



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA.**

**LA IMPORTANCIA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA
EN LA INSPECCIÓN INDUSTRIAL
EN MÉXICO.**

T E S I S
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO
PRESENTA:
OSCAR MARTÍN NÚÑEZ HERNÁNDEZ.

ASESOR: I.Q. GONZALO RAFAEL COELLO GARCÍA



MÉXICO, DF

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA
JEFATURA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
QUÍMICA

OFICIO: FESZ/JCIQ/004/09

ASUNTO: Asignación de Jurado

ALUMNO: NÚÑEZ HERNÁNDEZ OSCAR MARTÍN
PRESENTE

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha propuesto a los siguientes sinodales:

PRESIDENTE	I. Q. Gonzalo Rafael Coello García
VOCAL	M. en C. Martha Flores Becerril
SECRETARIO	Dr. Néstor Noé López Castillo
SUPLENTE	I. Q. Zula Genny Sandoval Villanueva
SUPLENTE	I. Q. Alejandro Juvenal Guzmán Gómez

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”

México D. F., a 6 de Febrero de 2009

JEFA DE LA CARRERA :


I. B. Q. HILDA OLVERA DEL VALLE



Dedicatorias:

A Dios, por acompañarme siempre en todo momento de dificultad permitiéndome terminar satisfactoriamente mis estudios y cuidar a mi familia.

Con mucho cariño a mis padres: Yenuen Hernández García y José Luis Núñez Sánchez; que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento, por su comprensión, confianza y amor, ya que sin ustedes no hubiera podido obtener este logro. Los quiero y llevo conmigo en todo momento.

Con mucho cariño a mi hermano Francisco, con el que he compartido tantos momentos en la vida, por tu apoyo y compañía gracias.

A mi abuelito Himeldo, aunque ya no estas con nosotros te recordamos y queremos en todo momento.

A mi abuelita Puri, a la que todos queremos como una Madre.

A mi tía María, porque ha sido como una segunda madre para mi, gracias por tus consejos que me diste desde que estaba chico, ya que me fueron de gran ayuda para llegar hasta este momento en mi vida.

A mi tío: el Ingeniero Guillermo Ruíz, gracias por tu apoyo.

A mis primas Valeria y Fátima, que son como unas hermanas para mí.

Agradecimientos:

A mi director de tesis: el Ingeniero Químico Gonzalo Rafael Coello García, gracias por su valioso apoyo y asesoría durante la realización de esta tesis.

Al personal del área de Inspección Industrial de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente por su apoyo durante la realización de esta tesis.

A los profesores: Echavarieta Albiter Crecenciano, Francisco Mandujano Ortiz y Eduardo Vázquez Zamora por su apoyo durante la realización de esta tesis.

A mis sinodales, por su apoyo y comprensión durante la revisión de esta tesis.

A mis amigos y compañeros por los momentos y vivencias que compartimos durante nuestra formación profesional en esta gran casa de estudios, la UNAM. A mi amiga Citlali, por su amistad y ayuda gracias.

Y sobre todo gracias a Dios, y a mi familia ya que sin su apoyo no hubiera podido concluir mis estudios universitarios.

I N D I C E.

<i>OBJETIVOS.</i>	1
<i>ACRONIMOS.</i>	2
<i>INTRODUCCIÓN.</i>	3
<i>CAPÍTULO I.</i>	
<i>GENERALIDADES.</i>	
I.I.- La Ingeniería Química.	5
I.II.- Problemática ambiental.	6
I.II.I.- Residuos Peligrosos.	6
i. ¿Qué es un residuo peligroso?	6
ii. Caracterización de residuos peligrosos.	7
iii. Fuentes generadoras de residuos peligrosos.	9
iv. Tratamiento de residuos peligrosos.	11
I.II.II.- Contaminación de suelos.	12
i. El suelo.	12
ii. Contaminantes del suelo.	14
iii. Fuentes de contaminación en México.	14
iv. Tecnologías de remediación.	17
I.II.III.- La contaminación atmosférica.	20
i. La atmósfera.	20
ii. Contaminación de la atmósfera.	21
iii. Contaminantes criterio.	21
iv. Fuentes de las alteraciones de la composición del aire.	23
v. Tecnologías de control de emisiones contaminantes a la atmósfera.	27
I.II.IV.-Impacto Ambiental.	35
i. ¿Qué es el impacto ambiental?	35
ii. Naturaleza del impacto ambiental.	36
iii. Tipos de impactos ambientales.	37
iv. Impacto ambiental y la industria.	39

I.II.V.- Riesgo Ambiental y actividades altamente riesgosas.	41
i. El riesgo ambiental y las actividades altamente riesgosas.	41
ii. El riesgo en la industria.	42
I.III.- Legislación en materia ambiental.	44
I.III.I.-Principales Tratados Internacionales en Materia Ambiental.	44
i. La Carta de la Tierra.	44
ii. Convenio de Rotterdam.	45
iii. Convenio de Estocolmo.	45
iv. Convenio de Basilea.	47
v. Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte.	47
vi. Protocolo de Kioto.	48
vii. Protocolo de Montreal.	48
I.III.II.- Sistema institucional y legislativo en México en materia ambiental.	49
i. Instituciones.	49
ii. Sistema Legal Mexicano.	51
iii. Ley General del Equilibrio Ecológico Y Protección al Ambiente (LGEEPA).	54
iv. Principal legislación por materia ambiental en México.	55

CAPÍTULO II.

LA INSPECCIÓN INDUSTRIAL EN MÉXICO.

II.I.I.- Inspección Industrial.	62
II.I.II.- ¿Qué es un Inspector Industrial?	63
II.I.III.- Perfil de un Inspector Industrial.	63
II.II.- Giros industriales.	64
II.III.- Determinación del tamaño de las empresas.	66
II.IV.- Objeto de las visitas.	67
II.V.- Programa de inspección y vigilancia.	67
II.VI.- Selección de establecimientos.	67
II.VI.I.- Criterios.	68
II.VII.- Orden de visita.	70
II.VII.I.- Elementos y requisitos de la orden de visita.	71
II.VII.II.- Modalidades de órdenes de visita.	71

II.VIII.- Visitas.	72
II.VIII.I.- Revisión previa del expediente.	72
II.VIII.II.- Visita de inspección, verificación u otras.	73
II.VIII.III.- Visitas de Inspección Industrial por materia ambiental.	74

II.IX.- Reporte de la visita.	78
-------------------------------	----

II.X.- Procedimiento General de Inspección Industrial.	82
--	----

II.X.I.- ¿Cómo debe proceder un inspector industrial en las diligencias?	85
--	----

CAPÍTULO III.

OBLIGACIONES DE LOS GENERADORES.

III.I.-Obligaciones de los generadores por materia ambiental.	87
---	----

a) En materia de residuos peligrosos.	87
b) En materia de emisiones a la atmósfera.	102
c) En materia de riesgo ambiental y actividades altamente riesgosas.	119
d) En materia de impacto ambiental.	119
e) En materia de contaminación de materia de suelos.	124

III.II.- Requerimientos solicitados en más de una materia ambiental.	127
--	-----

CAPÍTULO IV.

APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO GENERAL DE INSPECCIÓN INDUSTRIAL A UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE DETERGENTE BIODEGRADABLE.

IV.I.- La Ingeniería Química y la Inspección Industrial.	140
--	-----

IV.II.- Detergentes.	141
----------------------	-----

IV.III.- Empresa.	142
-------------------	-----

i. Ficha básica de identificación de la empresa.	142
ii. Descripción del proceso y de las zonas del proceso de la empresa Ejemplo S.A. de C.V.	143
iii. Giro industrial.	152
iv. Determinación del tamaño de la empresa.	152
v. Orden de Prioridades.	152

IV.IV.- Procedimiento General de Inspección Industrial.	153
---	-----

IV.IV.I.- Visita de Inspección industrial.	153
--	-----

1) Actividades Previas a la visita.	153
2) Durante la inspección.	154

i. Los conocimientos, habilidades y competencias que aplica el Ingeniero Químico en la Inspección Industrial.	156
IV.IV.I.I.- Procedimiento General de Inspección Industrial aplicado a las materias de residuos peligrosos, emisiones a la atmosfera y actividades altamente riesgosas.	158
A) En materia de residuos peligrosos.	158
i. Residuos producidos por área en la empresa Ejemplo S.A de C.V.	158
ii. Características CRETIB de los residuos producidos en la empresa EJEMPLO S.A. de C.V.	160
iii. Residuos peligrosos.	162
iv. Requerimientos.	163
v. Procedimientos aplicados por la Empresa.	163
vi. Responsables de realizar cada una de las actividades en la Empresa Ejemplo S.A de C.V.	168
vii. Estructura de las instalaciones del Almacén Temporal de Residuos Peligrosos (ATRP) de la empresa EJEMPLO S.A. de C.V.	169
B) Emisiones a la atmósfera.	170
i. Puntos del proceso donde se producen emisiones a la atmósfera.	170
ii. Combustible usado en la caldera y en el horno rotatorio.	174
iii. Aplicación de la Normatividad en materia de emisiones a la atmósfera.	174
iv. Emisiones generadas por el gas natural.	179
v. Requerimientos.	181
C) Actividades altamente riesgosas.	182
i. Actividades altamente riesgosas en el proceso del detergente biodegradable.	182
ii. Requerimientos.	183
3) Termina del procedimiento de inspección.	183
ANÁLISIS DE RESULTADOS.	184
CONCLUSIONES.	189
ANEXOS.	191
BIBLIOGRAFÍA.	199

OBJETIVOS.

- 1) Exponer la participación del Ingeniero Químico en el cumplimiento de la normatividad ambiental por los diferentes giros de jurisdicción federal a través del Procedimiento General de Inspección Industrial.
- 2) Aplicar el Procedimiento General de Inspección Industrial a un proceso para la obtención de detergente biodegradable en las materias de: Residuos Peligrosos, Emisiones a la Atmósfera y Actividades Altamente Riesgosas; haciendo énfasis en que el Ingeniero Químico aplica los conocimientos adquiridos durante su formación profesional en conjunto con la normatividad en materia ambiental.
- 3) Buscar que el contenido de esta tesis sirva de guía a los egresados de la carrera de Ingeniera Química interesados en áreas como es la protección al ambiente; a través de la cual se conozca: los objetivos, las características y las actividades que se desarrollan en la Inspección Industrial como herramienta del estado para asegurar el cumplimiento de la normatividad ambiental.

ACRÓNIMOS:

ABS: Sulfonato de Alquil-Benceno.
ACAAN: Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte.
APR: Análisis preliminar de riesgos.
BPC: Bifenilos Policlorados.
CCA: Comisión para la Cooperación Ambiental.
CNA: Comisión Nacional del Agua.
CENAPRED: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
CMC: Carboximetilcelulosa.
COA: Cedula de Operación Anual.
COAAPA: Comité de Análisis y Aprobación de los Programas de Prevención de Accidentes.
COP: Compuesto Orgánico Persistente.
CPR: Código de Peligrosidad de los Residuos.
CRETIB: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y Biológico - Infeccioso.
CRPG: Cantidad de Residuos Peligrosos Generados.
COV: Compuesto Orgánico Volátil.
DOF: Diario Oficial de la Federación.
E: Exposición.
EMA: Entidad Mexicana de Acreditación.
EPA: Environmental Protection Agency.
FPEP: Formulaciones Plaguicidas Extremadamente Peligrosas.
HAP: Hidrocarburos Poliaromáticos.
HTP: Hidrocarburos Totales del Petróleo.
IMTA: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
INE: Instituto Nacional de Ecología.
INP: Instituto Nacional de Pesca.
LAU: Licencia Ambiental Única.
LGEEPA: Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
LGPGIR: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
MIA: Manifiesto de Impacto Ambiental.
NMX: Normas Voluntarias.
NOM: Norma Oficial Mexicana.
P: Peligro.
PCP: Pentaclorofenol.
PPA: Programa de Prevención de Accidentes.
PROFEPA: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.
PST: Partículas sólidas totales.
RIA: Reglamento en Materia de Impacto Ambiental.
RPBI: Residuos Peligrosos Biológico Infeccioso.
RLGPGIR: Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
Te: Toxicidad ambiental.
Th: Toxicidad aguda.
Tt: Toxicidad crónica.
V: Vulnerabilidad.

INTRODUCCIÓN.

El mayor desafío que enfrenta la humanidad en la edad moderna es la preservación del planeta Tierra como un lugar hospitalario para todas las formas de vida. Por medio de su propio ingenio y las herramientas que han desarrollado durante siglos, los seres humanos han encontrado muchas formas de explotar la tierra y sus recursos.

La degradación ambiental ha sido reconocida como un problema ambiental durante las últimas décadas. Varias naciones han empezado a tomar medidas, dirigidas principalmente a reducir la contaminación del agua y del aire así como a disminuir los efectos de los residuos peligrosos dispuestos inadecuadamente, etc. Estas medidas son principalmente regulaciones de mando y control que ordenan emisiones mas bajas de contaminantes. Con esta estrategia, se han propiciado medidas paliativas como la denominada “al final de la tubería”, en la que los contaminantes que se transforman en otros compuestos teóricamente menos dañinos o se envasan y se almacenan para no verterse al ambiente. Entre estas medidas adoptadas también se encuentra la Inspección Industrial, cuyo fin es vigilar el cumplimiento de la normatividad ambiental en los diferentes giros de jurisdicción federal.

El Ingeniero Químico tiene la facultad de aplicar sus conocimientos en química, fisicoquímica, medio ambiente, administración, economía, sociales y en relaciones humanas para resolver un problema, en particular para transformar las materias primas en productos útiles para la sociedad. Asimismo estos conocimientos pueden ser usados en otras áreas como es la protección al ambiente.

Con este conjunto de conocimientos y al conocer y poder aplicar la normatividad ambiental a diferentes procesos puede participar en el área de Inspección industrial vigilando el cumplimiento de la legislación, la reglamentación y la normatividad ambiental en los diferentes giros industriales de jurisdicción federal en nuestro país, aplicando sus conocimientos para identificar la problemática ambiental, así como proponer alternativas de solución.

El fin del presente trabajo es mostrar la participación del Ingeniero Químico en la Inspección Industrial que realiza la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, así como analizar y exponer el Procedimiento General de Inspección Industrial que aplican los inspectores federales en la vigilancia de la normatividad ambiental, y la forma en que los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Química, se aplican en el mismo.

Por lo tanto el capítulo uno tendrá como objeto exponer la problemática ambiental, así como los principales tratamientos y tecnologías que pueden ser utilizadas para minimizar su efecto hacia el ambiente o hacia la sociedad; así como la legislación vigente en materia ambiental.

El segundo capítulo tendrá como fin exponer el Procedimiento General de Inspección Industrial aplicado en nuestro país; en el capítulo tres se expondrán los requerimientos desde el punto de vista documental y desde el punto de vista del proceso que la diligencia pueda requerir durante la visita de Inspección industrial.

El cuarto capítulo tiene como fin ejemplificar el Procedimiento General de Inspección Industrial en un proceso para la obtención de detergente biodegradable en las materias de: residuos peligrosos, emisiones a la atmósfera, y actividades de alto riesgo; describiendo durante el Procedimiento General de Inspección Industrial como el Ingeniero Químico aplica los conocimientos y experiencias adquiridos durante su formación profesional; reforzando estos con la normatividad vigente en materia ambiental.

CAPÍTULO I. GENERALIDADES.

I.I.- La Ingeniería Química.

La Ingeniería se define como la profesión en la cual los conocimientos de las matemáticas y las ciencias naturales obtenidos a través del estudio, la experiencia y la práctica, son aplicados con criterio y con conciencia al desarrollo de medios para utilizar económicamente con responsabilidad social y basados en una ética profesional, los materiales y las fuerzas de la naturaleza para beneficio de la humanidad. Las personas que se dedican a ella reciben el nombre de ingenieros.

Una de las ramas de la Ingeniería, es la Ingeniería Química la cual se estableció en el siglo XIX con la proliferación de procesos industriales que comprenden reacciones químicas en metalurgia, alimentos, textiles y otras muchas áreas. En 1880, el uso de químicos en manufacturas condujo a la creación de una nueva industria cuya función fue la producción masiva de productos químicos. El diseño y operación de esta industria se convirtió en la función de la nueva ingeniería química.

La Constitución del Instituto Americano de Ingenieros Químicos, de 1954 define la Ingeniería Química como <<... la aplicación de los principios de las ciencias físicas juntamente con los principios de la economía y las relaciones humanas, a campos pertenecen de una forma directa al proceso de aparatos, mediante los cuales se trata la materia para efectuar un cambio, del contenido de energía o de composición>>.

El Ingeniero Químico tiene que desarrollar, diseñar y llevar a cabo el proceso, así como el equipo utilizado en el mismo. Elige las materias primas adecuadas y hacer operar las plantas con eficiencia, seguridad y economía, teniendo en cuenta que sus productos han de cumplir las condiciones exigidas por los consumidores. Lo mismo que la ingeniería en general, la ingeniería química es también un arte y una ciencia.

El Ingeniero utilizará la ciencia siempre que le permita resolver sus problemas. Sin embargo, en la mayor parte de los casos, la ciencia no es capaz de proporcionarle una solución completa, y entonces tendrá que recurrir a la experiencia y a su buen criterio. Su capacidad profesional depende de esta habilidad para combinar todas las fuentes de información con el fin de obtener soluciones prácticas a los problemas que presenten.

Los Ingenieros Químicos también desempeñan una función importante en la protección del ambiente, creando tecnologías más limpias, calculando y estudiando el impacto de químicos sobre el medio. Algunas áreas presentes y futuras de la ingeniería química incluyen la gestión medioambiental.

Durante el desarrollo de este capítulo se analizará la principal problemática ambiental (residuos peligrosos, contaminación de suelos, contaminación de la atmósfera, impacto ambiental, riesgo ambiental y actividades altamente riesgosas) a las que van dirigidos los esfuerzos y estrategias (como es la Inspección Industrial) que se han aplicado en diferentes países y en México, así como la principal normatividad en materia ambiental como instrumento para minimizar los efectos causados por estos hacia el medio ambiente.

I.II.- Problemática ambiental.

I.II.I.- Residuos Peligrosos.

i. ¿Qué es un residuo peligroso?¹

Un residuo peligroso se define como:

- ✓ La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos define a un “residuo peligroso” como: Aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.
- ✓ La definición de residuo peligroso de la legislación estadounidense dentro de la RCRA (Resource Conservation and Recovery Act) de 1976. Dicha ley considera como “residuo peligroso”: a un desecho si causa o contribuye de forma significativa a un incremento de la mortalidad o de enfermedades serias irreversibles o reversibles incapacitantes o representa un peligro sustancial, cierto o potencial, para la salud humana o el medio ambiente cuando se trata, almacena, transporta, dispone o gestiona incorrectamente".

La creciente actividad humana en los tres grandes sectores económicos ha producido un efecto cada vez más importante sobre el medio ambiente. La generación de residuos ha crecido en forma espectacular, pero, además, la naturaleza de los mismos con una contribución mayor de sustancias de peligrosidad, ha aumentado progresivamente los niveles de riesgo asociados a su presencia en el medio.

¹ La autora Blanca E. Jiménez Cisneros en el libro La contaminación ambiental en México causas, efectos y consecuencias define a un “residuo peligroso” como:

Los desechos que pueden causar daño al medio ambiente mediante reacciones químicas biológicas. Se originan comúnmente en procesos industriales presuponen un riesgo para la salud humana y, en general, para todos los seres vivos por alguno de los siguientes motivos:

- 1) No son biodegradables.
- 2) Son muy persistentes.
- 3) Su efecto es aumentado por las cadenas alimenticias.
- 4) Son letales.
- 5) No son reutilizables.

