006) Sustancias peligrosas, riesgo y salud en México. Marco Normativo. Instituto de Investigaciones Jurídicas.
- Casal, J. Montiel H. (2001) , Análisis del Riesgo en instalaciones Industriales, 1a ed. Alfaomega, España, pp.361
- Curso-Taller (2022) “De La Identificación De Peligros Al Análisis De Consecuencias” impartido por la Gerencia de Protección Ambiental de CFE.
- Flores D. Judith, Piceno H. Sandra. (2012) *Análisis de riesgo en una industria química*. [Tesis de Licenciatura, Instituto Politécnico Nacional].
- Gabarrell X (2008). Evaluación de riesgos en Centroamérica. Capítulo 12 Seguridad Industrial. Documenta Univeritaria. Girona (España), recuperado de http://www.creaf.uab.es/propies/pilar/libroriesgos/13_Cap%C3%ADtulo12.pdf
- González,R. (2017) Bondades y Beneficios de los Análisis de Riesgos. Revista Seguridad Industrial - AISOHMEX 39, pp. 16-18, recuperado de <https://www.calameo.com/books/004464348bcc2eda284b1>
- González,R. (2019) Metodologías aplicables a los Análisis de Riesgos en los Procesos. Revista Seguridad Industrial AISOHMEX 48, pp. 14-16, recuperado de <https://www.calameo.com/books/004464348fa316f155541>
- González,R. (2020) Administración de Riesgos por el manejo de sustancias químicas (Modelo Reloj de Arena) Revista Seguridad Industrial AISOHMEX 50, pp. 11-12, recuperado de <https://www.calameo.com/books/0044643489be28fc095c9>
- González,R. (2021). Elementos que deben considerarse en un Análisis de Riesgos en los Procesos por el manejo de gas en una casa habitación. Revista Seguridad Industrial AISOHMEX 55, pp.4-7, recuperado de <https://www.calameo.com/books/0044643480eb4c7d9a263>
- González,R. (2021). Identificación de los elementos de ARP en los documentos normativos de la STPS y la SEMARNAT aplicables a nivel federal en México. Revista Seguridad Industrial AISOHMEX 57, pp 29-31 recuperado de <https://www.calameo.com/books/0044643484c74f482cebe>
- González,R. (2021). Recomendaciones para la elaboración de un Análisis de Consecuencias por el manejo de insumos químicos. Revista Seguridad Industrial

AISOHMEX 56, pp.4- 8 recuperado de <https://www.calameo.com/books/0044643481a499de06979>

- Guía DGIRA (s.f.). Guía para la presentación de estudio de riesgo modalidad análisis de riesgo. extraído de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/120998/Guia_Estudio_de_Riesgo_Analisis_de_Riesgo_.pdf
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al ambiente. Última reforma publicada DOF 08-05-2023
- Liñan A, Rodríguez C. (2002) Análisis de Riesgo Ambiental y su aplicación al almacenamiento y manejo de cloro industrial Revista Universidad Autónoma de Nuevo León, Recuperado de <http://eprints.uanl.mx/1123/>
- Martínez Castillo Abril Gardenia, Reséndiz Aboytes Guadalupe, Torres Chávez Astrid Giselle. (2020) Manual para la gestión de riesgo ambiental, Capítulo 1. Instituto Politécnico Nacional.
- Morales, P. (2014). Actividades de Alto Riesgo y su Regulación. Recuperado de <https://ganar-ganar.mx/pdf/r71/62.pdf>
- Página Dra Cristina Cortinas de Nava, Recuperado de: https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/publicaciones/MOE/MOE_DGIRA_2022.pdf
- Prevención de Riesgos en la Industria química. https://prevencion.asepeyo.es/wp-content/uploads/R1E17081-Guía-Prevención-de-riesgos-en-la-industria-química_Asepeyo.pdf
- PROFEPA. (2022). Emergencias químicas en México, recuperado de <https://www.gob.mx/profepa/articulos/emergencias-quimicas-en-mexico>
- Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana (2021). Serie de fascículos. Riesgos Químicos, 2ª edición, CENAPRED, extraído de: <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/133-FASCCULORIESGOSQUIMICOS.PDF>
- SEDESOL. (s.f.) Serie de monografías 5. Prevención y preparación de la respuesta en caso de accidentes químicos en México y en el mundo. Instituto Nacional de Ecología. Recuperado de: http://centro.paot.org.mx/documentos/sedesol/preve_prepa_mundo.pdf

- SEMARNAT (2008). Compendio de Estadísticas Ambientales, recuperado de https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_2008/compendio_2008/compendio2008/10.100.8.236_8080/ibi_apps/WFServlet0c53.html
- SEMARNAT (2015). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales, Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde, recuperado de https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf
- SEMARNAT (2023). Bases de datos estadísticas, cartográficas y documentales que recopilan organiza y difunden la información sobre los recursos naturales. Recuperado de: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-informacion-ambiental-y-de-recursos-naturales>

9. Anexos

Anexo A CRITERIOS PARA CALIFICAR LAS GUIAS ESTATALES

Los criterios se dividen en 3 apartados con distintos rubros a calificar.

1. Marco Jurídico. **(1 punto para cada rubro)**

- a. Estructura.
 - i. Detalla el marco jurídico aplicable. La guía tiene un orden y estructura definida. 1 PUNTO
 - ii. No menciona marco jurídico. La guía es confusa y desordenada. 0 PUNTOS
- b. Accesibilidad.
 - i. Es fácil acceder a la guía y a la información necesaria para llevarla a cabo. 1 PUNTO
 - ii. Fue muy complicado acceder a la guía. 0 PUNTOS
- c. Dependencia encargada.
 - i. Existe una dependencia específica (ambiental) dónde realizar el trámite. 1 PUNTO
 - ii. No existe una dependencia específica (ambiental) dónde realizar el trámite. 0 PUNTOS

2. Aspectos técnicos. **(1 punto para cada rubro)**

- a. Criterios de Zona de Salvaguarda
 - i. Especifica los parámetros para determinar Zona de Riesgo y Zona de Amortiguamiento 1 PUNTO
 - ii. No menciona ningún criterio para determinar Zona de Salvaguarda. 0 PUNTOS
- b. Sugiere metodologías
 - i. Menciona opciones de metodologías recomendadas para realizar cada etapa del Análisis de Riesgos. 1 PUNTO
 - ii. No recomienda metodología alguna. 0 PUNTOS
- c. Sugiere paquetería (Software)

- i. Sugiere el uso de alguna paquetería para la obtención de los radios de afectación y la realización del Análisis de Consecuencias 1 PUNTO
 - ii. No recomienda una paquetería específica. 0 PUNTOS
 - d. Nivel de detalle
 - i. Detalla cada capítulo de la Guía para el Estudio de Riesgo Ambiental. Explica cómo realizar las distintas metodologías y/o cálculos. 1 PUNTO
 - ii. Explica de manera general cada capítulo para realizar el Estudio de Riesgo Ambiental. 0 PUNTOS
 - e. Metodologías cuantitativas
 - i. Sugiere y/o explica metodologías para cuantificar los riesgos y/o consecuencias. 1 PUNTO
 - ii. No incluye metodologías cuantitativas. 0 PUNTOS
 - f. Cálculos de Probabilidad
 - i. Indica algún método para el cálculo de probabilidades (PROBIT) y/o explica cómo llevarlo a cabo. 1 PUNTO
 - ii. No incluye cálculos de probabilidad. 0 PUNTOS
- 3. Formatos y Guías **(0.5 puntos cada rubro)**
 - a. Existencia de Guía Estatal
 - i. Si existe Guía específica para el Estado. 0.5 PUNTO
 - ii. No tiene guía y/o utiliza alguna Guía Federal. 0 PUNTOS
 - b. Formatos
 - i. Contiene Formatos para facilitar y homogeneizar la realización de los Estudios de Riesgo Ambiental. 0.5 PUNTO
 - ii. No tiene Formatos. 0 PUNTOS

Anexo B

VISUALIZACIÓN DE LAS SECCIONES DE LA PÁGINA WEB

Figura B1. Página principal



Figura B2. Diagnóstico.



Figura B3. Herramienta diagnóstica

Esta herramienta sólo es aplicable para sustancias químicas que se encuentren en: producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final.

No es aplicable para el traslado de sustancias y para sustancias que estén fuera de instalaciones fijas.