La causa principal, aunque no la única, de este aumento progresivo de la peligrosidad de los residuos es la intensificación y diversificación de la actividad industrial. La industria aparece asociada de manera muy destacada a la producción de ese grupo genérico de residuos catalogables como peligrosos cuya significación resulta cada vez más importante.

El estudio de los problemas relacionados con la caracterización de los residuos peligrosos, la evaluación de los riesgos asociados a su presencia y el desarrollo e implantación de estrategias adecuadas para su gestión constituyen, hoy en día, parte esencial del contenido de los programas de investigación en el ámbito del medio ambiente en los países más desarrollados.

ii. Caracterización² de residuos peligrosos:

Como ya se había mencionado anteriormente un residuo peligroso es caracterizado por sus características CRETIB (ver tabla 1.1):

De acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005 un material puede presentar una o varias características que están definidas por el código CRETIB que significa: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y Biológico - Infeccioso.

Las cuales se mencionan a continuación:

❖ **Corrosividad (C).** La corrosividad es la capacidad de un compuesto de disolver a otro. Se indica por el pH y se identifica como una característica dentro de los residuos peligrosos ya que residuos con un alto o bajo pH pueden reaccionar peligrosamente con otros residuos o causar que contaminantes tóxicos migren de ciertos residuos. La corrosión del acero es un indicador principal de residuos peligrosos en ese lugar.

Las propiedades de corrosividad se presentan si:

- I. En estado líquido o en solución acuosa el residuo presenta un pH sobre la escala menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5.
- II. En estado líquido o en solución acuosa y a una temperatura de 55° C el residuo es capaz de corroer acero al carbón a una velocidad de 6.35mm o más por año.

❖ **Reactividad (R).** La reactividad se considera una característica para los residuos peligrosos, porque residuos inestables pueden poseer un problema explosivo en alguna etapa dentro del ciclo de manejo de residuos.

Las propiedades de reactividad se presentan sí:

² Es el proceso de determinar, aunque sea de forma aproximada, las propiedades físicas, químicas y toxicológicas de dicha sustancia, con vistas a facilitar su posterior clasificación como residuo inerte (RI), asimilable urbano (RSU) o tóxico y/o peligroso. Esta Caracterización del residuo puede implicar la realización de ensayos físicos y químicos del mismo.

- I. Bajo condiciones normales (25°C y a 1 atm) se combina o polimeriza violentamente sin detonación.
- II. Bajo condiciones normales (25° C y a 1 atm) reacciona violentamente formando gases, vapores o humos cuando se pone en contacto con agua en una relación (residuo-agua) de 5 a 1, 5 a 3 ó 5 a 5.
- III. Bajo condiciones normales (25° C y a 1 atm) cuando se pone en contacto con soluciones pH ácido o básico en una relación (residuos-solución) de 5 a 1, 5 a 3 ó 5 a 5, reacciona violentamente formando gases, vapores o humos.
- IV. Posee en constitución cianuro o sulfuros que cuando se exponen a condiciones de pH entre 2.0 y 12.5 pueden generar gases, vapores o humos tóxicos.
- V. Es capaz de producir radicales libres.

❖ **Explosividad (E).** Capacidad de las sustancias químicas que provocan una liberación instantánea de presión, gas y calor a temperatura, ocasionado por un choque repentino, presión o alta temperatura. De otra forma son aquellas que producen una expansión repentina, por turbulencia, originada por la ignición de cierto volumen de vapor inflamable, acompañado por ruido, junto con fuerzas físicas violentas capaces de dañar seriamente las estructuras por la expansión rápida de los gases.

Las propiedades de explosividad se presentan sí:

- I. Tiene una constante de explosividad igual o mayor a la del dinitrobenceno.
- II. Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25° C y a 1.03 kg/cm² de presión.

❖ **Toxicidad (T).** La toxicidad se define como la capacidad de una sustancia para producir daños en los tejidos vivos, lesiones en el sistema nervioso central, enfermedad grave o en casos extremos la muerte, cuando se ingiere, inhala o se absorbe a través de la piel.

- I. *Toxicidad Aguda.*- El grado en el cual una sustancia o mezcla de sustancias puede provocar, en un corto periodo de tiempo o en una sola exposición, daños o la muerte de un organismo.
- II. *Toxicidad Crónica.*- Es la propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de causar efectos dañinos a largo plazo en los organismos, generalmente a partir de exposiciones continuas o repetidas y que son capaces de producir efectos cancerígenos, teratogénicos o mutagénicos.
- III. *Toxicidad Ambiental.*- La característica de una sustancia o mezcla de sustancias que ocasiona un desequilibrio ecológico³.

❖ **Inflamabilidad (I).** Es la medida de la facilidad que presenta un gas, líquido o sólido para encenderse y de la rapidez con que, una vez encendido, se diseminarán sus llamas. Cuanto más rápida sea la ignición, más inflamables será el material. Los líquidos inflamables no lo son por sí mismos, sino que lo son debido a que su vapor es combustible.

³ Es una situación de desajuste o alteración de las relaciones de interdependencia entre los componentes naturales que conforman el ambiente.

Hay dos propiedades físicas de los materiales que indican su inflamabilidad: el punto de inflamación y la volatilidad.

Las propiedades de inflamabilidad se presentan así:

- I. En solución acuosa contiene más de 24% de alcohol en volumen.
- II. Es líquido y tiene un punto de inflamación inferior a 60° C.
- III. No es líquido pero es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneo (a 25° C y a 1.03 kg/cm²).
- IV. Se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes que estimulan la combustión.

❖ **Biológica infecciosa (B):** Un residuo es biológico- infeccioso cuando: el residuo contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de infección; contiene toxinas producidas por microorganismos con capacidad de infección.

Los posibles efectos de los residuos peligrosos en los humanos y en la salud ambiental pueden ser muy diversos. Desechos peligrosos pueden entrar el cuerpo mediante la inhalación, la ingestión o el contacto dérmico. El daño depende de la naturaleza física y química del residuo y de sus niveles de concentración, la cantidad y tiempo de exposición. Los efectos adversos en humanos tienen un rango muy variables que pueden ir desde simple irritación, mareos, dolores de cabeza y nausea hasta desordenes a largo plazo, cáncer o la muerte. Los químicos más peligrosos para los humanos son los pesticidas (DDT, BHC), petroquímicos (benceno) y metales pesados (plomo y cadmio).

CARACTERÍSTICA	CÓDIGO DE PELIGROSIDAD DE LOS RESIDUOS (CPR)
Corrosividad	C
Reactividad	R
Explosividad	E
Toxicidad	T
Ambiental	Te
Aguda	Th
Crónica	Tt
Inflamabilidad	I
Biológico-infeccioso	B

Tabla.1.1: Códigos de peligrosidad de los residuos.

Fuente: NOM-052-SEMARNAT-2005

iii. Fuentes generadoras de residuos peligrosos.

En el caso de los residuos químicos peligrosos, como lo indica la figura 1.1, éstos se generan en la fase final del ciclo de vida de los materiales peligrosos, cuando quienes los poseen los desechan porque ya no tienen interés en seguirlos aprovechando. Es decir, se generan al desechar productos de consumo que contienen materiales peligrosos, al eliminar envases contaminados con ellos; al desperdiciar materiales peligrosos que se usan como insumos de procesos productivos (industriales, comerciales o de servicios) o al generar subproductos o desechos peligrosos no deseados en esos procesos.



Figura. 1.1: Ciclo de vida de las sustancias químicas.

En el caso de los residuos peligrosos biológico-infecciosos, éstos incluyen: materiales de curación que contienen microbios o gérmenes y que han entrado en contacto o que provienen del cuerpo de seres humanos o animales infectados o enfermos (por ej. sangre y algunos fluidos corporales, cadáveres y órganos extirpados en operaciones), asimismo, incluyen cultivos de microbios usados con fines de investigación y objetos punzocortantes (incluyendo agujas de jeringas, material de vidrio roto y otros objetos contaminados).

Las fuentes de residuos pueden agruparse genéricamente en tres bloques principales, atendiendo a las causas que determinan su aparición a lo largo de la cadena de producción y consumo:

- I. Residuos generados en los procesos de transformación, como consecuencia de ineficiencias en el uso de las materias primas y de la energía, así como de la propia complejidad de gran parte de las materias primas y energéticas en cuanto a su constitución. La industria química y de procesos en general ofrecen numerosos ejemplos de esta causa de generación de residuos. Subsectores como los de fabricación de polímeros, pesticidas, productos farmacéuticos, pigmentos, etc. producen una gama diversa de residuos peligrosos en cantidades importantes.
- II. Productos que una vez cumplido su ciclo de vida útil son desechados o destinados al abandono. Una amplia gama de ellos merecen, por su naturaleza y constitución, la consideración de residuos peligrosos. Agentes de limpieza, baterías y aceites lubricantes usados constituyen, entre muchos otros, ejemplos representativos.
- III. Residuos originados en operaciones de tratamientos de residuos. En numerosos procesos de descontaminación los componentes peligrosos no se destruyen, sino que experimentan transformaciones parciales o se transfieren de una fase a otra, con lo que se originan nuevos residuos que requieren a su vez algún tipo de gestión. Ejemplos de residuos peligrosos generados por esta vía son los lodos resultantes de la depuración de aguas residuales industriales contaminadas por metales pesados o los producidos en los lavadores utilizados para la limpieza de los gases en plantas de incineración de residuos.

Dos sectores industriales, el químico y el siderometalúrgico, contribuyen en conjunto con cerca de un 60% al total de la producción mundial de residuos peligrosos. En términos cualitativos, la industria química aporta los mayores niveles de peligrosidad, con una participación muy destacada de residuos de alta toxicidad y fue a partir de la década de los 60, cuando el desarrollo industrial en México aumentó rápidamente y con él la importancia de la producción y emisión de desechos industriales. En la tabla 1.2 se presentan algunos ejemplos de los principales residuos peligrosos generados en función del tipo de actividad en México.

SECTOR.	RESIDUOS PELIGROSOS.
Industria alimenticia	<ul style="list-style-type: none"> · Soluciones ácidas o alcalinas de limpieza · Disolventes · Alcohol y ácido acético
Industria del papel e impresión	<ul style="list-style-type: none"> · Soluciones alcalinas · Sulfuros · Peróxido · Disolventes · Tintes · Lodos de plantas de tratamientos de aguas residuales
Industria química y petroquímica	<ul style="list-style-type: none"> · Catalizadores Gastados · Disolventes · Carbón activado gastado · Soluciones cáusticas y ácidas · Materiales con metales pesados · Tolueno y grasas · Formaldehido
Industria metálica básica	<ul style="list-style-type: none"> · Lodos de lavaderos de afluentes gaseosos · Licor de tratamiento de acero inoxidable · Aceites de corte · Disolventes y materiales con PVC

Tabla.1.2: Ejemplos de los principales residuos peligrosos generados en función del tipo de actividad en México

Dentro de los residuos peligrosos también existen aquellos que son de origen doméstico. En los hogares se genera de 3% a 5% de los residuos, de los cuales los principales son las baterías y eléctricos, con el 34%; los limpiadores domésticos, con el 33%; las medicinas y fármacos, con un 16%, y la parte restante la forman productos de jardín, productos automotrices y algunos cosméticos.

iv. Tratamiento de residuos peligrosos.

El tratamiento eficiente de los residuos peligrosos, cuya naturaleza y origen fue recién expuesto, exige técnicas relativamente complejas debido a sus características. Estas técnicas implican la transformación de residuo peligroso en otro u otros inocuos o menos peligrosos o, bien, la conversión de la sustancia peligrosa en otra que sea muy insoluble y combinable. Las técnicas más aplicadas son: la incineración, el tratamiento químico y la disposición en forma de depositación en vertederos para residuos peligrosos.

Las técnicas más usadas se describen a continuación en la siguiente tabla:

TÉCNICA.	CARACTERÍSTICAS.
Incineración.	Se basa en la combustión de los residuos peligrosos mediante la cual su fracción combustible se transforma en productos gaseosos y en un residuo sólido inerte (escoria). Por lo tanto, este proceso de eliminación no es completo, puesto que se emiten gases y se generan escorias. La reducción de peso y volumen que ocurre en la incineración dependen de la fracción de materia combustible e inerte que contenga el residuo, pero por lo general el valor medio de reducción de peso es 70% y el volumen de un 80 a un 90%.
Tratamiento químico.	La aplicación del tratamiento químico a los residuos industriales peligrosos depende de las características de estos: como las propiedades ácido – base, de oxidación – reducción, de precipitación, etc. Así por ejemplo, se utilizan métodos químicos para recuperar metales de los residuos, con lo que no solo se preserva al ambiente de la descarga de sustancias peligrosas sino que, también se logra su reciclaje.
Neutralización.	Se aplica para ajustar el pH de las aguas que contienen residuos peligrosos, a un valor comprendido entre 6 y 9. Normalmente se procede a una homogenización del residuo antes de su neutralización para controlar las variaciones de flujo y concentración. La neutralización es un proceso importante para la eliminación de metales pesados, como un proceso previo a la precipitación química.
Oxidación.	Se utiliza para destruir contaminantes orgánicos o inorgánicos en soluciones acuosas, en especial cianuros residuales de procesos de galvanotecnia. Como oxidante se emplea normalmente cloro o sus derivados como: el dióxido de cloro y el hipoclorito de sodio. Menos común, aún, cuando sin efectos residuales, es el ozono. La oxidación de metales da origen a lodos que puedan requerir tratamiento antes de su envío a depósitos de seguridad.
Reducción.	Para transformar compuestos tóxicos y no tóxicos o hacerlos susceptibles de una transformación química posterior; se aplica la reducción con reactivos como: dióxido de azufre o sulfito de sodio. Se emplea generalmente para reducir el cromo hexavalente (cromáticos) a cromato trivalente.
Estabilización – Solidificación.	Consiste en la formulación de sólidos estables que se forman por reacción de residuos con cemento Portland u otro aglomerante. Estos sólidos estables son equivalentes al hormigón. Los residuos aptos para este proceso son los hidróxidos metálicos.
Precipitación química.	Es un proceso por el cual un contaminante disuelto se transforma en un sólido insoluble, con lo cual se facilita su eliminación por sedimentación, filtración o ambas. Este proceso requiere normalmente de un ajuste previo de pH para una precipitación lo más cuantitativa posible. La aplicación más común de este proceso para el tratamiento de residuos peligrosos es la eliminación de metales pesados de aguas residuales tales como: arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc. Los compuestos insolubles que se forman son: hidróxidos, sulfuros y carbonatos.
Exposición en vertederos.	La disposición de residuos industriales peligrosos en depósitos o vertederos tiene, en principio la finalidad de preservar al hombre y el medio de estos, mediante su aislamiento durante un tiempo indefinido, dado su peligro ya que el estado actual de las técnicas no permiten una eliminación o transformación completa de ellos a costos razonables. Los residuos industriales peligrosos de ser aceptados para su depósito en vertederos de seguridad son: los lodos provenientes de tratamiento de agua, los metales inertizados en forma de hidróxidos, carbonatos o sulfuros, los fosfatos insolubles, el asbesto, los polímeros, las resinas, etc. Todos estos productos deben estar secos o tener bajo contenido de agua. Se disponen en forma separa los residuos ácidos, bases, orgánicos y reactivos. Los residuos que no se pueden aceptar en un vertedero son los materiales: explosivos, inflamables o que puedan experimentar ignición espontánea y los radiactivos. Tampoco se aceptan residuos líquidos, entre ellos los solventes y cualquier otra sustancia que pueda atacar la lámina de polietileno. No son admisibles los materiales o cuyo contenido de agua sea superior al 65%.

Tabla.1.3: Técnicas usadas en el tratamiento de residuos peligrosos.

I.II.II.- Contaminación de suelos.

i. El suelo.

El aumento continuo de la población, su concentración progresiva en grandes centros urbanos, el desarrollo industrial y agrícola, ocasionan día a día la contaminación de los suelos, que radica en la presencia de sustancias (basura, fertilizantes, hidrocarburos, pesticidas...) extrañas de origen humano en él.

Para iniciar el estudio sobre la contaminación del suelo es preciso entender en un inicio de que está conformado; es decir, sus elementos esenciales. Al hablar de este tipo de elementos nos referimos a aquellos que necesitan de la vegetación para vivir. Algunos de manera notable (macro), otros en cantidades medias (medio) y finalmente otros en cantidades pequeñas (micro). Aunque finalmente todos son indispensables en su conformación.

En la siguiente tabla se citan los elementos esenciales del suelo:

MACRO ELEMENTOS	MEDIO ELEMENTOS	MICRO ELEMENTOS	MICRO ELEMENTOS ESPECIALES
N (nitrógeno) P (fósforo) K (potasio)	Ca (calcio) S (azufre) Mg (magnesio) Cu (cobre) B (boro) Mo (molibdeno)	Fe (hierro) Mn (manganeso) Zn (zinc) Co (cobalto) Se (selenio) I (iodo)	Na (sodio) Cl (cloro) Si (silicio)

Tabla.1.4: Elementos esenciales del suelo.

El suelo proviene de la roca madre⁴ (ver figura 1.2) que está compuesta por diversos minerales a distintas proporciones. Aunque el origen del suelo siempre influye fuertemente en su contenido de elementos, en realidad pueden existir diferencias notables en esas posibles correlaciones, pues si el suelo es antiguo, la composición del suelo es muy diferente al del material que dio origen a su formación.

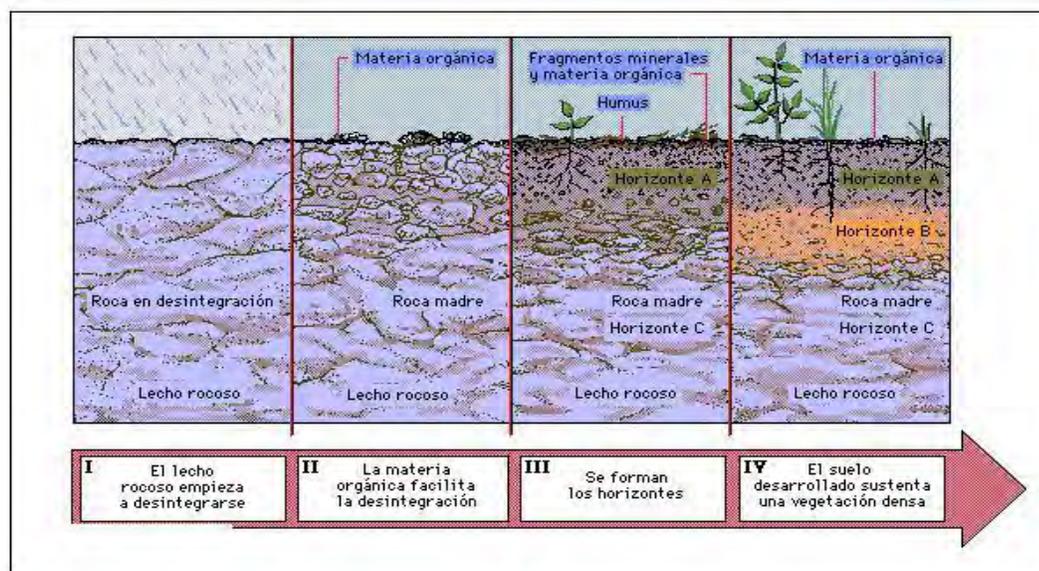


Figura.1.2: Esquema de formación del suelo.

⁴ Es la roca de la que procede la tierra del suelo y suele estar muy presente en los litosuelos (suelo esquelético (de poco desarrollo) de roca al descubierto).