1. Seleccione el estado de agregación de la sustancia.		
	Gas	
2. Seleccione la sustancia		Cantidad de Reporte
	Metano	500
3. Ingrese la cantidad existente (kg)*		*Cantidad Existente
	200	La cantidad existente es aquella que se encuentra en la instalación de manera permanente, y se calcula sumando la cantidad que existe en: producción, procesamiento, transporte, almacenamiento uso o disposición final.
Resultado	Se realizan Actividades Riesgosas, de competencia Estatal. Consultar Mapa para acceder a guía estatal.	

Figura B4. Guía federal




Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental
DGIRA
Guía Federal

La presente guía para la elaboración del Estudio de Riesgo (ER), Modalidad Análisis de Riesgo aplica para proyectos nuevos que no se encuentren en operación y requieran autorización en materia de Impacto y Riesgo Ambiental, ya sea en su Modalidad Particular o regional, y que involucren el manejo de sustancias o desarrollo de actividades consideradas como altamente riesgosas, además de que se encuentren en alguno de los siguientes casos:

I) Las obras y/o actividades del proyecto se encuentran previstas en el Artículo 5, Inciso C) del REIA.

II) Que en el proyecto se manejen sustancias consideradas como peligrosas en virtud de sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas o inflamables a través de ductos.

Solamente se evaluarán los Estudios de Riesgo incluidos en una Manifestación de Impacto Ambiental. En el caso de presentar un Informe Preventivo, el ERA se requerirá salvo disposición normativa que así lo establezca, esto es importante destacarlo ya que actualmente la LGEEPA solo señala que el estudio de riesgo debe estar incluido en una manifestación de impacto ambiental y no en un informe preventivo.

1. Contenido para el llenado del Formato de Estudio de Riesgo de acuerdo a la Guía Estatal.

Fecha de emisión	Contenido
2016	I. PRESENTACIÓN. II. MARCO LEGAL. III. LA EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL. Conceptos básicos. IV. CRITERIOS DE COMPETENCIA. V. REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN. VI. FLUJOGRAMA DEL PROCEDIMIENTO. VII. DESARROLLO DE LA GUÍA. Explicación al formato de la guía. Instrucciones. 1. Escenarios de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto. 2. Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones.

www.apogveerim.lscuu



Figura B5. Análisis guías federales. Mapa Interactivo en Materia de Riesgo Ambiental



Análisis De Las Guías Federales Para Elaboración Estudio De Riesgo En México. Identificación de Diferencias y Similitudes.

Las guías para elaborar un estudio de riesgo ambiental en México de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente), la DGIRA (Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental) y la DGGIMAR (Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas) son documentos que proporcionan orientación y lineamientos para realizar evaluaciones de riesgo ambiental en proyectos específicos.

A continuación de presentan algunas comparaciones entre estas guías.

ALCANCE

La guía de la ASEA aplica principalmente en los proyectos o actividades relacionados con el sector de **hidrocarburos**.

La guía de la DGIRA, por otro lado, se enfoca en los **proyectos nuevos** que requieren una autorización en materia de impacto y riesgo ambiental, independientemente del sector al que pertenezcan.

La guía de la DGGIMAR se orienta a los establecimientos que se encuentren en **operación** y al manejo y transporte de materiales y residuos peligrosos, así como en la gestión de sitios contaminados.

PAGO DE DERECHOS

Los estudios de riesgo ambiental en México realizados bajo la guía de la DGIRA, ASEA y DGGIMAR pueden requerir el pago de derechos correspondientes. A continuación, se presenta una comparación general de los pagos de derechos para cada guía.

Tabla 1. Costos de ERA en México.

	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3.
ASEA	ERA \$1,562	ERA \$2,389	ERA \$3,537	ERA \$4,854
	ERA Modificación o ampliación	ERA Modificación o ampliación	ERA Modificación o ampliación	ERA Modificación o ampliación

Figura B6. Guía estatal

Quintana Roo

Guía Estatal

Para Elaborar Estudio de Riesgo Ambiental



Situación: El Estado de Quintana Roo **si cuenta** con una guía estatal propia para elaborar estudios de riesgo ambiental.

Calificación otorgada a la guía: 7.5

1.Contenido para el llenado del Formato de Estudio de Riesgo de acuerdo a la Guía Estatal.