Los elementos que conforma el suelo pueden encontrarse en diferentes formas, que dependen de muchos factores como el clima, el agua y la presión, entre otros, que influyen determinantemente en todo lo que ocurre con los elementos que componen el suelo, y principalmente en su dinámica.

ii. Contaminantes del suelo:

El suelo es un medio receptivo por excelencia, puesto que interacciona con la litosfera, la hidrosfera y la atmósfera y recibe el impacto de los seres vivos que, de manera directa o indirecta, pueden romper el equilibrio químico establecido en su seno. Es importante notar que el suelo posee una capacidad de auto-depuración, en sus horizontes más contaminados, que le permite asimilar una cierta cantidad de contaminantes.

Los contaminantes edáficos o del suelo pueden clasificarse en endógenos y exógenos. Los endógenos son aquellos que provienen del mismo suelo, mientras que los exógenos son aquellos que provienen del exterior. La presencia de un contaminante endógeno se genera cuando se produce un desequilibrio natural que conduce a la proliferación de un componente a niveles nocivos para las especies vivas.

iii. Fuentes de contaminación en México.

Como consecuencia de varios siglos de actividad minera en México y posteriormente, debido a la industria de la química básica, petroquímica y de refinación del petróleo, se han producido cantidades muy grandes, pero muy difíciles de cuantificar de residuos peligrosos. Aunado a lo anterior, la intensa actividad de otras industrias, junto con accidentes durante el almacenamiento, transporte o trasvase de sustancias (fugas, derrames, incendios) y la disposición clandestina e incontrolada de residuos, contribuyen en gran medida a la contaminación de suelos.

Dentro de los contaminantes que se consideran prioritarios en México debido a su alta toxicidad y a su persistencia en el ambiente, se encuentran los siguientes: dioxinas, furanos, hexaclorobenceno, bifenilos policlorados (BPC), plaguicidas organoclorados, mercurio, plomo, cromo, cadmio, compuestos tóxicos atmosféricos e hidrocarburos poliaromáticos (HAP). De éstos, compuestos como los BPC se han almacenado en tambores que, en muchas ocasiones, han sido dispuestos clandestinamente. Por su parte, los HAP se encuentran como componentes de los hidrocarburos totales del petróleo (HTP).

Como se mencionó, en todo el país existen problemas de contaminación aún no cuantificados con precisión. Sin embargo, pueden mencionarse de manera cualitativa los problemas de contaminación generados por el uso de agroquímicos, tanto fertilizantes (en especial los nitrogenados) como de pesticidas (fungicidas, herbicidas e insecticidas); los que son consecuencia del derrame y fugas de combustibles (petróleo y derivados), así como los ligados a actividades mineras, en sus etapas de extracción como en las de procesamiento de los materiales obtenidos.

A continuación se mencionan algunas de las principales fuentes de contaminación de suelos en México:

a) Industria petroquímica.

La industria petroquímica en México se ha desarrollado aceleradamente, generando diversos satisfactores económicos. Sin embargo, su expansión y desarrollo también ha dado origen a graves problemas ambientales, derivados de emergencias ambientales, con graves repercusiones a la salud de la población y al equilibrio ecológico de los ecosistemas. Entre las causas que han generado este deterioro ambiental por la contaminación de cuerpos de agua y suelos a lo largo de todo el país, se encuentran las siguientes: (i) manejo inadecuado y abandono de materiales y residuos peligrosos; (ii) mantenimiento inadecuado o falta de éste en instalaciones petroleras; (iii) explosiones en instalaciones de alto riesgo; (iv) fugas en líneas de conducción y (v) derrames de hidrocarburos.

b) Industria minera.

La minería es una de las actividades económicas de mayor tradición en México, que contribuye en gran medida con el desarrollo económico del país, suministrando insumos a una serie de industrias (construcción, metalúrgica, siderúrgica, química y electrónica). De acuerdo con información de la Dirección General de Minas, la industria minera nacional es mayoritariamente metálica, y se dedica principalmente a la producción de cobre, zinc, plata y plomo.

Debido al desarrollo y modernización en los procesos de extracción y procesamiento de los recursos minerales, así como a la generación de grandes cantidades de residuos provenientes de sus procesos, la industria minera en México ha generado por décadas una gran cantidad de desechos y sitios contaminados a lo largo de todo el país. La producción minera en México, se concentra en doce entidades: Chihuahua, Michoacán, Zacatecas, Durango, Sonora, Coahuila, Guanajuato, San Luis Potosí, Hidalgo, Sinaloa, Colima y Jalisco.

FASE	DESCRIPCIÓN	IMPACTO AMBIENTAL
Exploración.	Barrenación, obras y perforaciones.	Dstrucción de vegetación.
Explotación.	Obras diversas: tiros, socavones, patios para depósito de minerales, zonas para descarga de materiales.	Operación de presas de jales: arrastre de residuos peligrosos. Descarga de aguas residuales.
Beneficio.	Concentración. Trituración y molienda. Tratamientos previos.	Generación de ruido. Vibración y emisión de polvo.
Fundición y refinación.	Obtención de metales y sus aleaciones (uso de hornos industriales). Eliminación de impurezas en los metales para aumentar la ley de contenido.	Emisiones a la atmósfera, residuos peligrosos y aguas residuales.

Tabla.1.5: Actividad minera y su impacto al ambiente.

En general, todas las etapas que incluye un proceso minero, con excepción de la prospección, que implica estudios preliminares, generan problemas ambientales de alto impacto. En todas las etapas (ver tabla 1.5) se generan aguas residuales, residuos peligrosos y, en algunos casos, emisiones a la atmósfera. Sin embargo, dos de las etapas que más contaminación producen son las de explotación de los minerales y la de fundición/refinación.

c) Agroquímicos.

El uso excesivo de agroquímicos, así como el inadecuado manejo y disposición de sus envases, ha sido un problema generalizado en México. Muchos de los plaguicidas empleados en el país hasta la fecha, se han prohibido en otros países por su toxicidad. Sin embargo, el número de plaguicidas se incrementa a razón de 10% al año. Esto ha permitido que el número de productos que entran en contacto con la población, se incremente en más de seis veces.

Los plaguicidas son el nombre genérico que recibe cualquier sustancia o mezcla de sustancias que se utiliza para controlar plagas que atacan los cultivos o insectos que son vectores de enfermedades. Según su composición química se clasifican en: insecticidas (organoclorados, organofosforados, piretroides y carbamatos), herbicidas (dinitrofenoles y triazinas) y fungicidas (fenoles y compuestos de cobre y azufre).

Todas estas sustancias son compuestos químicos tóxicos y por su aplicación en tierras de cultivo, evidentemente son compuestos que se encuentran como contaminantes de grandes extensiones de suelos en todo el país. En México aún continúan en el mercado agroquímicos organoclorados como el ácido 2,4 dicloro-fenoxiacético (2,4-D), el pentaclorofenol (PCP) y dicofol, además de plaguicidas a base de carbamatos y los organofosforados como el malatión.

d) Estaciones de servicio.

Los productos combustibles como gasolina, diesel, combustóleo, gasóleo, gas avión y gas LP, son producidos y distribuidos en México por PEMEX. La distribución al menudeo de gasolina y diesel, se lleva a cabo en estaciones de servicio (gasolineras). Uno de los riesgos ambientales que involucra el manejo de estas estaciones, son los derrames o fugas de combustibles, que provocan la contaminación de los sitios en donde se encuentran los tanques de almacenamiento.

e) Ferrocarriles.

Otra de las empresas paraestatales que ha contribuido a la contaminación de aguas y suelos, es Ferrocarriles Nacionales, que se ha caracterizado por la generación de aceites gastados. La principal razón por la que esta empresa ha provocado la contaminación de suelos es por el almacenamiento inadecuado de residuos y combustibles como creosota y aceites gastados.

f) Disposición de residuos peligrosos.

Debido al creciente volumen de residuos peligrosos generados en nuestro país y a las capacidades existentes para su manejo, frecuentemente se presenta la disposición clandestina de éstos en diversos sitios (tiraderos municipales, terrenos baldíos, patios de empresas, drenajes), ocasionando así un aumento de sitios contaminados con sustancias peligrosas de naturaleza tanto orgánica como inorgánica. Por ejemplo, en 1980 en la mina Rosicler (Nuevo Mercurio, Zacatecas), se encontraron abandonados cientos de tambores que contenían residuos peligrosos como cloruro de mercurio, mezclas de químicos y BPC. Se tiene información de que el contenido de varios de los tambores se ha derramado accidental o deliberadamente.

iv. Tecnologías de remediación:

Las tecnologías de remediación (ver figura 1.3) pueden clasificarse de diferentes maneras, con base en los siguientes principios: (i) estrategia de remediación; (ii) lugar en que se realiza el proceso de remediación, y (iii) tipo de tratamiento. Es importante mencionar que cada una de estas clasificaciones proporciona diferente información acerca de las tecnologías de remediación.

Estrategia de remediación. Son tres estrategias básicas que pueden usarse separadas o en conjunto, para remediar la mayoría de los sitios contaminados:

- Destrucción o modificación de los contaminantes. Este tipo de tecnologías busca alterar la estructura química del contaminante.
- Extracción o separación. Los contaminantes se extraen y/o separan del medio contaminado, aprovechando sus propiedades físicas o químicas (volatilización, solubilidad, carga eléctrica).
- Aislamiento o inmovilización del contaminante. Los contaminantes son estabilizados, solidificados o contenidos con el uso de métodos físicos o químicos.

Lugar de realización del proceso de remediación. En general, se distinguen dos tipos de tecnología (ver tabla 1.6):

- In situ. Son las aplicaciones en las que el suelo contaminado es tratado, o bien, los contaminantes son removidos del suelo contaminado, sin necesidad de excavar el sitio. Es decir, se realizan en el mismo sitio en donde se encuentra la contaminación.
- Ex situ. La realización de este tipo de tecnologías, requiere de excavación, dragado o cualquier otro proceso para remover el suelo contaminado antes de su tratamiento que puede realizarse en el mismo sitio (on site) o fuera de él (off site).

Tipo de tratamiento. Esta clasificación se basa en el principio de la tecnología de remediación y se divide en tres tipos de tratamiento (ver tabla 1.7):

- Tratamientos biológicos (biorremediación). Utilizan las actividades metabólicas de ciertos organismos (plantas, hongos, bacterias) para degradar (destrucción), transformar o remover los contaminantes a productos metabólicos inocuos.
- Tratamientos fisicoquímicos. Este tipo de tratamientos, utiliza las propiedades físicas y/o químicas de los contaminantes o del medio contaminado para destruir, separar o contener la contaminación.
- Tratamientos térmicos. Utilizan calor para incrementar la volatilización (separación), quemar, descomponer o fundir (inmovilización) los contaminantes en un suelo.

	IN SITU	EX SITU
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Permiten tratar el suelo sin necesidad de excavar ni transportar - Potencial disminución en costos 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor tiempo de tratamiento - Más seguros en cuanto a uniformidad: es posible homogeneizar y muestrear periódicamente
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Mayores tiempos de tratamiento - Pueden ser inseguros en cuanto a uniformidad: heterogeneidad en las características del suelo - Dificultad para verificar la eficacia del proceso 	<ul style="list-style-type: none"> - Necesidad de excavar el suelo - Aumento en costos e ingeniería para equipos - Debe considerarse la manipulación del material y la posible exposición al contaminante

Tabla.1.6: Ventajas y desventajas de las tecnologías de remediación in situ y ex situ.

Además de las clasificaciones anteriores, las tecnologías de remediación pueden clasificarse con base en el tiempo que llevan en el mercado y al grado de desarrollo en el que se encuentran, en tecnologías tradicionales y en tecnologías innovadoras.

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Tratamientos biológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Son efectivos en cuanto a costos - Son tecnologías más benéficas para el ambiente - Los contaminantes generalmente son destruidos - Se requiere un mínimo o ningún tratamiento posterior 	<ul style="list-style-type: none"> Requieren mayores tiempos de tratamiento - Es necesario verificar la toxicidad de intermediarios y/o productos - No pueden emplearse si el tipo de suelo no favorece el crecimiento microbiano
Tratamientos fisicoquímicos	<ul style="list-style-type: none"> - Son efectivos en cuanto a costos - Pueden realizarse en periodos cortos - El equipo es accesible y no se necesita de mucha energía ni ingeniería 	<ul style="list-style-type: none"> - Los residuos generados por técnicas de separación, deben tratarse o disponerse: aumento en costos y necesidad de permisos - Los fluidos de extracción pueden aumentar la movilidad de los contaminantes: necesidad de sistemas de recuperación
Tratamientos térmicos		<ul style="list-style-type: none"> - Es el grupo de tratamientos más costoso

Tabla.1.7: Ventajas y desventajas de las tecnologías de remediación, clasificadas de acuerdo con el tipo de tratamiento.

- ❖ Tecnologías tradicionales. Son tecnologías utilizadas comúnmente a gran escala, cuya efectividad ha sido probada. La información disponible acerca de costos y eficiencia es de fácil acceso. Entre las tres tecnologías tradicionales usadas con mayor frecuencia, se encuentran: la incineración in situ y ex situ, la solidificación/estabilización, la extracción de vapores y la desorción térmica.
- ❖ Tecnologías innovadoras. Son tecnologías propuestas más recientemente, que pueden encontrarse en diferentes etapas de desarrollo (investigación, escala piloto o gran escala). Su limitado número de aplicaciones genera la falta de datos acerca de sus costos y eficiencias. En general, una tecnología de tratamiento se considera novedosa si su aplicación a gran escala ha sido limitada.

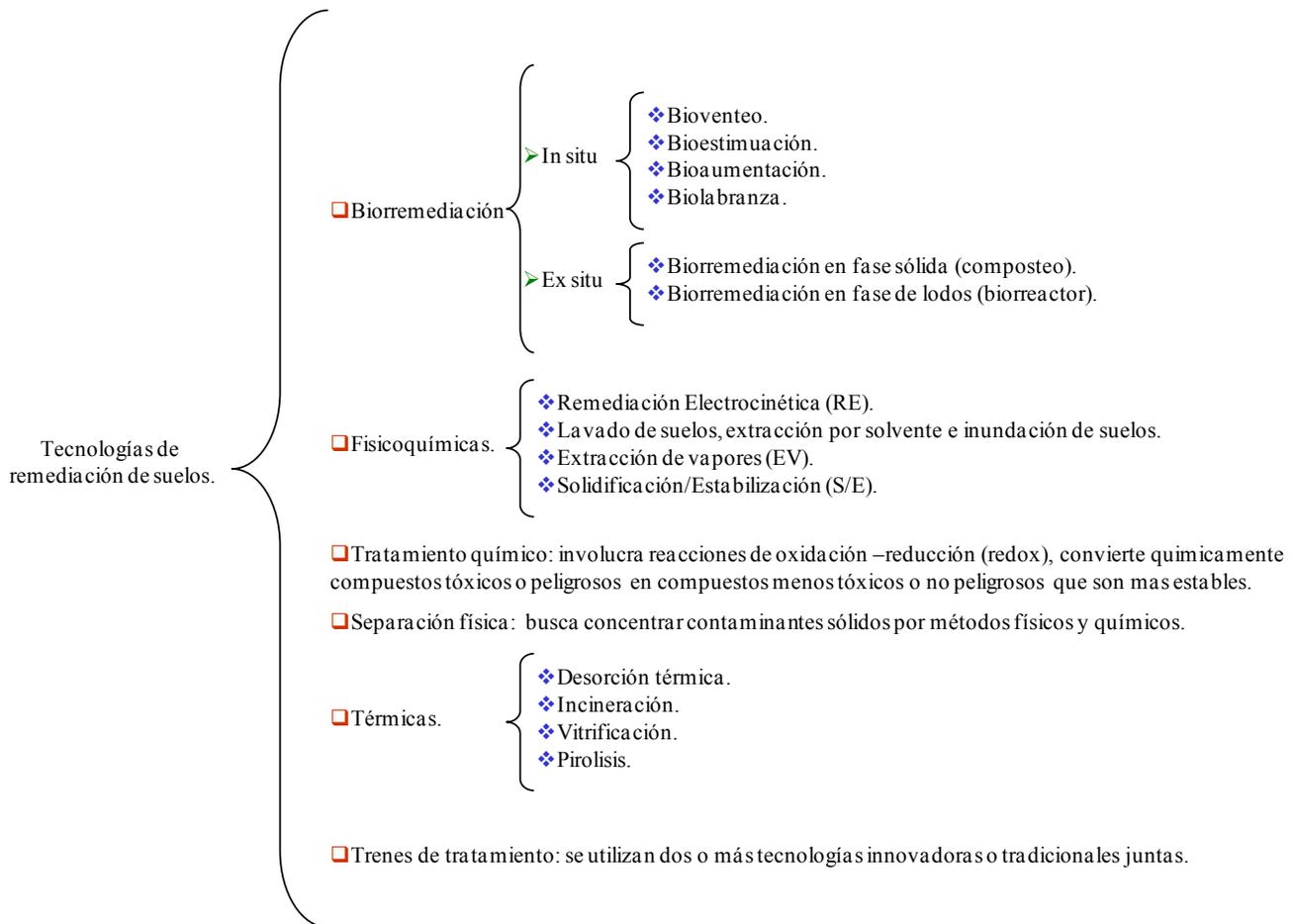


Figura. 1.3: Tecnologías de remediación de suelos.

I.II.III.- La contaminación atmosférica.

i. La atmósfera.

La atmósfera (ver figura 1.4) se refiere al envoltorio, mayoritariamente gaseoso que rodea a nuestro planeta. Esta constituida principalmente por nitrógeno y oxígeno molecular en proporción de 78% y 21% de la masa respectivamente; el resto esta formado por argón, dióxido de carbono y otras especies en variados estados de agregación que por sus infinitas cantidades se denominan trazas atmosféricas. Son estas trazas atmosféricas, incluyendo el relativamente abundante CO, las que definen las propiedades químicas y las que interconectan con los sistemas bióticos y abióticos, estableciendo las condiciones para la vida. Es esta la fracción de la atmósfera que se ha visto enorme y rápidamente alterada por las actividades humanas de las personas, los ecosistemas en general y el sistema climático en su conjunto (ver tabla 1.8).

CONSTITUYENTE ATMOSFÉRICO	FORMULA QUÍMICA	RAZÓN DE MEZCLA EN VOLUMEN DE AIRE SECO.
Nitrógeno	N ₂	78,084%
Oxígeno	O ₂	20.948%
Argón	Ar	0.934%
Dióxido de carbono	CO ₂	360 ppm
Neón	Ne	18,18 ppm
Helio	He	5,24 ppm
Metano	CH ₄	1,7 ppm
Hidrógeno	H ₂	0,55 ppm
Óxido nitroso	N ₂ O	310 ppb
Monóxido de carbono	CO	50-200 ppb
Ozono (Troposfera)	O ₃	10-500 ppb
Ozono (Estratosfera)		0,5-10 ppm
Hidrocarburos no metálicos		5-20 ppb
Halocarbonos		3,8 ppb
Óxidos de nitrógeno	NO	10 ppt - 1 ppm
Amonio	NH ₃	10 ppt -1ppb
Nitrato particulado	NO ₃ ⁻	10 ppt – 10 ppb
Amoniaco particulado	NH ₄ ⁺	10 ppt – 1 ppb
Hidróxido	OH	0,1 ppt – 10 ppt
Peróxido	HO ₂ ⁺	0,1 ppt – 10 ppt
Peróxido de hidrogeno	H ₂ O ₂	0,1 ppb -10 ppb
Formaldehido	CH ₂ O	0,1 – 1 ppb
Dióxido de azufre	SO ₂	10 ppt – 1 ppb
Dimetil sulfuro	CH ₃ SCH ₃	10 -100 ppt
Carbonil disulfuro	CS ₂	1 – 300 ppt
Carbonil sulfuro	OCS	500 ppt
Ácido sulfhídrico	H ₂ S	5 – 500 ppt
Sulfato particulado	SO ₄ ⁴⁻	10 ppt -10 ppb

Tabla.1.8: Constituyentes atmosféricos del aire a razón de la mezcla en volumen de aire seco.