Fecha de emisión	Contenido
	<p>1.DATOS GENERALES. Datos del Proyecto. Datos del Promovente. Datos del Prestador de Servicios en Materia de Impacto Ambiental.</p> <p>2.DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. Descripción general del proyecto. Monto de inversión y número de empleos directos e indirectos generados. Colindancias del predio en un radio de 100 metros. Situación legal del predio. Descripción de acceso y ruta de evacuación. Uso actual del suelo del predio del proyecto. Especificar si cuenta con otras autorizaciones oficiales para realizar la actividad propuesta.</p> <p>3.MEDIO NATURAL. Descripción general del medio natural. Responder cuestionario.</p> <p>4.MEDIO Y SOCIO-ECONÓMICO. Rasgos sociales. Actividades económicas.</p> <p>5.VINCULACIÓN CON LAS LEYES, NORMAS OFICIALES MEXICANAS, ACUERDOS AMBIENTALES ESTATALES APLICABLES AL PROYECTO, ASÍ COMO LAS REGULACIONES SOBRE EL USOS DEL SUELO.</p>

Figura B7. Análisis guías estatales



Análisis De Las Guías Estatales Para Elaborar un ERA en México.



Los guías estatales para elaborar Estudios de Riesgo Ambiental (ERA) son instrumentos fundamentales que proporcionan lineamientos y directrices específicas para evaluar y gestionar los riesgos ambientales asociados a las actividades industriales en cada entidad federativa de México. Estas guías son elaboradas por las autoridades ambientales estatales y se basan en la normativa nacional, como la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

Cada guía estatal establece los requisitos, procedimientos y criterios que deben seguirse al realizar un ERA, con el objetivo de identificar los posibles peligros, evaluar los escenarios de riesgo, determinar las medidas de mitigación y establecer las zonas de salvaguarda para proteger la salud humana y el medio ambiente.

Se realiza la búsqueda de información, para cada estado, sobre la existencia de la guía, la información necesaria para realizar el trámite, las metodologías que sugiere cada estado para elaborar ERA y los parámetros para establecer la Zona de Salvaguarda. Al final, con base en el [Anexo A](#), se le otorgó una calificación en base al contenido y sugerencias de cada guía.

A continuación, se presentan los resultados de las comparaciones realizadas.

SITUACIÓN ACTUAL.

De acuerdo con la Figura 1, de los 32 estados de la República, 22 cuentan con una guía propia para elaborar estudios de riesgo ambiental. Los 10 restantes no cuentan con una guía propia, y para la elaboración del estudio de riesgo establecen en su reglamento de protección ambiental estatal los requisitos mínimos que debe contener el documento; o indican que se puede realizar con base en las guías federales.



Figura 1. Situación actual guías.

www.semarnat.gob.mx

Anexo C
INFORMACIÓN RECOPIADA DE LAS GUÍAS FEDERALES

Tabla C1. Metodologías sugeridas por guías federales

Guía	Metodología													
	Identificación de peligros							Identificación de escenarios					Jerarquización de Riesgos	
	What If	Check List	PHA	FMEA	HAZID	ACH	BOW TIE	Árbol de fallos	Árbol de eventos	HAZOP	Índice Dow	índice Mond	Matriz de Riesgos	Índices de frecuencia y severidad
DGIRA				X				X	X	X			X	
DGGIMAR	X	X		X	X			X	X	X	X	X	X	
Nivel 0	X	X			X				X	X			X	
Nivel 1	X	X		X							X	X		
Nivel 2				X				X	X	X			X	
Nivel 3				X				X		X			X	
ASEA	X	X		X		X	X	X	X	X				X

Tabla C2. Criterios de zona de salvaguarda sugerida por guías federales

Guía	Zona de Salvaguarda					
	Zona de Riesgo			Zona de Amortiguamiento		
	Incendio	Explosión	Toxicidad	Incendio	Explosión	Toxicidad
DGIRA	5 KW/m ²	1.0 lb/plg ²	IDLH	1.4 KW/m ²	0.5 lb/plg ²	TLV ₈
DGGIMAR	5 KW/m ²	1.0 lb/plg ²	IDLH	1.4 KW/m ²	0.5 lb/plg ²	TLV ₈ o TLV ₁₅

Guía	Zona de Salvaguarda					
	Zona de Riesgo			Zona de Amortiguamiento		
	Incendio	Explosión	Toxicidad	Incendio	Explosión	Toxicidad
ASEA	5.0 kW/m ²	1.0 lb/plg ²	IDLH	1.4 kW/m ²	0.5 lb/plg ²	TLV (8 h, TWA) o TLV (15 min, STEL) (ppm)

Tabla C3. Costos federales para un ERA

Guía	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3.
ASEA	ERA \$1,562	ERA \$2,389	ERA \$3,537	ERA \$4,854
	ERA Modificación o ampliación \$781	ERA Modificación o ampliación \$1,194	ERA Modificación o ampliación \$1,768	ERA Modificación o ampliación \$2,427
DGIRA SEMARNAT 07-008	ERA \$1,562	ERA \$2,389	ERA \$3,537	ERA \$4,854
DGGIMAR SEMARNAT 07-008	ERA \$1,562	ERA \$2,389	ERA \$3,537	ERA \$4,854

Anexo D

INFORMACIÓN RECOPIADA DE LAS GUÍAS ESTATALES

Tabla D1. Información necesaria para realizar el trámite en cada estado.

Guía Estatal	Pago de derechos (al 2023)	uma ³	Referencia pago de derechos	Padrón de Servicios	Dependencia encargada del trámite	Duración/ Respuesta (días hábiles)
Aguascalientes	\$9,000.00	86.76	Ley de Ingresos para el Estado de Aguascalientes, capítulo VII artículo 12, fracción II	Se realiza mediante la página de Aguascalientes en la sección de trámites.	Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua, Aguascalientes (SSMAA)	90
Baja California	\$12,574.47	121.21	Art. 17, Ley de Ingresos para el estado de Baja California	Padrón Estatal de Prestadores de Servicios en Materia de Impacto y Riesgo Ambiental	Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, Baja California (SMADS)	NE
Baja California Sur	\$38,895.00	374.93	Artículo 20, fracción I de la Ley de Derechos y Productos del Estado de Baja California Sur	Registro de Prestadores de Servicios Ambientales del Estado.	Secretaría de Turismo, Economía y Sustentabilidad	60

³ Valor de la uma al 2023 de \$103.74

Guía Estatal	Pago de derechos (al 2023)	uma ³	Referencia pago de derechos	Padrón de Servicios	Dependencia encargada del trámite	Duración/ Respuesta (días hábiles)
Campeche	\$18,673.20	180	https://www.semabicce.campeche.gob.mx/formatos-impacto-ambiental/	Cuenta con un directorio de prestador de servicio en materia de Impacto Ambiental	Secretaría del Medio Ambiente, Biodiversidad , Cambio climático y Energía (SEMABICCE)	NE
Chiapas	\$17,850.00	172.06	Capitulo X art. 46 de la Ley de Derechos del Estado de Chiapas	NE	Secretaria de Medio Ambiente e Historia Natural , (SEMAHN)	NE
Chihuahua	\$8,957.00	86.34	Tarifa para el cobro de derechos, XIII; 3.3.	Padrón de Prestadores de Servicios de Impacto Ambiental del estado.	Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE)	NE
Coahuila ⁴	\$18,673.20	180	Registro Estatal de Trámites y Servicios	Prestadores de Servicio en materia de impacto ambiental	Secretaría de Medio Ambiente del Estado	NE
Colima	\$7,780.00	75.00	https://www.col.gob.mx/Portal/DetalleTramiteReTYS/020256010000/1724	Padrón de consultores en materia de impacto y/o riesgo ambiental	Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado de Colima (SEIDUR)	40

⁴ La gestión del trámite es referente a la Manifestación de Impacto Ambiental, en la que se incluye el ERA.