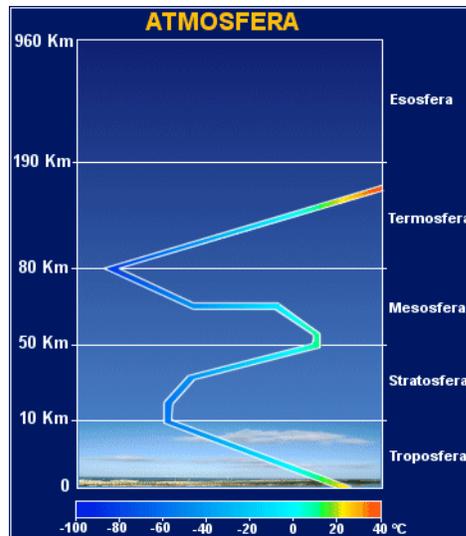


Figura.1.4: Gráfica de temperaturas.

ii. Contaminación de la atmósfera.

La contaminación del aire puede definirse como la condición atmosférica en la cual las sustancias están presentes a concentraciones suficientemente altas sobre sus niveles ambientales normales, para producir un efecto medible en el ser humano, animales, vegetación o materiales.

La contaminación atmosférica se produce cuando en el aire existe la presencia de sustancias extrañas o la variación importante en la proporción de sus constituyentes que pueden provocar efectos perjudiciales o crear molestias en los seres vivos.

iii. Contaminantes criterio.

Los contaminantes del aire también se han clasificado como contaminantes criterio y contaminantes no criterio. Los contaminantes criterio se han identificado como comunes y perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos. Se les llamó contaminantes criterio porque fueron objetos de estudios de evaluación publicados en documentos de criterios de calidad del aire.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América, estableció en base a criterios de salud; seis contaminantes criterio, los cuales también fueron aceptados por México y son (ver figura 1.5):

- Material particulado menor a 10 micrones (PM10).
- Dióxido de azufre (SO₂).
- Dióxido de nitrógeno (NO₂).
- Monóxido de carbono (CO).
- Partículas de plomo (Pb).
- Ozono (O₃).

Otra clase de compuestos (los COV's) no son contaminantes criterio, pero son importantes debido a sus grandes emisiones y a que forman el contaminante secundario criterio (ozono).



Figura.1.5: Contaminantes de la atmósfera.

Algunas de las características de los contaminantes criterio, se muestran en la siguiente tabla:

Contaminante criterio.	Características.
Bióxido de azufre (SO ₂).	Pertenece a los óxidos de azufre (SO _x), son gases incoloros que se forman al quemar azufre y tienden a disolverse fácilmente en agua. La fuente primaria de SO _x es la quema de combustibles fósiles que contienen azufre en su composición (combustóleo y carbón).
Bióxido de nitrógeno (NO ₂).	Pertenece a los óxidos de nitrógeno (NO _x), termino empleado para referirse a un grupo de gases altamente reactivos que contienen diferentes cantidades de oxígeno y nitrógeno como el NO y el NO ₂ . Los NO _x se forman cuando un combustible es quemado a altas temperaturas y/o cuando contiene compuestos nitrogenados.
Material Particulado (PM).	El material particulado forma una mezcla compleja de materiales sólidas y líquidas suspendidas en el aire que pueden variar significativamente en tamaño, forma y composición. El tamaño del material particulado varía desde 0.005 hasta 100 micras de diámetro aerodinámico (desde unos cuantos átomos hasta el tamaño de un cabello humano). Se forman por procesos naturales como la polinización de las plantas e incendios forestales y por fuentes antropogénicas que abarcan desde la quema de combustibles hasta la fertilización de campos agrícolas. Las partículas pueden ser directamente emitidas de la fuente, como partículas primarias y pueden formarse partículas secundarias cuando reaccionan algunos gases en la atmósfera tales como: los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre, el amoníaco, los compuestos orgánicos, etc.
Plomo (Pb).	La fuente primaria de contaminación del aire por plomo ha sido el uso de combustibles con plomo en los automóviles. Debido a que el plomo no se consume en el proceso de combustión, se emite como material particulado. Uno de los más grandes éxitos ambientales de los dos últimos decenios, ha sido la reducción de plomo en el aire gracias a la sustitución de gasolinas con plomo por gasolinas sin plomo.
Monóxido de carbono (CO).	El monóxido de carbono es un gas incoloro e inodoro que en concentraciones altas puede ser letal; el monóxido de carbono se forma en la naturaleza mediante la oxidación del metano (CH ₄), que es un gas común producido por la descomposición de la materia orgánica. La principal fuente antropogénica de monóxido de carbono es la quema incompleta de combustibles como la gasolina por falta de oxígeno.
Ozono (O ₃).	El ozono es un compuesto gaseoso incoloro, que posee la capacidad de oxidar materiales. El ozono es un contaminante secundario que se forma mediante la reacción química del dióxido de nitrógeno (NO ₂) y compuestos orgánicos volátiles (COV) en presencia de la luz solar.

Tabla.1.9: Contaminantes criterio.

iv. Fuentes de las alteraciones de la composición del aire.

Las alteraciones en la composición del aire tienen dos orígenes:

- ❖ Natural: debida a causas muy diversas, como vientos, fuegos, meteoritos, polen, vida animal, etc.; es inevitable y la naturaleza le hace frente por si misma restableciendo el equilibrio cuando ha sido perturbado.
- ❖ Artificial: provocada por los procesos de combustión, la industria, el transito de automóviles y otras actividades del hombre. Esto da lugar a que el aire de las ciudades y de los centros industriales este cada vez más contaminado por acumulación de humos, polvos y gases.

Naturaleza y clasificación de los contaminantes del aire.

Atendiendo a su origen, los contaminantes se pueden clasificar como primarios y secundarios. Los primeros son emitidos al aire desde un foco emisor a nivel de la Tierra, los secundarios se forman en la misma atmósfera por reacción entre contaminantes, o entre contaminantes y un componente normal de la atmósfera.

Atendiendo a su naturaleza, se pueden clasificar en físicos y químicos. Se consideran contaminantes físicos: el ruido, las vibraciones, las tensiones térmicas y las radiaciones. Por su parte, los contaminantes químicos pueden ser sólidos, líquidos y gaseosos, dentro de los últimos se agrupan los vapores.

a) Los sólidos incluyen:

- ❖ Polvo de las ciudades constituido por: sílice, bitumen, caucho, materiales inorgánicos en general, materiales orgánicos de origen biológico (polen, virus, hongos, etc.).
- ❖ Polvo industrial: procedentes de focos muy localizados, como fabricas de cemento, siderúrgicas, instalaciones mineras, etc. Se trata en general de sales, óxidos y polvos metálicos.
- ❖ Humos: asfálticos, hidrocarburos policíclicos y productos de la combustión incompleta.

b) Los líquidos están constituidos por aceites minerales, ácidos (sulfúrico, nítrico clorhídrico, fluorhídrico, etc.).

c) Los gases se clasifican en función de su elemento característico y están constituidos por:

- ❖ Compuestos del carbono: monóxido de carbono, anhídrido carbónico, metano, otros hidrocarburos, etc.

- ❖ Compuesto del azufre: anhídrido sulfuroso, anhídrido sulfúrico y ácido sulfhídrico, etc.
- ❖ Compuestos halogenados: cloro, ácido fluorhídrico, freones, etc.
- ❖ Compuestos del oxígeno: aldehídos, ozono, etc.

Los vapores están constituidos por: alcoholes, aldehídos, cetonas, derivados halogenados, ésteres, hidrocarburo y mercurio.

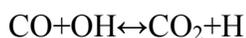
Fuentes contaminantes industriales y la combustión como foco de contaminación atmosférica.

Las fuentes contaminantes se pueden clasificar en fuentes energéticas y fuentes productoras de bienes materiales. Las energías se clasifican en fijas producción de energía eléctrica y calorífica, y móviles producción de energía mecánica, que engloba los transportes.

La combustión es la causa común de las emisiones a la atmósfera en este primer grupo. Los contaminantes producidos son combustible no quemado (hidrocarburos), combustible parcialmente quemado (monóxido de carbono y partículas sólidas), impurezas de combustible quemadas o no quemadas (anhídrido sulfuroso, cenizas, plomo) y productos de la reacción del comburente (óxidos de nitrógeno). En efecto, la mayor proporción de energía primaria se obtiene por combustión de los combustibles fósiles: carbón petróleo y gas natural, lanzándose a la atmósfera CO_2 , CO , SO_2 , SO_3 , NO , cenizas, átomos, radicales libres, etc.

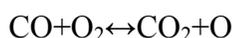
Los átomos y radicales libres aparecen en cantidades libres no significativas, pero tienen efectos nobles sobre las especies intermedias y finales que se producen en la llama. Las moléculas de CO , H_2 y CH_2O , y los átomos y iones H , O y OH , entre otros, aumentan su concentración en la llama hasta el 1% en volumen; la recombinación junto con la conversión de CO a CO_2 aportan el 50% del calor generado en la combustión.

Óxidos de carbono. El CO y el CO_2 se desprenden en grandes cantidades, fundamentalmente el último, aunque, en principio, el CO no debería escapar en llamas que tienen O_2 en exceso. La razón está en la cinética de las reacciones de combustión; en una primera etapa, el carbono se quema a CO , para, a continuación, pasar a CO_2 , según:



Reacción: 1.1.

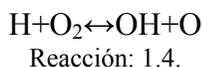
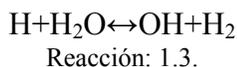
Reacción muy rápida, mientras que la oxidación directa con O_2 :



Reacción: 1.2.

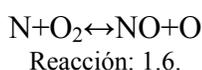
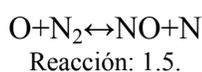
Es relativamente lenta y de menor importancia con llamas que contienen hidrocarburos y agua, con concentraciones importantes de OH , que controla la conversión de CO a CO_2 según la reacción 1.1.

La formación de OH tiene lugar por las reacciones siguientes:

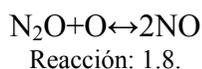
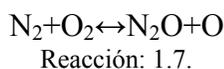


Muy rápidas, pero con una energía de activación muy alta, por lo que a su constante de velocidad decrece rápidamente con la temperatura. De la tabla 1.10 se deduce que la oxidación de CO a CO₂ queda prácticamente congelada por la disminución de k₃ con la temperatura.

Óxidos de nitrógeno. La aparición de estos compuestos en el aire caliente tiene su origen en las siguientes reacciones:



Contribuyendo, aunque en menor grado, las reacciones:



Temperatura (K)	Relación de constantes de velocidad, k ₁ /k ₃
1500	1
1000	30
800	300

Tabla.1.10: Constantes de velocidad y temperatura para las reacciones 1.1 y 1. 3.

Considerando las reacciones 1.5 y 1.6, que son las principales, la 1.5 tiene un valor de la energía de activación alto, por lo que a bajas temperaturas no se forma NO en cantidades apreciables. Por otra parte, la concentración de O controla esta reacción, razón por la que es frenada por la ecuación 1.6 que depende también fuertemente de la temperatura.

Gracias a la reacción 1.6, el contenido en NO en los gases de combustión nunca llega a los valores de equilibrio (3000 ppm), manteniéndose en unas 50 ppm. Resumiendo interesarían temperaturas bajas en la llama para evitar la formación de NO utilizando mezclas ricas en combustible; pero conduciría a contenidos altos en CO, por lo que el camino más interesante y hacia donde se orienta las investigaciones actuales está en operar en condiciones de mínima emisión de CO y eliminar de los gases el NO, en lugar de evitar su formación.

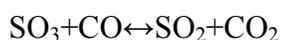
Óxidos de azufre. De los óxidos de azufre, son el SO₂ y el SO₃ los únicos que aparecen en cantidades significativas. El SO es importante, cinéticamente, en la oxidación de compuestos que contienen azufre; en condiciones favorables también aparece el SO₂. Pero estas dos especies tienen gran reactividad y al ser inestables a la temperatura ambiente no se detectan en los humos de chimenea. Los que aparecen, fundamentalmente, son SO₂ y SO₃, su equilibrio (ver reacción 1.9).



Reacción: 1.9.

Favorece la formación de SO₂ a altas temperaturas y de SO₃ a bajas. Se ha comprobado que la concentración de SO₃ en las llamas es superior a la de equilibrio, mientras que en los gases de chimenea es inferior. Esta divergencia puede explicarse por vía cinética, como para los óxidos de carbono y nitrógeno, pues en la evolución del azufre en la llama intervienen átomos e iones. A partir de las constantes de velocidad de reacción, puede calcularse que el contenido máximo de SO₃ ha de estar entre 1 y 5% de la concentración de SO₂, que es el orden de magnitud efectivamente controlado en distintos gases de chimenea.

A temperaturas algo inferiores a las de la llama, comienza a ser significativa la reacción 1.10:



Reacción: 1.10.

Dentro de las fuentes no energéticas o productoras de bienes de materiales, cabe citar las emisiones de la industria petroquímica, siderometalúrgica, de la construcción, química, pastero-papelera, farmacéutica y de la alimentación. Los contaminantes emitidos son específicos.

En esta industria, más que en cualquier otra, donde se encuentra una gran variedad de problemas específicos. En realidad, los vertidos de contaminantes se deben al insuficiente rendimiento económico de la recuperación de los productos intermedios y/o finales. La ley general de los beneficios “marginales decreciente” determina los límites a partir de los cuales la conversión o retención deja de ser interesante, económicamente.

v. Tecnologías de control de emisiones contaminantes a la atmósfera.

Las industrias de procesos químicos y petroquímicos, donde el potencial de contaminantes tóxicos, es mucho mayor que cualquier otro giro industrial, claro sin descuidarlos.

Los equipos para el control de la contaminación del aire, se han clasificado convencionalmente en dos grandes grupos que son:

- a) Equipos de control de material particulado suspendido.
- b) Equipos de control de emisiones gaseosas.

1) Equipos de control para partículas.

Los mecanismos para el control de partículas están disponibles en gran variedad, utilizando varios principios de operación y teniendo un amplio rango de eficiencia de colección, costo inicial, costos de mantenimiento y operación, espacio, arreglo y materiales de construcción. En la selección de un mecanismo óptimo para un trabajo específico, es necesario considerar algunos factores como son:

- *Características de la partícula.*- como el rango del tamaño, densidad, forma y propiedades fisicoquímicas, semejantes a la tendencia de aglomeración, higroscópicas, corrosividad, inflamabilidad, explosividad, toxicidad, conductividad eléctrica, etc.
- *Características del gas transportador.* - Tales como temperatura, presión, humedad, viscosidad, punto de rocío de componentes condensables. Conductividad eléctrica, corrosividad, inflamabilidad, explosividad, toxicidad entre otros.
- *Factores del proceso.*- Gasto volumétrico, concentración de partículas, variaciones en el flujo de materiales, requerimientos de eficiencia de control, caída de presión disponible y caída de presión requerida.
- *Factores de operación.*- Incluyendo la limitación estructural, espacio disponible y limitaciones del material del equipo como presión, temperatura, corrosión, etc.
- *Reglamentación vigente.*- Sobre límites máximos permisibles dictados por las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental.

Clasificación de los equipos de control de partículas.

Los equipos de colección de polvos pueden ser clasificados de acuerdo con la siguiente figura:

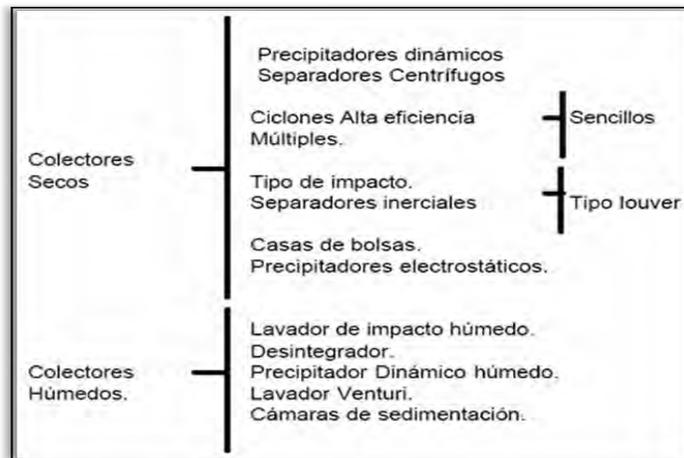


Figura.1.6: Equipos colectores de polvos.

Generalmente para el control de partículas generadas en la combustión de algunos combustibles, son utilizados comúnmente los precipitadores electrostáticos, (la industria mexicana no cuenta con equipo de control de los gases y partículas generados por la combustión), multiciclones, casas de bolsas y lavadores, cuyas eficiencias de captación varían de acuerdo a dos factores que son:

- Tipo de combustible.
- Prácticas de operación.

2) Equipos de control para gases.

La remoción de contaminantes de descargas gaseosas, son frecuentemente complicadas ya que los contaminantes están generalmente presentes en pequeñas concentraciones con gran exceso de gas inerte (aire o nitrógeno). Estos procesos pueden establecerse para remover algunos de los contaminantes a bajas concentraciones o concentrados en otra fase. La conversión directa por combustión es algunas veces posible, o el contaminante puede ser concentrado en un líquido (absorción) o en un sólido (adsorción), también se puede llevar a cabo la descomposición en elementos o moléculas inertes.

a) Equipo para gases de combustión (Incineración).

El principio de este método de control consiste en la oxidación rápida de sustancias gaseosas combustibles (como el caso de los hidrocarburos) emitidos a la atmósfera, convirtiéndolos en dióxido de carbono y agua, los cuales no son contaminantes, sirviendo también para eliminar partículas combustibles que puedan contribuir con opacidad, olor, reactividad fotoquímica y toxicidad a las emisiones. Existen tres tipos de equipos de incineración de contaminantes que son:

- *Mecheros.*- También llamados posquemadores, existen tres tipos: elevados, a nivel de piso y fosas de quemado. Los quemadores elevados consisten en chimeneas altas con quemadores convencionales en la punta. Los mecheros a nivel de piso consisten en chimeneas bajas (menores de cinco metros). Este método de control se aplica generalmente a los hidrocarburos, también pueden ser utilizados con éxito en gases inorgánicos como amoníaco, monóxido de carbono, hidrógeno, etc.
- *Posquemadores térmicos o de flama directa.*- Este tipo de combustión se conoce como incineración por flama directa, ya que utiliza un quemador de combustible para obtener la combustión rápidamente.

La operación de éste equipo de control, consiste en enviar los gases contaminantes a través de ductos hacia el posquemador donde estos se mezclan con la flama en su zona inicial, pasando posteriormente a la cámara de combustión en donde se completa la oxidación antes de salir a la atmósfera.

- *Combustión catalítica.*- Es el método de menor temperatura para la combustión en presencia de un catalizador. Estos equipos consisten en una sección de precalentamiento, una cámara de lecho catalítico y el equipo auxiliar.