Guía Estatal	Pago de derechos (al 2023)	uma ³	Referencia pago de derechos	Padrón de Servicios	Dependencia encargada del trámite	Duración/ Respuesta (días hábiles)
Ciudad de México	\$33,420.00	322.15	Administración Pública de la Ciudad de México Clave 1.4.1.5.98	Padrón de Prestadores de Servicios Ambientales del Gobierno de la CDMX	Secretaría de Medio Ambiente de la CDMX (SEDEMA)	40
Durango	\$10,374.00	100	Art. 69 BIS de la Ley de Hacienda del estado de Durango. * *Considerando una inversión de 500,000.00 hasta 1,000,000.00 de pesos.	Padrón de Prestadores de Servicios Ambientales del Estado.	Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del estado de Durango (SRNYMA)	60
Guanajuato	\$6,472.00	62.39	https://pagosenlinea.guanajuato.gob.mx/servicios?tipoServicio=GP34	Padrón de prestadores de Servicios Ambientales (PAPSA)	Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial	40
Guerrero	\$11,421.00	110.09	Secretaría de Medio Ambiente (25505)	Padrón de prestadores de servicios en materia de impacto ambiental	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Guerrero (SEMAREN)	NE
Hidalgo	\$12,656.28	122	Ley Estatal de Derechos del Estado de Hidalgo, Artículo 40 BIS Fracción III	Padrón de prestadores de servicios ambientales del estado.	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	60

Guía Estatal	Pago de derechos (al 2023)	uma ³	Referencia pago de derechos	Padrón de Servicios	Dependencia encargada del trámite	Duración/ Respuesta (días hábiles)
Jalisco ⁵	\$16,571.00	159.74	Ley de Ingresos del Estado de Jalisco, art 30, fracción ii, inciso a.	Registro Estatal de Prestadores de Servicios de Impacto Ambiental	Secretaría de Medio Ambiente del Estado	90
México	\$20,961.00	202.05	Art- 81 BIS del código financiero del estado de México y municipios.	Padrón de prestadores de Servicios Ambientales	Secretaría del Medio Ambiente, (SMA)	NE
Michoacán de Ocampo	\$16,477.00	158.83	Ley de Ingresos del Estado de Michoacán, Capítulo III, artículo 18.	Prestadores de Servicios en Materia de Impacto Ambiental	Dirección de Regulación Ambiental	NE
Morelos	\$7,780.50	75	Ley General de Hacienda del Estado de Morelos, pagina 190.	NE	Secretaría de Desarrollo Sustentable.	NE
Nayarit	\$32,927.08	317.4	Sección Octava. Artículo 32, XXXI, inciso e de la Ley Estatal de Ingresos de Nayarit.	Padrón de Servicios Ambientales de Nayarit	Secretaria de Desarrollo Sustentable	15
Nuevo León	\$51,870.00	500	Art. 276 bis fracción II, inciso c) de la Ley de Hacienda del Estado de Nuevo León.	Padrón de Prestadores de Servicios en Materia de Impacto Ambiental.	Secretaría del Medio Ambiente, N.L.	60

⁵ La gestión del trámite es referente a la Manifestación de Impacto Ambiental, en la que se incluye el ERA.

Guía Estatal	Pago de derechos (al 2023)	uma ³	Referencia pago de derechos	Padrón de Servicios	Dependencia encargada del trámite	Duración/ Respuesta (días hábiles)
Oaxaca	\$16,898.00	162.89	https://www.oaxaca.gob.mx/medioambiente/tramites-y-servicios/	Prestadores de Servicios Ambientales del estado.	Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable, SEMAEDESO	45
Puebla	\$11,500.00	110.85	Ley de Ingresos del Estado de Puebla, para el ejercicio fiscal 2023; Artículo 49, Apartado A, fracciones XIII, XIV, XV.	NE	Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial (SMADSOT)	33
Querétaro	\$19,451.25	187.5	Artículo 168, fracción XIII de la Ley de Hacienda del Estado de Querétaro.	Prestadores de Servicios Ambientales del Estado de Querétaro	Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU) del Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro.	20

Guía Estatal	Pago de derechos (al 2023)	uma ³	Referencia pago de derechos	Padrón de Servicios	Dependencia encargada del trámite	Duración/ Respuesta (días hábiles)
Quintana Roo	\$31,122.00	300	https://qroo.gob.mx/sema/tramites-sema/	Prestadores de Prestadores en Materia de Impacto Ambiental.	Secretaría de Ecología y Medio Ambiente, QROO (SEMA)	90
San Luis Potosí	\$5,705.70	55	Ley de Hacienda para el Estado del Art. 90:	NE	Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental de San Luis Potosí (SEGAM)	90
Sinaloa ⁶	\$7,645.00	\$73.69	NE	NE	Secretaría de Bienestar y Desarrollo Sustentable(SEBIDES)	NE
Sonora	\$18,365.00	177.03	Ingresando en el buscador "Licencia Ambiental" en https://www.sonora.gob.mx/	NE	Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES)	28
Tabasco	\$12,448.80	120	CAPÍTULO SEXTO, seccion I, inciso d) de la Ley de hacienda del estado de Tabasco	SI	Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático (SEIACC)	30

⁶ La gestión del trámite es referente a la Manifestación de Impacto Ambiental, en la que se incluye el ERA

Guía Estatal	Pago de derechos (al 2023)	uma ³	Referencia pago de derechos	Padrón de Servicios	Dependencia encargada del trámite	Duración/ Respuesta (días hábiles)
Tamaulipas	\$7,780.50	75	https://tramites.tamaulipas.gob.mx/ciudadano/index.php?id=240	SI	Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente	60
Tlaxcala	\$8,649.00	\$83.37	NE	SI		NE
Veracruz	\$10,999.55	106.03	En el inciso b, fracción I, Artículo 19, Capítulo Sexto De los Derechos por Servicios Prestados por la Secretaría de Medio Ambiente, del Código De Derechos para el Estado De Veracruz.	NE	Secretaría de Desarrollo Regional por medio de la Coordinación Estatal del Medio Ambiente.	NE

Guía Estatal	Pago de derechos (al 2023)	uma ³	Referencia pago de derechos	Padrón de Servicios	Dependencia encargada del trámite	Duración/ Respuesta (días hábiles)
Yucatán	\$4,788.00	46.15	https://tramites.yucatan.gob.mx/tramite/1c588b0e	SI	Secretaría de Desarrollo Sustentable	15
Zacatecas	\$12,482.00	120.32	CAPÍTULO DÉCIMO PRIMERO, Artículo 120, VII de la Ley de Hacienda de Zacatecas.	SI	Secretaria del Agua y medio ambiente	30

Tabla D2. Metodologías sugeridas para realizar un ERA por las guías estatales

Guías estatales	Metodología										
	Identificación de peligros					Identificación de escenarios					Jerarquización de riesgos
	AHA	What if	Check list	PHA	FMEA	Árbol de fallos	Árbol de eventos	HAZOP	Índice DOW	Índice Mond	Matriz de riesgos
Aguascalientes	No sugiere metodologías										
Baja California		X	X		X				X	X	
Baja California Sur	No aplica										
Campeche	No aplica										
Chiapas	No sugiere metodologías										
Chihuahua	No sugiere metodologías										
Coahuila	No aplica										
Colima	No sugiere metodologías										
Ciudad de México	No aplica										
Durango	No sugiere metodologías										
Guanajuato					X	X		X			X
Guerrero	No aplica										
Hidalgo					X	X		X			
Jalisco	No aplica										
Estado de México	No sugiere metodologías										
Michoacán	No aplica										
Morelos	No aplica										
Nayarit					X	X	X	X			X
Nuevo León	No sugiere metodologías										

Guías estatales	Metodología										
	Identificación de peligros					Identificación de escenarios					Jerarquización de riesgos
	AHA	What if	Check list	PHA	FMEA	Árbol de fallos	Árbol de eventos	HAZOP	Índice DOW	Índice Mond	Matriz de riesgos
Oaxaca	No sugiere metodologías										
Puebla		X	X		X			X			
Querétaro		X			X	X		X			X
Quintana Roo		X	X					X			
San Luis Potosí		X	X		X	X	X	X	X	X	X
Sinaloa	No sugiere metodologías										
Sonora		X	X		X				X	X	
Tabasco		X	X					X			
Tamaulipas	No sugiere metodologías										
Tlaxcala	No aplica										
Veracruz					X	X	X	X			X
Yucatán					X	X	X	X			X
Zacatecas	No aplica										

Tabla D3. Criterios de las guías estatales para establecer la zona de salvaguarda