La operación de dichas unidades consiste en enviar los gases a la zona de precalentamiento (250 – 650 °C), posteriormente se hacen pasar al lecho catalítico (generalmente platino combinado con otros metales) para su oxidación total.

b) Equipos de adsorción para vapores y gases.

La adsorción es el nombre del fenómeno en el cual las moléculas de un fluido se adhieren a la superficie de un sólido. Este proceso los gases contaminantes en pequeñas concentraciones, pueden ser selectivamente capturados o removidos por materiales específicos conocidos como absorbentes. La más importante característica de los absorbentes sólidos son sus grandes superficies, volumen y su preferencial afinidad para componentes individuales.

La adsorción puede ser específica y por lo mismo es usada para la separación de gases, como la eliminación de sustancias tóxicas tales como el dióxido de azufre, la remoción de líquidos vaporizados del aire, en la decoloración, clarificación y purificación de soluciones, etc.

TIPO DE ADSORBENTES	USOS
Carbón activado.	Recuperación de solventes eliminación de olores, purificación de gases.
Alúmina.	Secado de gases, aire y líquidos.
Bauxita.	Tratamiento de fracciones del petróleo, secado de gases y líquidos.
Oxido de calcio (cal).	Eliminación dióxido de azufre y neblinas ácidas.
Silica gel.	Eliminación de la humedad en los gases.

Tabla.1.11: Adsorbentes utilizados para el control de contaminantes gaseosos.

c) Equipos de absorción para vapores y gases.

Una de las técnicas más frecuentemente usadas para el control de desechos gaseosos industriales antes de ser descargados a la atmósfera, es la absorción de gases en líquidos. En general, los desechos gaseosos son mezclas de componentes, algunos de los cuales son solubles en un líquido selectivo. Los contaminantes gaseosos del aire más comúnmente controlados por la absorción son: dióxido de azufre, sulfuro de hidrógeno, cloruro de hidrógeno, cloro, amoníaco, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos.

El solvente (líquido selectivo) generalmente utilizado en la absorción es el agua, en algunos casos son utilizados, etanol, benceno, para absorber fenol y cloroformo. También se utiliza soluciones alcalinas y el uso de empaque de caliza para el control de las emisiones de dióxido de azufre. Para la selección óptima de los solventes absorbentes, se debe considerar los siguientes aspectos importantes:

- La solubilidad del gas debe ser suficientemente alta, así como para el cambio de la velocidad de absorción y decrecimiento de la cantidad de solvente requerido. Los solventes similares químicamente al soluto, generalmente proporciona una buena solubilidad.
- Los solventes deben tener relativamente baja volatilidad, para reducir pérdidas.
- Si es posible, se recomienda el uso de solventes no corrosivos, para reducir los costos de construcción y mantenimiento del equipo.
- Los solventes deben tener relativamente baja viscosidad, para incrementar la absorción y reducir inundaciones.
- Los solventes de ser posible no deben ser tóxicos.

Para la reconvención del solvente, la desorción o agotamiento puede ser practicada después de la absorción para el rehúso del solvente. Algunas veces, después de la absorción, el soluto y el solvente no se encuentran separados pero son usados como un producto intermedio en la producción.

3) Equipos de control de emisiones de óxidos de nitrógeno.

i. Prácticas de Operación para el control de Óxidos de Nitrógeno.

El grado y el efecto de las variables de operación de los equipos de combustión en la formación de óxidos de nitrógeno, es determinado individualmente para cada equipo en particular, se ha encontrado que la relación de emisiones NO_x son diferentes en unidades y en condiciones de operación similares. El conocimiento de los factores físicos que controlan la formación de los Óxidos de Nitrógeno, pueden ser usados para definir los mecanismos y/o métodos para reducir las emisiones de NO_x en sistemas de combustión. A continuación se exponen estos métodos.

a) Reducción del Exceso de Aire.

Como se sabe, de acuerdo con el equilibrio químico, los Óxidos de Nitrógeno se forman a partir de N_2 y O_2 a altas temperaturas o sea en la zona de la flama, por lo que al reducir la concentración de Oxígeno en esta zona disminuye la concentración de los NO_x . Este método es efectivo únicamente para los combustibles fósiles líquidos y sólidos debido a que el contenido de nitrógeno en los combustibles gaseosos es mínimo y la formación de los NO_x se debe principalmente a la formación térmica.

Se han obtenido datos de algunas plantas que utilizan combustibles líquidos y gaseosos, como se puede observar en la figura 1.7, a niveles bajos de oxígeno se tienen concentraciones bajas de Óxidos de Nitrógeno. En años recientes se han desarrollado técnicas de operación de equipos de combustión de combustibles líquidos con bajo exceso de aire, de 2.0% al 5.0% (0.4 a 1.0 % de O_2) cuando convencionalmente se utiliza de 10% a 20% (2 a 4% O_2). Desafortunadamente el operar a bajo exceso de aire causa problemas de formación de humo, emisiones de monóxido de carbono y trióxido de azufre.

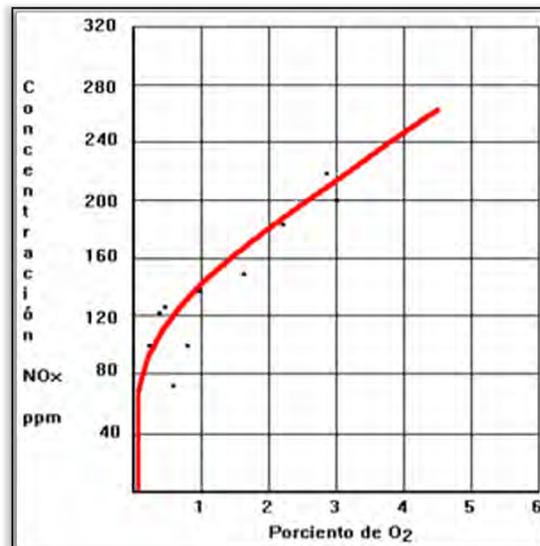


Figura.1.7: Efectos del exceso de oxígeno sobre la formación de los óxidos de nitrógeno.
Fuente: Combustion Evaluation Sources and Control Devices. Environmental Protection Agency.

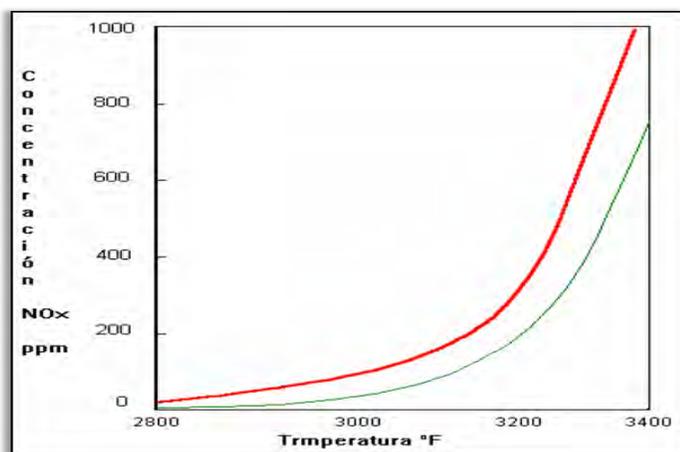


Figura.1.8: Curvas teóricas del efecto de la temperatura en la formación de óxidos de nitrógeno.
Fuente: Combustion Evaluation Sources and Control Devices. Environmental Protection Agency.

b) Recirculación del flujo gaseoso.

La recirculación de una porción del flujo gaseoso en la zona de combustión, reduce la concentración de los NO_x térmico y controla la temperatura de la flama, además de que al introducir los gases en el hogar del equipo de combustión en bajo nivel de exceso de oxígeno. Un efecto típico de la recirculación de los gases en la emisión de NO_x es mostrado en la figura 1.9.

Esta técnica es aplicada algunas veces para generadores de vapor donde la reducción de las emisiones de NO_x obtenidas por la recirculación del 30 % del flujo gaseoso. Este tipo de operación incrementa el costo de capital (por ducteria y equipo de control), pero también puede incrementar para hacer más eficiente el sistema del quemador para hacer una flama radiante y más uniformemente a lo largo de la cámara de combustión. Hay mucha variación de un equipo a otro, en la cantidad de recirculación del gas necesario para el control de la temperatura del vapor y el punto en cual es introducido dicho gas.

c) Combustión en etapas.

En este método el quemador esta diseñado para proveer aire en menor cantidad que el estequiométrico. El resto del aire es adicionado a través de puertos separados en algunas posiciones corrientes abajo en el horno donde antes la flama ha perdido una apreciable cantidad de calor circundante. Por esta vía la temperatura y la concentración de oxígeno en las zonas de combustión primaria y secundaria son bajas, teniendo como resultado mínima emisión de los óxidos de nitrógeno (térmico y del nitrógeno fijo del combustible).

En la zona de combustión primaria, el nitrógeno del combustible muchas veces es convertido en componentes amoniacales (NH_x) los cuales están disponibles para reducir un porcentaje de óxido nítrico (NO) formado en la cámara secundaria de combustión. Esta técnica de operación permite tener una reducción del 30 al 50 % de las emisiones de óxidos de nitrógeno y pueden ser llevadas a cabo en calentadores industriales.

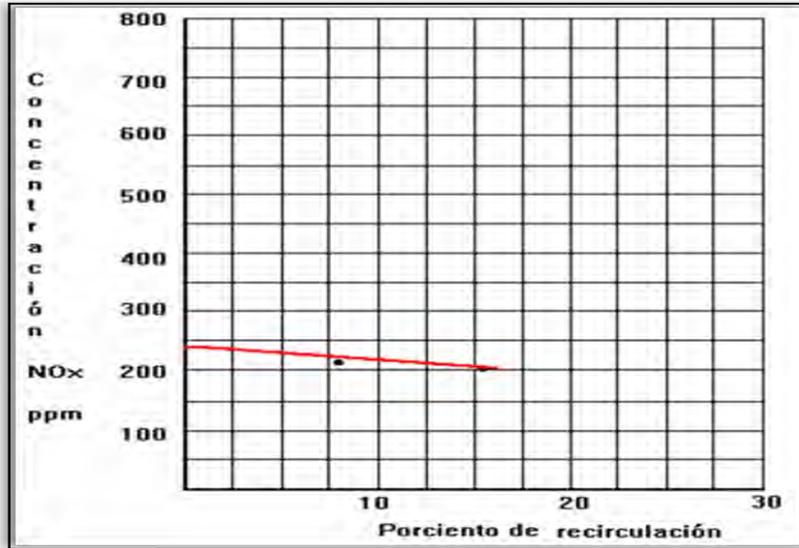


Figura.1.9: Efectos la recirculación de los óxidos de nitrógeno.

Fuente: Combustion Evaluation Sources and Control Devices. Environmental Protection Agency.

ii. Tecnologías de control de óxidos de nitrógeno.

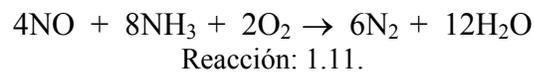
Desnitrificación.

Este proceso de control de los Óxidos de Nitrógeno es conocido por Desnitrificación del flujo gaseoso.

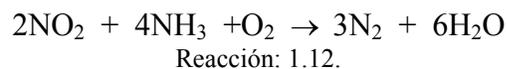
Principio de Desnitrificación.

El principio de desnitrificación es un método de reducción catalítica selectiva por medio de amoníaco (NH_3). Por la adición de amoníaco dentro del flujo gaseoso dejando que este pase a través del lecho catalítico (dióxido de titanio TiO_2). Los NO_x son convertidos en nitrógeno (N_2) y vapor de agua (H_2O) que son inofensivos.

La principal formula de reacción es la siguiente:



El bióxido de nitrógeno contenido en los NO_x medidos en le flujo gaseoso representa del 1 al 10 %, por lo que el NO_2 esta considerado y son reducidos de acuerdo con la siguiente formula:



La ecuación global que involucra los dos principales óxidos de Nitrógeno es la siguiente:



Reacción: 1.13.

El mejor rango de temperatura recomendado para la reacción de desnitrificación se encuentra entre 300 °C a 400 °C en el reactor, a estas condiciones se obtiene una relación del 65 % de conversión o desnitrificación.

Equipo de desnitrificación.

La figura 1.10 muestra el diagrama de flujo básico y sus partes que lo componen son las siguientes:

- I. Un reactor.
- II. Catalizador.
- III. Inyección de amoníaco.
 - Sistema de amoníaco al 5 % de concentración diluido con aire.
 - Tanque de almacenamiento de amoníaco.
 - Tanque para amoníaco licuado.
 - Un carburador.
 - Un acumulador.
- IV. Instrumentación y controles.

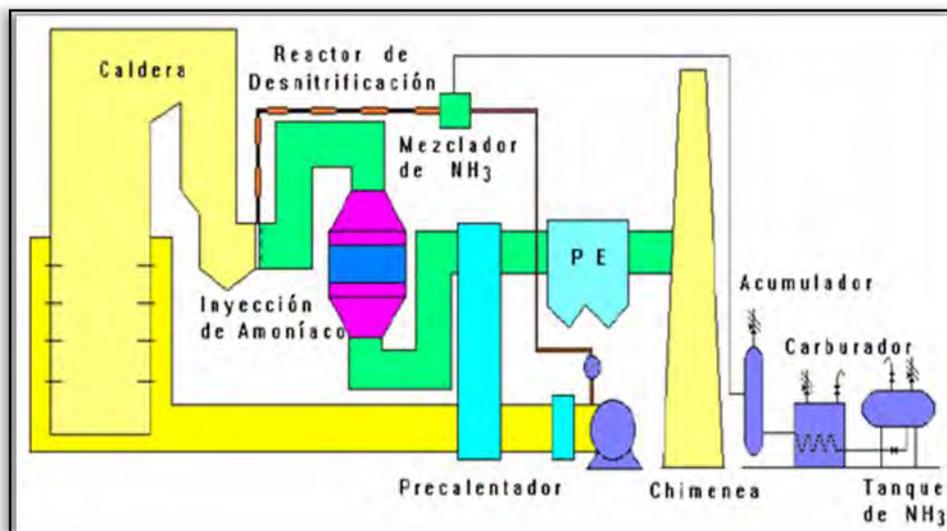


Figura.1.10: Diagrama de flujo para el control de NO_x por medio de un equipo desnitrificador.

I.II.IV.-Impacto Ambiental.

i. ¿Qué es el impacto ambiental?

El termino impacto se aplica a la alteración que introduce una actividad humana en su entorno; este ultimo concepto identifica la parte del medio ambiente afectada por la actividad, o mas ampliamente, que interacciona con ella (ver figura 1.11).

Por lo tanto el impacto ambiental se origina en una acción humana y se presenta según tres facetas:

- La modificación de alguno de los factores ambientales o del conjunto del sistema ambiental.
- La modificación del valor del factor alterado o del conjunto del sistema ambiental.
- La interpretación o significado ambiental de dichas modificaciones y en último término, para la salud y bienestar humano.

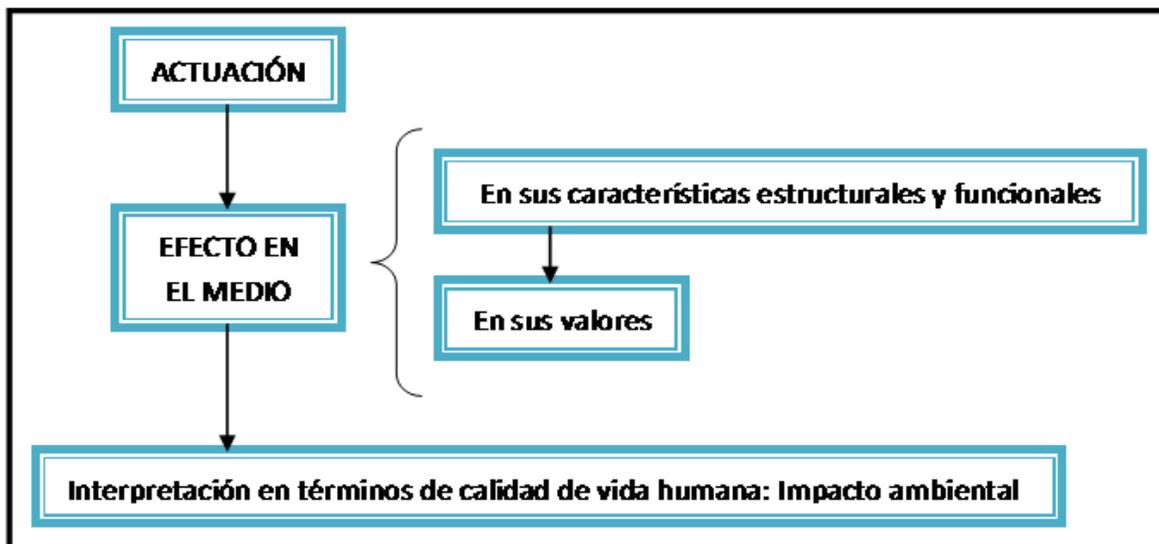


Figura.1.11: El impacto se asocia a la alteración del medio derivada de una acción humana.

Por lo anterior el impacto ambiental se define como:

La consecuencia directa o indirecta, de carácter beneficio o adverso que se produce para el hombre y los sistemas naturales y socioeconómicos de los cuales depende su bienestar, como resultado de un cambio ambiental provocado por una acción o un conjunto de acciones de origen natural o humano.

Los impactos ambientales se refieren a la alteración o modificación positiva o negativa de la calidad ambiental, provocada o inducida en forma directa o indirecta, voluntaria o involuntaria, por cualquier acción del ser humano o de la naturaleza.

ii Naturaleza del impacto ambiental:

Un impacto ambiental viene identificado por el efecto de una actividad sobre un factor ambiental y ambos elementos. La esencia de un impacto ambiental queda determinado por dos elementos: su signo y su valor. Ambos elementos junto con otros dos elementos: tiempo y espacio.

- El signo: se refiere al carácter benéfico (positivo) o perjudicial (negativo) del impacto.
- El valor: Mide la gravedad del impacto cuando es negativo al <<grado de bondad>> cuando es positivo en uno y otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración.

El impacto ambiental es la diferencia de evolución del entorno <<con >> y <<sin>> acción humana: la alteración se mide por la diferencia entre la evolución en el tiempo que tendría el entorno, o alguno de los factores que lo constituyen, en ausencia de la actividad causante y la que tiene en presencia de esta, en la figura 1.12 se observa que el impacto queda representado por el espacio tramado que separa la evolución <<con>> o <<sin>> la acción humana causante. Esta asociación del impacto a la evolución temporal del entorno, le hace a su vez variable con el tiempo la figura 1.13 muestra las posibles formas de variación, desde los impactos que se auto magnifican hasta los que desaparecen con el tiempo gracias a la propiedad de reversibles que le corresponden a la homeostasia del ecosistema.

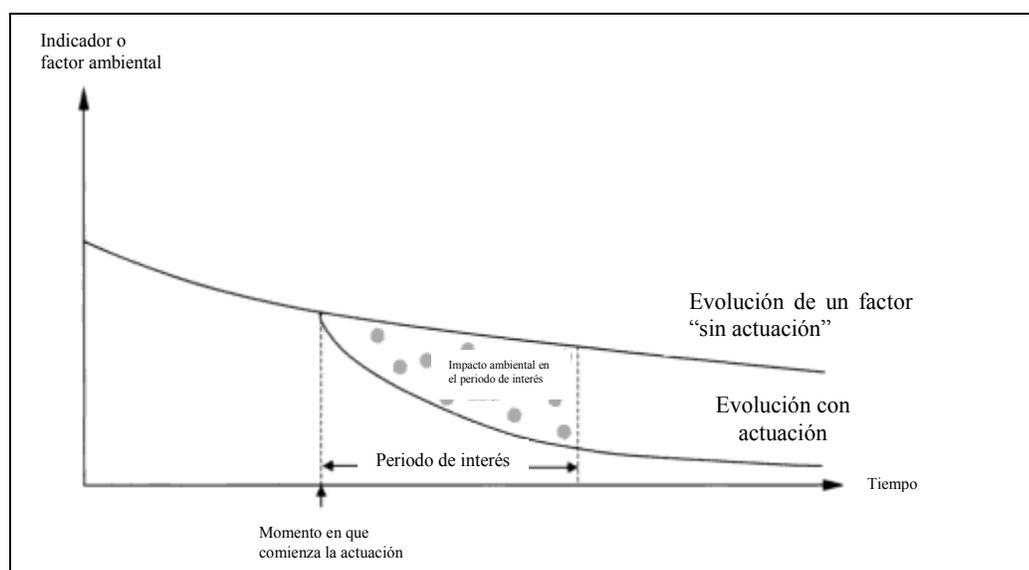


Figura.1.12: El impacto viene representado por la diferencia de evolución del factor alterado <<con>> y <<sin>> la actividad causante.

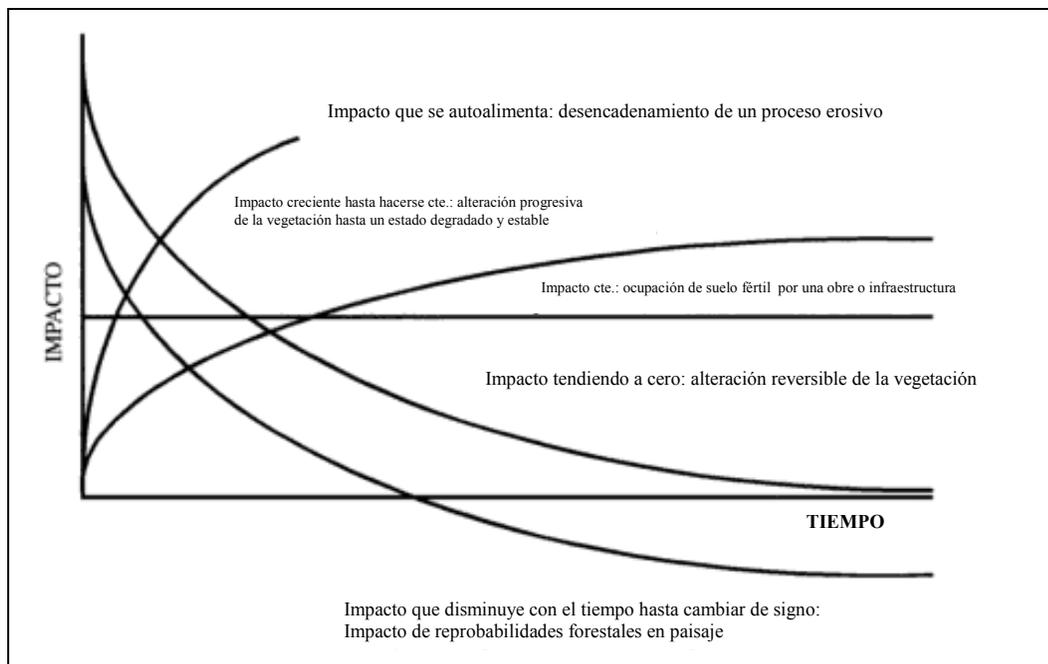


Figura.1.13: El impacto varía con el tiempo de diferentes formas según su naturaleza.

iii. Tipos de impacto ambiental:

Existen diversos tipos de impactos ambientales, pero fundamentalmente se pueden clasificar, de acuerdo a su origen, en los provocados por:

- Impactos de sobreexplotación: estos efectos se asocian a aquellas actividades que utilizan recursos ambientales y no respetan los criterios de sostenibilidad, por lo que se pueden a su vez ordenar así: sobreexplotación de recursos naturales renovables (recursos acuíferos superficiales o subterráneos, fauna silvestre terrestre o acuática, bosques autóctonos, hierbas aromáticas y medicinales, etc.), extracción de recursos naturales no renovables que se consumen cuando se utilizan (recursos mineros, extracción de áridos), utilización de recursos no renovables que no se consumen cuando se utilizan por encima de una cierta intensidad de uso (recursos culturales, yacimientos arqueológicos y paleontológicos, puntos de interés geológico, etc.).
- Contaminación. Todos los proyectos que producen algún residuo (peligroso o no), emiten gases a la atmósfera o vierten líquidos al ambiente.
- Ocupación del territorio. Los proyectos que al ocupar un territorio modifican las condiciones naturales por acciones tales como desmonte, compactación del suelo y otras.

Asimismo, existen diversas clasificaciones de impactos ambientales de acuerdo a sus atributos los cuales pueden observarse en la siguiente tabla:

Clasificación del impacto ambiental de acuerdo a sus atributos.
<i>Positivo o negativo:</i> en términos del efecto resultante en el ambiente.
<i>Directo o indirecto:</i> Si es causado por alguna acción del proyecto o es resultado del efecto producido por la acción.
<i>Relevante:</i> Cuando provoca alteraciones en los ecosistemas, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.
<i>Residual:</i> cuando el impacto persiste después de las medidas de mitigación.
<i>Acumulativo:</i> cuando resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionadas por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
<i>Sinérgico:</i> El que se produce cuando el efecto conjunto de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
<i>Reversible o irreversible:</i> Dependiendo de la posibilidad de regresar a las condiciones originales.
<i>Continuo o periódico:</i> Dependiendo del periodo en que se manifieste.

Tabla.1.12: Clasificación de impacto ambiental de acuerdo a sus atribuciones.

Fuente: SEMARNAT.

Como ya se había mencionado anteriormente, el impacto ambiental: se refiere a la alteración o modificación que una acción o actividad produce sobre el medio ambiente o en alguno de sus componentes. Este efecto es de magnitud variable y puede ser positivo o negativo, aceptable o rechazable en función de diversos criterios lo cual se muestra en la siguiente tabla:

Clasificación del impacto ambiental de acuerdo a diferentes criterios.	
Certidumbre.	
Probable:	Cuando la posibilidad de ocurrencia es alta
Improbable:	Cuando la posibilidad de ocurrencia es baja
Desconocido:	Cuando no se sabe si puede ocurrir o no
Efectos.	
Diversos:	Acciones que generan efectos de manera inmediata o a largo plazo sin mediación de ningún otro impacto.
Indirectos:	Efectos resultantes del impacto directo y pueden manifestarse tardíamente
Acumulativos.	Se suman a través del tiempo y pueden conjuntarse con otros impactos
No acumulativos:	No se asocian con otros impactos
Localización.	
Puntual:	Se presenta en el lugar donde ocurre la acción del proyecto
Local:	Abarca el sitio del proyecto y zonas aledañas
Regional:	Trasciende a la localidad donde ocurre la acción y se proyecta en una región adicional
Importancia.	
Irrelevantes:	Hay un efecto pero, donde los intereses de la localidad, no es digno de tomarse en cuenta
Importantes:	El efecto es de interés para conciliar los deseos de la población, aunque sea de magnitud menor
Magnitud.	
Significativo:	Si los impactos tienen efecto importante sobre el ambiente
Moderado:	Si los efectos son medianamente importantes
No significativo:	Si los impactos en el ambiente no son importantes
Mitigación.	
Remediable	Se les puede aplicar una medida de control de atenuación
No remediable:	No existan medidas de control o de atenuación
Permanencia.	
Transitorio:	Cuando se puede modificar con una medida de mitigación
Residual:	Aquel que prevalece después de aplicar todas las medidas posibles de mitigación
Presencia.	
Momentáneo:	Se proyecta de manera inmediata cuando se ejecuta una acción del proyecto y desaparece con ella
Temporal:	Queda en el ambiente por un tiempo aun después de concluir la acción
Permanente:	Permanece en el ambiente después de concluir la acción del proyecto

Tabla.1.13: Clasificación de impacto ambiental de acuerdo a diferentes criterios.

iv. Impacto ambiental y la industria.

La industria actúa sobre el medio ambiente como cualquier otra actividad humana, modificándose el equilibrio de los ecosistemas. La actividad industrial, sea cual sea su naturaleza, ejerce un conjunto de perturbaciones medioambientales que se denominan impacto ambiental.

El impacto ambiental industrial comprende, entre otros los siguientes puntos:

- ❖ Sobrexplotación de recursos utilizados por la industria, como es la extracción de materias primas.
- ❖ Consumo acelerado de agua y energía.

- ❖ Ocupación del suelo donde se construye e instala la fábrica y destrucción del ecosistema existente.
- ❖ Extinción de especies animales y vegetales como consecuencia de las actividades industriales.
- ❖ Destrucción de biocenosis⁵ completas.
- ❖ Modificación de las características del suelo.
- ❖ Alteración del equilibrio hidrológico y deterioro de la calidad del agua.
- ❖ Alteraciones del clima y de la calidad del agua.
- ❖ Daños sobre las poblaciones próximas por deterioro de la salud humana.
- ❖ Riesgos elaborados de accidentes y siniestros (incendios, explosiones, fugas, escapes, dispersiones de tóxicos, etc.), con graves consecuencias de la zona.
- ❖ Ruidos y vibraciones.
- ❖ Olores.
- ❖ Impactos producidos por el transporte y las vías de acceso a la instalación.
- ❖ Contaminación del aire.
- ❖ Contaminación del agua.
- ❖ Contaminación del suelo.
- ❖ Contaminación por residuos tóxicos y peligrosos.
- ❖ Contaminación radiactiva.
- ❖ Contaminación electromagnética.

La contaminación es sin duda uno de los factores perturbadores más graves. Las actividades industriales implican invariablemente la transformación de materias primas o productos semielaborados o elaborados, pero esta transformación nunca es total, generándose unos residuos en forma de energía o de materia, que si no son recuperados y reutilizados se convierten en contaminantes susceptibles de producir daño a la naturaleza, alterando la abundancia y los tipos de especies vivas, perturbando los sistemas físicos y biológicos, etc.

Sin embargo, la nocividad de la contaminación sobre los ecosistemas y sobre la vida que en ellos se desarrolla depende además de otros parámetros como son: la factibilidad de dispersión de los contaminantes, desplazándose a grandes distancias debido a la gran complejidad biogeoquímica⁶ de la biosfera y alterando ecosistemas lejanos a la instalación que es fuente de contaminación, la posibilidad de transformación de los contaminantes en otras sustancias más peligrosas o dañinas o, finalmente la acción conjunta simultáneamente de varios contaminantes y determinados factores ambientales y sus posibles efectos aditivos, acumulativos o sinérgicos⁷.

⁵ Comunidad de organismos unidos por dependencias recíprocas que ocupan un territorio y que se mantienen si no varían las condiciones del medio.

⁶ La biogeoquímica estudia la interacción entre los compuestos geoquímicos y los organismos vivos. La biogeoquímica es necesaria para comprender el funcionamiento de los seres vivos, desde el nivel de organización celular hasta el ecosistema que conforman.

⁷ Impacto distinto a los originales producidos por la interacción de acciones y/o elementos del ambiente y otros impactos ambientales.

I.II.V.- Riesgo⁸ Ambiental y actividades altamente riesgosas.

i. El riesgo ambiental⁹ y las actividades altamente riesgosas.

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED): En términos cualitativos, se entiende por “Riesgo” la probabilidad de ocurrencia de daños, pérdidas o efectos indeseables sobre sistemas constituidos por personas, comunidades o sus bienes, como consecuencia del impacto de eventos o fenómenos perturbadores. La probabilidad de ocurrencia de tales eventos en un cierto sitio o región constituye una amenaza, entendida como una condición latente de posible generación de eventos perturbadores (ver figura 1.14).



Figura. 1.14: Esquema de riesgo.

En forma cuantitativa se ha adoptado una de las definiciones más aceptadas del riesgo, entendido como la función de tres factores: la probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino, es decir el peligro, la vulnerabilidad y el valor de los bienes expuestos. Esta definición se expresa en la ecuación siguiente (ver figura 1.15):

$$\text{Riesgo} = f(\text{Peligro, Vulnerabilidad, Exposición})$$
$$R = f(P, V, E)$$

Figura. 1.15: Representación del riesgo en función del peligro, la vulnerabilidad y la exposición.

Es una situación cercana al daño, a la gravedad de efectos que se pueden generar al llevarse a cabo actividades productivas sobre ecosistemas o en el ambiente. Una actividad altamente riesgosa es aquella que se encuentra clasificada en el Primer o Segundo Listados publicados en el Diario Oficial de la Federación 28 de marzo de 1990 y el 4 de mayo de 1992 respectivamente.

⁸ A diferencia del riesgo, el peligro se define como: la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo de tiempo y en un sitio dado. Para el estudio de los peligros, es importante definir los fenómenos perturbadores mediante parámetros cuantitativos con un significado físico preciso que pueda medirse numéricamente y ser asociado mediante relaciones físicas con los efectos del fenómeno sobre los bienes expuestos.

⁹ Es una situación cercana al daño, a la gravedad de efectos que se pueden generar al llevarse a cabo actividades productivas sobre ecosistemas o el ambiente.

De acuerdo con el acuerdo de SEMARNAT (Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas) del 28-03-90: “actividad altamente riesgosa”, se considera como el manejo de sustancias peligrosas en un volumen igual o superior a la cantidad de reporte.

La cantidad de reporte es: 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.

ii. El riesgo en la industria:

El almacenamiento y procesamiento de grandes cantidades de sustancias químicas peligrosas en las industrias, representan un riesgo, en caso de presentarse un accidente en el que haya liberación de una o más de estas sustancias, para la salud humana y/o el ambiente a corto o largo plazo. Los eventos que pueden presentarse incluyen incendios, explosiones, fugas o derrames de sustancias químicas los cuales pueden provocar lesión, enfermedad, intoxicación, invalidez o muerte de seres humanos que habitan en los alrededores de las industrias y de los trabajadores que laboran en ellas.

Con base en lo anterior se entiende como accidente de alto riesgo ambiental: Una explosión, incendio, fuga o derrame súbito que resulte de un proceso en el curso de las actividades de cualquier establecimiento, así como en ductos, en los que intervengan uno o varios materiales o sustancias peligrosas y que representen un peligro grave (de manifestación inmediata o retardada, reversible o irreversible) para la población, los bienes, el ambiente y los ecosistemas.

Un accidente químico se puede definir como la ocurrencia de un evento mayor ya sea fuga, derrame, incendio o explosión de una o más sustancias químicas peligrosas, como resultado de una situación fuera de control dentro de las actividades industriales normales de almacenamiento, procesamiento o transferencia, que ocasionan un daño serio a las personas, el ambiente o las instalaciones de manera inmediata o a largo plazo.

Los accidentes dependen, en gran medida, de tres variables básicas:

1. Presión,
2. Temperatura y
3. Volumen de las diversas sustancias peligrosas involucradas en la actividad.

Las que se suman otros factores tales como:

- Características del proceso o forma de transporte, diseño de los componentes (por ejemplo cisternas de almacenamiento, vehículos, ductos, etc.),
- Condiciones de operación,
- Mantenimiento y vigilancia de equipos,

- ☑ Sistemas de seguridad,
- ☑ Capacitación de los trabajadores.

La afectación debido a un accidente químico depende de diversos factores como: la sustancia química involucrada, la cantidad de sustancia liberada, la distancia y distribución de los asentamientos humanos alrededor de la empresa, la dirección y velocidad del viento, las condiciones climatológicas, la existencia y efectividad de equipo de control y combate de la emergencia, y la existencia de personal capacitado para atender el evento.

A este tipo de accidentes se les considera, también, como accidentes mayores e incluyen los tipos descritos continuación:

- Cualquier liberación de una sustancia peligrosa, en la que la cantidad total liberada sea mayor a la que se haya fijado como umbral o límite (*cantidad de reporte o de control*).
- Cualquier fuego mayor que de lugar a la elevación de radiación térmica en el lugar o límite de la planta, que exceda de 5 kw/m² por varios segundos.
- Cualquier explosión de vapor o gas que pueda ocasionar ondas de sobrepresión iguales o mayores de 1 lb/pulg².
- Cualquier explosión de una sustancia reactiva o explosiva que pueda afectar a edificios o plantas, en la vecindad inmediata, tanto como para dañarlos o volverlos inoperantes por un tiempo.
- Cualquier liberación de sustancias tóxicas, en la que la cantidad liberada pueda ser suficiente para alcanzar una concentración igual o por arriba del nivel que representa un peligro inmediato para la vida o la salud humana (IDLH por sus siglas en inglés), en áreas aledañas a la fuente emisora.
- En el caso del transporte, se considera como un accidente, el que involucre la fuga o derrame de cantidades considerables de materiales o residuos peligrosos que pueden causar la afectación severa de la salud de la población y/o del ambiente.

Cabe señalar que, en la Unión Europea, 90 por ciento de los accidentes en empresas que realizan actividades altamente riesgosas, han sido ocasionados por fallas en la administración de las instalaciones y por errores humanos. Esto es importante pues muestra que se puede incrementar la seguridad en las actividades altamente riesgosas, si se mejora la gestión de las mismas y la capacitación del personal. A su vez, el impacto de los accidentes y sus riesgos para la salud y el ambiente, pueden reducirse o amplificarse, en función de las condiciones que prevalezcan alrededor de las actividades riesgosas, entre las que destacan:

- ☑ La vulnerabilidad del medio,
- ☑ La densidad poblacional,
- ☑ La distancia de las poblaciones respecto de las empresas de alto riesgo o las vías de transporte de materiales peligrosos,
- ☑ La infraestructura de la que se dispone para mitigar el impacto de los accidentes,

El conocimiento y preparación de la población para comportarse de manera adecuada para proteger su salud en caso de accidentes.

I.III.- Legislación en materia ambiental.

I.III.I.-Principales Tratados Internacionales en Materia Ambiental.

Entre los principales tratados y acuerdos se encuentran los siguientes:

i. La Carta de la Tierra.

La Carta de la Tierra es una declaración de principios fundamentales que tiene el propósito de formar una sociedad justa, sustentable y pacífica en el siglo XXI. Busca inspirar en los pueblos un nuevo sentido de interdependencia y responsabilidad compartida para el bien de la humanidad y las demás especies que habitan la Tierra. Es una expresión de esperanza así como un llamado de ayuda para crear una sociedad global en un momento crítico en la historia.

Los principios de la Carta de la Tierra reflejan consultas internacionales extensivas conducidas por un período de varios años. Estos principios también están basados en la ciencia contemporánea, las leyes internacionales y en lo más profundo de la filosofía y la religión. Borradores consecutivos de la Carta fueron circulados alrededor del mundo para obtener comentarios y debate por parte de organizaciones no gubernamentales, grupos comunitarios, sociedades profesionales y expertos internacionales en varios campos.

La Carta de la Tierra es una síntesis de valores, principios y aspiraciones ampliamente compartidos por un número creciente de hombres y mujeres en todas las regiones del Mundo. Es el primer intento de la humanidad por escribir una Constitución del planeta.

Entre los principales principios están:

Integridad ecológica.

- ✓ Proteger y restaurar la integridad de los sistemas ecológicos de la Tierra, con especial preocupación por la diversidad biológica y los procesos naturales que sustentan la vida.
- ✓ Evitar dañar como el mejor método de protección ambiental y cuando el conocimiento sea limitado, proceder con precaución.
- ✓ Adoptar patrones de producción, consumo y reproducción que salvaguarden las capacidades regenerativas de la Tierra, los derechos humanos y el bienestar comunitario.
- ✓ Impulsar el estudio de la sostenibilidad ecológica y promover el intercambio abierto y la extensa aplicación del conocimiento adquirido.

ii. Convenio de Rotterdam.