Guías estatales	Zona de Salvaguarda					
	Zona de Riesgo			Zona de Amortiguamiento		
	Incendio	Explosión	Toxicidad	Incendio	Explosión	Toxicidad
Aguascalientes	No sugiere zonas de salvaguarda.					
Baja California	5 KW/m ² o 1500 BTU/Pie ² h	1.0 lb/plg ²	IDLH	1.4 KW/m ² o 440 BTU/Pie ² h	0.5 lb/plg ²	½ IDLH, TLV ₈ o TLV ₁₅
Baja California Sur	No aplica					
Campeche	No aplica					
Chiapas			IDLH			TLV ₈ - TLV ₁₅
Chihuahua			IDLH			TLV ₈ - TLV ₁₅
Coahuila	No aplica					
Colima	No sugiere zona de salvaguarda.					
Ciudad de México	No aplica					
Durango			IDLH			TLV ₈
Guanajuato	5 KW/m ²	1.0 lb/plg ²	IDHL	1.4 KW/m ²	0.5 lb/plg ²	TLV ₈ o TLV ₁₅
Guerrero	No aplica					
Hidalgo	No sugiere zona de salvaguarda.					
Jalisco	No aplica					
Estado de México	No sugiere zona de salvaguarda.					
Michoacán	No aplica					
Morelos	No aplica					

Guías estatales	Zona de Salvaguarda					
	Zona de Riesgo			Zona de Amortiguamiento		
	Incendio	Explosión	Toxicidad	Incendio	Explosión	Toxicidad
Nayarit	No hay información	Considerarse el 10% de energía total liberada	Considerarse las condiciones meteorológicas más críticas del sitio basándose en la información de los últimos 10 años	No hay información	Considerarse el 10% de energía total liberada	Considerarse las condiciones meteorológicas más críticas del sitio basándose en la información de los últimos 10 años
Nuevo León	No sugiere zona de salvaguarda.					
Oaxaca	No sugiere zona de salvaguarda.					
Puebla	5.0 kW/m ²	1.0 lb/plg ²	IDLH	1.4 kW/m ²	0.5 lb/plg ²	TLV ₈ o TLV ₁₅
Querétaro	5.0 kW/m ²	1.0 lb/plg ²	IDLH	1.4 kW/m ²	0.5 lb/plg ²	TLV ₈ o TLV ₁₅
Quintana Roo	5 kw/m ²	0.070 kg/cm ²	IDLH	1.4 kw/m ²	0.036 kg/cm ²	TLV8
San Luis Potosí	5.0 kW/m ²	1.0 lb/plg ²	IDLH	1.4 KW/m ²	0.5 lb/plg ²	TLV ₈ o TLV ₁₅
Sinaloa	No sugiere zona de salvaguarda.					
Sonora	4 kW/m ² o 1500 BTU/ft ² h	1 lb/in ²	IDLH	1.4 KW/m ² o 1500 BTU/ft ² h	0.5 lb/in ²	TLV ₈ o TLV ₁₅ ó 75% del valor del IDLH

Guías estatales	Zona de Salvaguarda					
	Zona de Riesgo			Zona de Amortiguamiento		
	Incendio	Explosión	Toxicidad	Incendio	Explosión	Toxicidad
Tabasco	5 KW/m ²	0.070 kg/cm ²	IDLH	1.4 kW/m ²	0.035 kg/cm ²	TLV 8
Tamaulipas	5 KW/m ²	1.0 lb/plg ²	IDLH	1.4 KW/m ²	0.5 lb/plg ²	TLV ₈ O TLV ₁₅
Tlaxcala	No aplica					
Veracruz	No sugiere zona de salvaguarda.					
Yucatán	No sugiere zona de salvaguarda.					
Zacatecas	No aplica					

Tabla D4. Calificaciones estatales

Estado	Calificación	Estado	Calificación	Estado	Calificación
Aguascalientes	4	Guerrero	0	Quintana Roo	7.5
Baja California	8	Hidalgo	6.5	San Luis Potosí	6
Baja California Sur	0	Jalisco	0	Sinaloa	2
Campeche	0	Estado de México	4.5	Sonora	5
Chiapas	5	Michoacán	0	Tabasco	7.5
Chihuahua	5	Morelos	0	Tamaulipas	5.5
Coahuila	0	Nayarit	6.5	Tlaxcala	0
Colima	3.5	Nuevo León	3.5	Veracruz	4.5
Ciudad de México	0	Oaxaca	3.5	Yucatán	6.5
Durango	5.5	Puebla	6.5	Zacatecas	0
Guanajuato	7	Querétaro	6.5		