El objetivo general del Convenio es promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de las Partes en la esfera del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a posibles daños y contribuir a la utilización ambientalmente racional de esos productos.

En otras palabras el convenio es un acuerdo multilateral cuya finalidad principal es proteger la salud humana y el medio ambiente. Para ello, facilita el intercambio de información sobre los productos químicos que han sido prohibidos o rigurosamente restringidos por uno o más gobiernos nacionales, así como las formulaciones plaguicidas extremadamente peligrosas (FPEP) que causan problemas en las condiciones en que se usan en países en desarrollo o en países con economías en transición.

Este convenio aplica a los siguientes productos:

- (a) Los productos químicos prohibidos o rigurosamente restringidos; y
- (b) Las formulaciones plaguicidas extremadamente peligrosas.

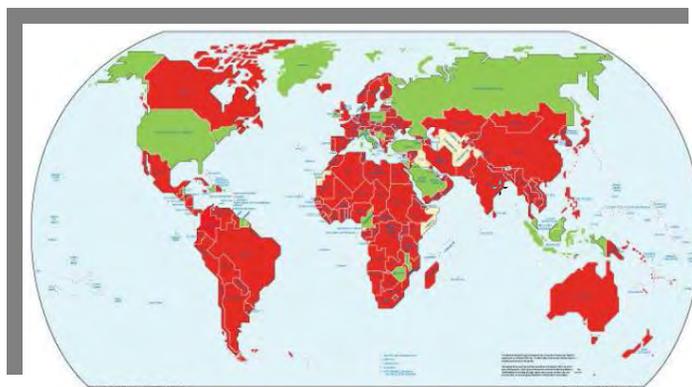
Los productos químicos que pueden ser incluidos en el Convenio de Rotterdam son los plaguicidas y productos químicos industriales que han sido prohibidos o rigurosamente restringidos por razones sanitarias o ambientales. También se incluye un grupo de plaguicidas denominados formulaciones plaguicidas extremadamente peligrosas (FPEP). Este último grupo comprende las formulaciones plaguicidas de las que se ha comprobado que causan problemas sanitarios o ambientales.

iii. Convenio de Estocolmo.

El Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (COP) pretende eliminar o restringir la producción y utilización de todos los contaminantes orgánicos persistentes producidos intencionadamente (es decir, los productos químicos industriales y los plaguicidas). También trata de reducir al mínimo y, cuando es posible, eliminar definitivamente los escapes de contaminantes orgánicos persistentes no producidos intencionadamente, como dioxinas y furanos.

El Convenio se aplicará inicialmente a 12 productos químicos. Seis de los plaguicidas y dos de los productos químicos industriales incluidos en el Convenio de Estocolmo están también sujetos al Convenio de Rotterdam. Son los siguientes: bifenilos policlorados, aldrina, dieldrina, DDT, clordano, hexaclorobenceno, toxafeno y heptacloro.

Conviene tener presente que la inclusión de productos químicos en el Convenio de Estocolmo se basa en una serie precisa de características, tales como su toxicidad, bioacumulación potencial, persistencia en el medio ambiente y movimiento transfronterizo hasta lugares alejados del punto de escape. Sin embargo, cabe señalar que los productos químicos no quedan sujetos al Convenio de Estocolmo en virtud de una medida reglamentaria nacional para prohibir o restringir rigurosamente su uso (ver figura 1.16).



■ Países pertenecientes al convenio de Estocolmo.

Figura.1.16: Países del mundo pertenecientes al Convenio de Estocolmo.

Entre las principales actividades comprometidas por México dentro de la Convención de Estocolmo se tienen:

1. medidas para reducir o eliminar la liberación derivada de la producción y utilización intencionales de COP.
2. prohibir y/o adoptar las medidas jurídicas y administrativas necesarias para eliminar su producción y utilización; así como sus importaciones y exportaciones.
3. restringir su producción y utilización.
4. vigilar que para un producto químico COP para el cual esté en vigor una exención específica para su producción o utilización con una finalidad aceptable, se tengan en cuenta las disposiciones de los instrumentos internacionales de consentimiento fundamentado previo existentes.
5. adoptar medidas para reglamentar nuevos plaguicidas o nuevos productos químicos industriales, con el fin de prevenir la generación de COP.
6. implementar medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de existencias y desechos con el fin de garantizar que se proteja la salud humana y el medio ambiente, mediante:

- a) elaboración de estrategias apropiadas para determinar existencias, los productos y artículos en uso, así como los desechos generados.
- b) adopción de medidas de vigilancia para que se gestionen, recojan, transporten y almacenen de manera ambientalmente racional los residuos con características de COP.
- c) determinación de estrategias adecuadas para identificar los sitios contaminados con productos químicos COP, y en caso de que se realice el saneamiento de esos sitios, ello deberá efectuarse de manera ambientalmente racional.
- d) cooperar estrechamente con los órganos pertinentes del Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.
- e) proponer la inclusión de productos químicos COP para su adhesión a la Convención de Estocolmo, mediante información científica que especifique la identidad de la sustancia, su persistencia, su capacidad de bioacumularse, su potencial de transporte a grandes distancias y los efectos adversos que sea capaz de ocasionar.

iv. Convenio de Basilea.

El Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación es el tratado mundial de medio ambiente que se ocupa más exhaustivamente de los desechos peligrosos y otros desechos.

Cuenta con 170 países miembros (Partes) y su objetivo es proteger el medio ambiente y la salud humana contra los efectos nocivos derivados de la generación, el manejo, los movimientos transfronterizos y la eliminación de los desechos peligrosos y otros desechos.

En primer lugar, el Convenio de Basilea regula los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y otros desechos aplicando el procedimiento del “consentimiento fundamentado previo”.

En segundo lugar, el Convenio obliga a las Partes en él a asegurar que los desechos peligrosos y otros desechos se manejen y eliminen de manera ambientalmente racional. A ese fin, se espera de las Partes que minimicen las cantidades que atraviesan las fronteras, que traten y eliminen los desechos lo más cerca posible del lugar donde se generen y que impidan o minimicen la generación de desechos en origen. Se han de aplicar controles estrictos desde el momento de la generación de un desecho peligroso hasta su almacenamiento, transporte, tratamiento, reutilización, reciclado, recuperación y eliminación final.

v. Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte.

En 1993, México, Canadá y los Estados Unidos firmaron el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN), el cual dio lugar a la creación de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA). Esta Comisión se creó en 1994 con el propósito de atender los asuntos ambientales de preocupación común, contribuir a prevenir posibles conflictos ambientales derivados de la relación comercial y promover la aplicación efectiva de la legislación ambiental en los tres países.

En la parte primera del acuerdo se establece lo siguiente en lo que se refiere a objetivos y medidas gubernamentales:

Objetivos.

- (a) periódicamente se elaborará y pondrá a disposición pública informes sobre el estado del medio ambiente;
- (b) elaborará y revisará medidas para hacer frente a las contingencias ambientales;
- (c) promoverá la educación en asuntos ambientales, incluida la legislación ambiental;
- (d) fomentará la investigación científica y el desarrollo de tecnología en materia ambiental;
- (e) evaluará los impactos ambientales, cuando proceda; y
- (f) promoverá el uso de instrumentos económicos para la eficiente consecución de las metas ambientales.

Medidas gubernamentales para la aplicación de leyes y reglamentos ambientales.

- (a) nombrar y capacitar inspectores;
- (b) vigilar el cumplimiento de las leyes e investigar las presuntas violaciones, inclusive mediante visitas de inspección in situ;
- (c) tratar de obtener promesas de cumplimiento voluntario y acuerdos de cumplimiento;
- (d) difundir públicamente información sobre incumplimiento;
- (e) emitir boletines u otras publicaciones periódicas sobre los procedimientos para la aplicación de leyes;
- (f) promover las auditorías ambientales;
- (g) requerir registros e informes;
- (h) proveer o alentar el uso de servicios de mediación y arbitraje;
- (i) utilizar licencias, permisos y autorizaciones;

vi. Protocolo de Kioto.

En diciembre de 1997 se reunieron representantes de 125 países en la ciudad japonesa de Kioto en el Tercer Congreso de las Partes del Convenio Marco sobre Cambio Climático. Como resultado de esa reunión se elaboró el Protocolo de Kioto, que compromete a los países que lo ratifiquen a reducir las emisiones de los gases que se suponen responsables del efecto invernadero. El acuerdo entro en vigor el 16 de febrero de 2005, sólo después de que 55 naciones que sumaron el 55% de las emisiones de gases de efecto invernadero lo ratificaron. En la actualidad 166 países lo han ratificado.

El objetivo del Protocolo de Kioto es conseguir reducir un 5,2% las emisiones de gases de efecto invernadero globales sobre los niveles de 1990 para el periodo 2008-2012. Este es el único mecanismo internacional para empezar a hacer frente al cambio climático y minimizar sus impactos. Para ello contiene objetivos legalmente obligatorios para que los países industrializados reduzcan las emisiones de los 6 gases de efecto invernadero de origen humano como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

vii. Protocolo de Montreal.

El Protocolo de Montreal, firmado en 1987, está dirigido a atender uno de los problemas más graves que ha enfrentado la humanidad: la destrucción de la frágil capa de ozono estratosférico que protege la vida de los letales rayos ultravioleta del sol, debida al uso de CFCs y otras sustancias químicas utilizadas como aerosoles, refrigerantes y algunos plaguicidas.

El pasado 9 de septiembre de 2005, México cerró su producción de Clorofluorocarbonos (CFCs), utilizados en refrigeradores, aires acondicionados, aerosoles y en la producción de espumas de poliuretano, las cuales son sustancias que dañan la capa superior de ozono. Con esta acción México se adelanta en sus compromisos impactando en una reducción de un 12% la producción mundial de CFCs, y en un 60% en la producción a nivel continental.

Con este evento México se unió a la celebración mundial del 16 de septiembre, el cual fue proclamado por la Asamblea General de las Naciones Unidas como el Día Internacional para la Protección de la Capa de Ozono, para conmemorar la firma del Protocolo de Montreal y promover en todos los países la eliminación del consumo de sustancias que agotan la capa de ozono.

Hoy en día, el Protocolo de Montreal es reconocido como uno de los esfuerzos internacionales más exitosos para proteger el medio ambiente mundial, con 189 países que forman parte de este acuerdo internacional y que se han comprometido a eliminar todas las sustancias que agotan la capa de ozono, siguiendo estrictos calendarios. México ha sido un activo promotor del Protocolo de Montreal y un ejemplo a nivel internacional en el cumplimiento de sus compromisos.

I.III.II.- Sistema institucional y legislativo en México en materia ambiental.

i. Instituciones.

Para el ejercicio de las actividades regulatorias en materia de protección al ambiente y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, con un punto de vista integral y sistémico, se creó en 1994 la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, que a su vez coordinó a tres organismos descentralizados:

- ❖ La Comisión Nacional del Agua (CNA).
- ❖ El Instituto Nacional de Ecología (INE).
- ❖ La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

El 30 de noviembre del año 2000, se cambió la Ley de Administración Pública Federal dando origen a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con lo que se buscó hacer una gestión funcional que permitiera impulsar una política nacional de protección ambiental.

Estos tres órganos descentralizados: CNA, INE y PROFEPA son los encargados directos de coordinar, normar, vigilar y en su caso sancionar las actividades del sector industrial, de acuerdo a las atribuciones otorgadas en el Reglamento Interno de la SEMARNAT.

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

La PROFEPA (ver figura 1.17) tiene como principal función, vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales aplicables al control y prevención de la contaminación ambiental, recursos naturales, bosques, flora y fauna silvestre y áreas naturales protegidas, atender y canalizar quejas y denuncias de la ciudadanía, de los sectores social, público y privado por el incumplimiento de las disposiciones legales que le confieren; asesorar a la población en asuntos de protección y defensa del ambiente, y recursos naturales; coadyuvar con las autoridades federales, estatales y municipales en el control de la aplicación de la normatividad ambiental; realizar auditorías y peritajes ambientales respecto de los sistemas de explotación, almacenamiento, transporte, producción, transformación, comercialización, uso y disposición de desechos y compuestos, así como la realización de actividades que, por su naturaleza, constituyen un riesgo para el ambiente; formular dictámenes técnicos respecto a daños o perjuicios ocasionados por infracciones en la normatividad vigente; imponer medidas técnicas y de seguridad, así como las sanciones que en los términos de las disposiciones jurídicas, sean aplicables; participar con las autoridades competentes en la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas, proyectos, programas, acciones, obras e inversiones en materia de ambiente y recursos naturales (ver tabla 1.14).



Figura.1.17: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

ORGANISMO.	ÁREAS RESPONSABLES.	INSTRUMENTOS.
INE	DG Regulación ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Convenios voluntarios. ❖ Instrumentos Ecológicos. ❖ Licencia Ambiental Única. ❖ Normas. ❖ Programa Voluntario de Gestión.
	DG Materiales Residuos y Actividades Riesgosas.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Estudio de riesgo. ❖ Programa de minimización de residuos. ❖ Remexmar. ❖ Autorizaciones y reportes de generación y manejo de residuos peligrosos
	DG Impacto Ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Manifiesto de Impacto Ambiental.
	DG Gestión e Información Ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cedula de Operación Anual. ❖ Prevención de la contaminación. ❖ Registro de emisiones y transferencia de contaminantes.
CNA	Subdirección General Técnica	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Concesiones y permisos para el aprovechamiento del agua. ❖ Autorizaciones de descarga de aguas residuales.
PROFEPA	Subprocuraduría de Inspección Industrial.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Índices de cumplimiento de la normatividad ambiental. ❖ Programa de inspección y vigilancia de las fuentes de contaminación industrial.
	Subprocuraduría de Auditoría Ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Programa nacional de auditorías ambientales.

Tabla.1.14: Instrumentos Aplicados por las Instituciones.

Fuente: INE.

ii. Sistema Legal Mexicano.

La base del sistema jurídico mexicano se encuentra en la "Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos". De esta norma fundamental promulgada el 5 de febrero de 1917 por el Congreso Constituyente derivan las normas jurídicas específicas, siguiendo una jerarquización tal, que cada una valida y fundamenta a otra inferior, y ésta a su vez da origen a otras. De donde emanan los siguientes ordenamientos:

a) Leyes:

Colocadas en un primer nivel jerárquico en nuestro sistema jurídico, las leyes son normas generales y permanentes, derivadas de la Carta Magna; con la que deben guardar congruencia y no contradecirla, contrariarla, rebasarla o modificarla. Al ser aplicables a toda persona o situación que quede incluida dentro de lo que disponen, las leyes son generales ya que no se refieren a ninguna persona o caso en particular.

En nuestro sistema jurídico, la ley es fuente autónoma, creadora de obligaciones en aquellos casos en que se considera un hecho material, independiente de toda voluntad del ser humano, y hace que se generen consecuencias de Derecho.

b) Reglamentos:

En segundo nivel dentro de la escala jerárquica del Sistema Jurídico Mexicano están los reglamentos. Estos comprenden las disposiciones legislativas expedidas por el Poder Ejecutivo para el desarrollo o instrumentación de las disposiciones legales. Es decir, por lo general el reglamento deriva de una ley a la cual complementa y amplía en sus principios.

Por otro lado, existen reglamentos que no necesariamente tienen una referencia legal directa, y que son denominados reglamentos autónomos, como es el caso de los expedidos para la jurisdicción del Distrito Federal (DF), en el que no existe congreso local.

c) Normas:

El tercer nivel de esta jerarquización está ocupado por las normas. En esencia, son resoluciones de control ejercidas específicamente en el ámbito administrativo, al provenir de decisiones emitidas por una o varias autoridades de la Administración Pública; en algunos casos son producto de un estudio particular de normalización, aprobado por una autoridad reconocida (SECOFI¹⁰), con objeto de evitar conflictos que pudieran surgir en casos concretos.

Entre los tipos de normas se encuentran los siguientes:

¹⁰ Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

1. Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

La elaboración de Normas Oficiales Mexicanas se realiza de conformidad con lo establecido en la Ley Federal de Metrología y Normalización. Esta define a la Norma Oficial Mexicana como una regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias de la administración pública federal.

Las Normas Oficiales Mexicanas son actualmente la base más importante que sostiene el esquema comando-control en México, ya que estas definen una serie de condiciones mínimas bajo las cuales deben llevarse a cabo las operaciones de la industria que tengan un efecto en el ambiente.

La definición de NOMs ha constituido una forma de darle certidumbre a la industria mexicana al disminuir la discrecionalidad de las autoridades ambientales para fijar condiciones de operación. La autoridad ambiental ha encontrado también en las NOMs la principal referencia para llevar a cabo la aplicación de varios instrumentos e iniciativas como:

- Condiciones de licenciamiento en materia de atmósfera.
- Reporte de emisiones atmosféricas, aguas residuales y residuos peligrosos en la Cédula de Operación Anual.
- Dictaminación en materia de Impacto Ambiental.
- Dictaminación en materia de Riesgo.
- Evaluación de cumplimiento en programas de inspección y vigilancia de la PROFEPA y de la CNA (en el caso de descargas de aguas residuales).
- Evaluación de cumplimiento en auditorías ambientales.
- Calificación de los Índices de Cumplimiento de la Normatividad Ambiental.

Con lo anterior se puede señalar algunos de los aspectos y características a considerar dentro del régimen de normalización en México:

- a) Evitar con las normas promover únicamente soluciones de control (al final del tubo) e incorporar alternativas enfocadas a la prevención y disminución de la generación de contaminantes en la fuente como es el caso de cambios en los procesos productivos y sustitución de materiales.
- b) No se cuenta con la información técnica ambiental necesaria para poder emitir una norma óptima y en el caso de requerir estudios, existe un alto costo por querer incorporar normas aplicables a procesos específicos.
- c) No se incorporan explícitamente los costos ambientales involucrados por lo que se establecen límites genéricos para todas las industrias para un mismo contaminante en distintos ecosistemas lo que no refleja la internalización efectiva de costos.
- d) No se considera el enfoque multimedios y por ende la transferencia de contaminantes entre los medios lo cual limita a normar por tipo de emisión.

- e) Los tipos de mediciones establecidos en las normas se han vuelto obsoletos. Especialmente, no se establecen combinaciones de concentración y volúmenes máximos permisibles.
- f) Las normas pasan por un largo periodo de revisión antes de ser aprobadas lo que a veces ocasiona que cuando entran en vigor, ya no estén actualizadas.
- g) Los periodos de actualización de las normas son demasiado largos y poco sistemáticos lo que las convierte en referencias que pueden fácilmente volverse obsoletas. Si bien no resultan conveniente largos periodos, tampoco se sugieren periodos muy pequeños, por lo que es importante que la norma pueda ser válida durante el tiempo en que esta no incurra en obsolescencias.
- h) Es necesario priorizar en medidas preventivas frente a las correctivas, aplicándose normas que pongan énfasis en la promoción de las técnicas de prevención y producción menos contaminantes, aquéllas cuya relación impacto ambiental generado / unidad producida, sean más favorables incluyendo en ese impacto no solo la contaminación en sentido estricto, sino aquellos otros elementos de conservación de recursos como los consumos unitarios de energía, agua y materias primas.

2. Normas Voluntarias.

Las normas voluntarias, son un mecanismo de regulación muy conveniente para procesos muy específicos de la actividad industrial. Surgen generalmente de un convenio específico entre la autoridad y un grupo de empresas y pueden convertirse en normas mexicanas (NMX) e incluso, con el tiempo, en normas oficiales mexicanas (NOM).

Entre las ventajas de la instrumentación de estas normas destacan las siguientes:

- a) Cubren vacíos normativos oficiales que resultaría costoso e incluso ineficiente cubrir con NOMs.
- b) Al ser propuestas por las empresas suelen partir de un análisis costo-efectividad que garantiza, además del mejoramiento del desempeño ambiental una mayor competitividad de quienes las aplican.
- c) Su aplicación es inmediata al evitar el lento y largo proceso propio de la elaboración de las NOMs.
- d) Promueven la corresponsabilidad de la industria en el cumplimiento de objetivos sociales ambientales.
- e) Pueden fomentar un enfoque de calidad total en los procesos productivos.

Además de las normas voluntarias existen las Normas Mexicanas (NMX), la diferencia entre ellas radica en la manera en que estas surgen, las primeras son el resultado de un convenio específico entre la autoridad y un grupo de empresas, las segundas son avaladas por un comité técnico de normalización y publicadas por el Diario Oficial de la Federación. Por ello muchas veces las normas voluntarias se transforman en NMX con la ventaja de tener mayor difusión.

iii. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

En 1983, mediante la reforma del Artículo 25 de la Constitución, se introdujo el concepto del cuidado del medio ambiente. A partir de 1983 fue la Subsecretaría de Ecología, de la SEDUE, habiéndose modificado la ley anterior para convertirse en la Ley Federal de Protección al Ambiente, con un enfoque más amplio de protección ambiental.

En 1987, con la reforma de los Artículos 27 y 73 de la Constitución, se precisaron las facultades de la Nación para imponer modalidades a la propiedad privada tendientes a la protección, preservación y restauración del equilibrio ecológico y, por la otra, se facultó al Congreso de la Unión a fin de expedir leyes que propicien la coordinación entre los tres órdenes de gobierno para la atención de los problemas ambientales.

Al amparo de esta última reforma fue promulgada la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, (LGEEPA) en 1988, así como leyes locales en 31 entidades federativas y cinco reglamentos a la Ley General, a saber: Evaluación de Impacto Ambiental; Residuos Peligrosos; Transporte Terrestre de Residuos Peligrosos; Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera; y Contaminación Generada por Vehículos Automotores que Circulan en el D.F., Municipios y Zona Conurbada.

La LGEEPA cuenta con cuatro reglamentos en las siguientes materias:

- 1) En Materia de Impacto Ambiental.
- 2) En Materia de Residuos Peligrosos.
- 3) En Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- 4) En Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.

Esta Ley provee las bases para:

- Definir los principios de política ambiental.
- Promover la coordinación de los distintos niveles de gobierno.
- Establecer instrumentos para la implementación de políticas.
- Proteger la biodiversidad.
- Favorecer la gestión sustentable de recursos naturales.
- Prevenir y controlar la contaminación de aire, agua y suelo.
- Promover la participación social y la educación ambiental.
- Establecer medidas de control, seguridad y sanciones por incumplimiento.

Para cumplir con los preceptos anteriores, en la Ley y sus reglamentos se plantean los siguientes instrumentos de la política ambiental:

- Planeación Ambiental.
- Instrumentos de regulación directa (LAU, COA, estudios de riesgo y manifiestos de residuos peligrosos).
- Ordenamiento Ecológico del Territorio.
- Instrumentos Económicos.

- Regulación Ambiental de los Asentamientos Humanos.
- Evaluación del Impacto Ambiental.
- Normas Oficiales Mexicanas en Materia Ambiental.
- Autorregulación y Auditorías Ambientales.
- Investigación y Educación Ecológica.

iv. Principal legislación por materia ambiental en México.

A continuación se describe brevemente la legislación en materia ambiental que debe conocer el Ingeniero Químico que quiera participar en el Programa de Inspección Industrial aplicado por la PROFEPA.

a) Legislación en materia de emisiones a la atmósfera.

El Ingeniero Químico debe de conocer y aplicar correctamente los preceptos normativos sobre la materia de prevención y control de la contaminación atmosférica, referidos a la LGEEPA, el reglamento de la LGEEPA en materia de contaminación atmosférica y las normas oficiales mexicanas.

En este sentido el reglamento de la LGEEPA en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica, establece en su capítulo II, las obligaciones ambientales, que los responsables de las fuentes fijas deben cumplir, que entre otras marca: tramites administrativos tales como la Licencia de Funcionamiento, Cedula de Operación Anual, inventario de emisiones así como tipos de operativo y mantenimiento de sus procesos generadores y de tipo de equipo de control de contaminantes, cumplir con niveles máximos permisibles que indican las normas etc.

Es necesario señalar que el cumplimiento de toda Norma Oficial Mexicana debe quedar sujeto al objeto de su expedición, campo de aplicación y las normas de referencia, o Normas Mexicanas, que especifican los procedimientos y metodologías bajo las cuales se debe realizar un muestreo de emisiones contaminantes.

La normatividad vigente en nuestro país, considera únicamente a doce normas Oficiales Mexicanas, para regular los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes a la atmósfera generada por una fuente fija.

Es importante destacar que las doce normas aplicables a fuentes fijas, siete de estas normas aplican a giros industriales específicos como lo son las plantas productoras de ácido sulfúrico, fabricación de cemento, fabricación de vidrio, producción de ácido dodecilsulfónico, celulosa y papel, automotriz y refinería de petróleo, dos de ellas, regulan el cumplimiento la emisión de contaminantes específicos, como lo son, partículas y gases de combustión y las otras tres (NOM-051, NOM-086 y la NOM-123) señalan las especificaciones de calidad de que deben reunir el gasóleo que se utiliza en la Cd. de México, los combustibles fósiles líquidos y gaseosos y el contenido de orgánicos volátiles en la fabricación de pinturas, respectivamente.

Otras normas que debe conocer el Ingeniero Químico son las normas de calidad del aire que establecen los criterios de concentración de contaminantes en términos de los efectos a la salud de la población, la vegetación y materiales de construcción, las fuentes fijas consideradas como emisoras son una caldera que generan vapor para producir energía eléctrica y un horno de cubilote de fundición de chatarra de fierro.

b) Legislación en materia de residuos peligrosos.

A partir de 1988, la entonces Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) publicó siete normas en materia de residuos peligrosos, denominadas en ese momento Normas Técnicas Ecológicas (NTE). La Ley Federal de Metrología y Normalización, publicada el 16 de Julio de 1992 modificó ciertas condiciones entre las cuales se planteaba la homogeneización de la nomenclatura de las normas mexicanas. De esta manera mediante acuerdos publicados el 23 de abril de 2003, las 7 normas técnicas ecológicas en materia de residuos peligrosos presentan la actual nomenclatura.

- ❖ NOM-052-SEMARNAT-1993.
- ❖ NOM-053-SEMARNAT-1993
- ❖ NOM-054-SEMARNAT-1993
- ❖ NOM-055-SEMARNAT-1993
- ❖ NOM-056-SEMARNAT-1993
- ❖ NOM-057-SEMARNAT-1993
- ❖ NOM-058-SEMARNAT-1993

La más reciente norma oficial mexicana en materia de residuos peligrosos fue publicada el D.O.F. el 10 de diciembre de 2001, siendo esta la norma NOM-133-SEMARNAT-2000. Protección ambiental – Bifenilos Policlorados (BPC's) Especificaciones de Manejo”.

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

En ésta Ley se establece los mecanismos específicos de control de la generación y manejo de residuos peligrosos, donde se asienta de manera precisa, las atribuciones que tanto autoridades locales como federales les corresponde en la preservación y cuidado del medio ambiente.

En el artículo 3° Fracción XXXII se define, entre otros conceptos, a los residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por su característica corrosiva, reactiva, explosiva, tóxica, inflamable o biológica infecciosa, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente. En el artículo 5° Fracción VI se establece que es facultad de la Federación la regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

Propicia el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para aplicar los principios de valorización de residuos peligrosos, determinar los criterios que deben ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, regular la generación y manejo de residuos peligrosos, prevenir la contaminación de sitios por el manejo de materiales y residuos peligrosos, etc.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR).

El generador de residuos peligrosos será responsable del cumplimiento de las disposiciones del *RLGPGIR*. Quienes pretendan realizar obras o actividades públicas o privadas por las que puedan generarse o manejarse residuos peligrosos, deberán contar con su autorización de impacto ambiental, además de las obligaciones con las que debe cumplir el generador de residuos peligrosos.

Los planes de manejo de residuos peligrosos en el título segundo del reglamento en el capítulo uno, la identificación de residuos peligrosos en el título cuarto del reglamento en el capítulo uno, las categorías y las obligaciones de los generadores de residuos peligrosos en el capítulo segundo del reglamento, las condiciones para el envasado, almacenamiento, transporte y los sistemas de disposición final de los residuos peligrosos y de los generados en la industria minera.

c) Legislación en materia de Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos (RPBI's).

Para el control de los RPBI's generados en establecimientos, la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993, establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y sus límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente y menciona también que los residuos provenientes de hospitales, laboratorios y consultorios médicos, con la clave CRETIB "B" se consideran biológico- infecciosos.

De igual manera el 17 de febrero de 2003 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, la cual entró en vigor el 17 de julio de 2003, por lo tanto se debe supervisar lo establecido en esta norma. Lo relevante de esta versión es que ya se están considerando a las empresas de servicio y se está detallando la clasificación de los RPBI's.

Otros ordenamientos.

Existen ordenamientos publicados en el D.O.F. del 3 de mayo de 1989 por la autoridad en materia ambiental en relación directa con los residuos peligrosos. Estos consisten básicamente en manifiestos que deben ser presentados y elaborados por los generadores de residuos peligrosos o bien por aquellas entidades dedicadas al manejo de los mismos. Estos documentos son:

- ❖ Aviso de Inscripción como empresas generadora de residuos peligrosos.
- ❖ Manifiesto de entrega, recepción y transporte de residuos peligrosos.
- ❖ Reporte Semestral de residuos peligrosos para reciclaje o tratamiento.
- ❖ Reporte Mensual de residuos peligrosos confinados en sitios de disposición final.
- ❖ Reporte Semestral de residuos peligrosos enviados para su reciclo, tratamiento, incineración o confinamiento.

d) Legislación en materia impacto ambiental.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, publicada el 28 de enero de 1988 en el diario oficial de la federación y que entro en vigor el 1 de marzo del mismo año, establece, que la realización de obras o actividades públicas o privadas, que puedan causar un desequilibrio ecológico o exceder los límites y condiciones previstas en las normas aplicables y reglamentos debe ser previamente autorizada por los gobiernos federales o locales de conformidad con sus respectivas jurisdicciones.

De manera complementaria el reglamento en materia de impacto ambiental (RIA), publicado el 30 de mayo del año 2000, en el diario oficial de la federación, establece tres diferentes y complementarios instrumentos para la evaluación del impacto ambiental: 1) el informe preventivo, a ser presentado cuando el proponente de una actividad u obra considere que dicha actividad u obra no causará un desequilibrio ambiental ni excederá los límites establecidos en las normas técnicas aplicables; 2) el manifiesto de impacto ambiental, aplicable cuando las actividades o trabajos pueden causar un desequilibrio ecológico y/o exceder límites impuestos en normas o reglamentos, y 3) el estudio de riesgo, cuando la actividad propuesta sea considerada como altamente riesgosa.

Este reglamento define alrededor de 23 obras o actividades en forma general que deben someterse al proceso de evaluación de impacto ambiental. Aunado a lo anteriormente referido existen 7 normas oficiales mexicanas publicadas en el D.O.F. en el año 1998, 1997 y 2000 que establecen las especificaciones que deben de cumplir las obras o proyectos de ciertas actividades preestablecidas para la protección ambiental.

e) Legislación en materia de riesgo ambiental y actividades altamente riesgosas.

La legislación que regula las actividades altamente riesgosas se encuentra en el Capítulo V “Actividades Consideradas Como Altamente Riesgosas” del Título Cuarto “Protección al Ambiente” de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

A la fecha (abril/2003), únicamente se han publicado en el Diario Oficial de la Federación dos listados. El primero, publicado el día 28 de marzo de 1990, con el título “Acuerdo por el que las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en los dispuesto por los artículos 5º, fracción X y 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27, fracción XXXII y 37, fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, Expiden el Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas”; y el segundo, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 4 de mayo de 1992 con el título “Acuerdo por el que las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en los dispuesto por los artículos 5º, fracción X y 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27, fracción XXXII y 37, fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, Expiden el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas”.

El primer listado corresponde a sustancias tóxicas y el segundo a sustancias inflamables y explosivas. Como es evidente, faltan por publicarse los listados para sustancias con características corrosivas, reactivas y biológicas infecciosas.

El criterio adoptado en los listados para determinar cuales actividades deben considerarse como altamente riesgosas, se fundamenta en que la acción o conjunto de acciones, estén asociadas con el manejo de sustancias con propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables y biológico infecciosas, en una cantidad mínima que, en caso de producirse una liberación, sea por fuga o derrame de las mismas o bien por explosión, ocasionarían una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes. Dichas cantidades para cada sustancia se establecieron considerando que provocarían en una franja de cien metros en torno al accidente:

- a) Concentraciones superiores a los límites de toxicidad establecidos.
- b) Ondas de sobrepresión de $0.5 \text{ lb/pulg}^2 = 3,190.22 \text{ Pa}$.
- c) Concentraciones semejantes a la de su límite inferior de inflamabilidad.

A esta cantidad mínima de sustancia peligrosa, se le denomina cantidad de reporte. En consecuencia, para la determinación de las actividades altamente riesgosas, se partirá de la clasificación de las sustancias peligrosas, en función de sus propiedades, así como de las cantidades de reporte correspondientes; es decir, si se manejan sustancias en cantidades mayores o iguales a la cantidad de reporte, entonces se considerará una actividad altamente riesgosa.

En el listado de actividades altamente riesgosas para sustancias tóxicas están exceptuados el uso y aplicación de plaguicidas con propiedades tóxicas.

En el artículo 147 de la LGEEPA, se establece la obligación por parte de empresas de tipo industrial, comercial o de servicios, de presentar ante la Secretaría un Estudio de Riesgo Ambiental y de someter para su aprobación los Programas para la Prevención de Accidentes, es decir, el Estudio de Riesgo Ambiental no necesita la aprobación o autorización por parte de la Secretaría; en cambio, los Programas para la Prevención de Accidentes sí se presentan ante las citadas Secretarías, que por cuestiones operativas se han conjuntado en el Comité de Análisis y Aprobación de los Programas de Prevención de Accidentes (COAAPA), para que sean aprobados.

f) Legislación en materia de contaminación de suelos.

La normatividad, entendida en el sentido amplio de la definición, que explícitamente aplica en la materia se ubica en el Capítulo IV “Prevención y Control de la Contaminación del Suelo” del Título Cuarto “Protección al Ambiente” de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

De los once artículos (134-144) que componen el Capítulo IV de la LGEEPA, a continuación se mencionan los más importantes a tomar en cuenta:

En el artículo 134 de la LGEEPA, se establece que en caso de ocurrir la contaminación de suelo por materiales o residuos peligrosos, se deben realizar las acciones necesarias (muestreo, caracterización y restauración del sitio o monitoreo) para que dicho suelo pueda ser utilizado ya sea como aprovechamiento agrícola, forestal, de conservación, recreativo, residencial, comercial o industrial según lo señalen los respectivos programas de ordenamiento ecológico.

El artículo 135 de la LGEEPA, establece la obligación por parte de empresas de tipo industrial, comercial o de servicios, las cuales durante sus actividades generen, manejen, reciclen, traten y/o realicen la disposición final de residuos industriales y/o peligrosos, deben observar los criterios señalados en el artículo 134 tales como el control y manejo adecuado de dichos residuos, puesto que éstos son la principal causa de contaminación del suelo.

El artículo 139 de la LGEEPA, establece las condiciones a las que hay que sujetarse para prevenir y en su caso controlar la contaminación de los suelos. Entre los instrumentos regulatorios que refiere éste artículo se halla la NOM-083-SEMARNAT-1996, la cual establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales.

Así mismo la NOM-057-SEMARNAT-1993 que establece los requisitos que deben observarse en el diseño construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado de residuos peligrosos. Ambas normas (que refieren a mecanismos preventivos de contaminación del suelo) marcan los lineamientos básicos para impedir que los residuos depositados en las instalaciones antes señaladas afecten el suelo sobre el cual se encuentran. De igual forma la NOM-EM-138-SEMARNAT-2002, la cual establece los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos, la caracterización del sitio y procedimientos para la restauración, marca los lineamientos (procedimientos, métodos analíticos, trámites y tiempos) a seguir durante un proceso cuyo último fin es conseguir la restauración del suelo hasta tener condiciones que permitan su uso o aprovechamiento posterior.

Por otro lado, como normatividad implícita se encuentran los siguientes artículos:

En el artículo 151 de la LGEEPA, se establece que la responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos, corresponde al generador, y en caso de que se contrate a un tercero para su manejo, serán ambos responsables solidarios, lo cual puede aplicarse para el caso de que por el citado manejo se genere contaminación del suelo dado lo que se establece en el 152 BIS.

En el artículo 136 de la LGEEPA, se establece que los residuos que se acumulen o que puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

- I.- La contaminación del suelo;
- II.- Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;
- III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y
- IV.- Riesgos y problemas de salud.

CAPÍTULO II. LA INSPECCIÓN INDUSTRIAL EN MÉXICO.

II.I.I.- Inspección Industrial.

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, a través de la Subprocuraduría de Inspección Industrial, vigila el cumplimiento de la legislación, reglamentación y normatividad ambientales aplicable a establecimientos industriales, de servicios y comerciales de jurisdicción federal.

La verificación del cumplimiento de la normatividad debe estar orientada a la solución de problemas reales y ser suficiente para resolverlos, además de ser exigible cuando es clara, de manera que no de lugar a interpretaciones ambiguas. Debe ser cumplible, cuando técnica y económicamente está al alcance de los responsables de la operación de las fuentes potenciales de contaminación; y ser verificable, cuando se estipulan los parámetros necesarios para cuantificar el cumplimiento.

La verificación del cumplimiento de la normatividad debe cumplir con las siguientes características fundamentales:

- Costo – efectiva.
- Oportuna.
- Justa.
- Honesta.
- Ejecutada en un marco de comunicación amplia y transparente.

La inspección y vigilancia ha sido una de los pilares de la actividad del estado para responder a las tendencias de deterioro del ambiente, los ecosistemas y los recursos naturales. Este programa se ha orientado hacia la revisión de las condiciones operativas establecidas en el conjunto de autorizaciones, disposiciones que integran el licenciamiento y la normatividad vigente.

Para asegurar el cumplimiento del marco jurídico que regula a las citadas materias, la PROFEPA diseña y aplica la política de inspección y vigilancia a establecimientos industriales y de servicios de jurisdicción federal, mediante la ejecución de un Programa Anual de Visitas de Inspección, a través de las Delegaciones de esta Procuraduría en las 31 entidades federativas y en la Zona Metropolitana del Valle de México.

II.I.II.- ¿Qué es un Inspector Industrial?

El término “Inspector” incluye a todo el personal técnico de campo que recaba información para determinar el nivel de cumplimiento del establecimiento visitado. Como para cualquier otro servidor, la calidad de su trabajo tiene una incidencia directa en la credibilidad de la dependencia que representa y de él mismo.

El papel del inspector es el de circunstanciar hechos u omisiones y recopilar documentación para proveer un testimonio, que representa la evidencia primordial en el procedimiento administrativo instaurado en contra del visitado.

El inspector debe luchar constantemente por mantener los más altos estándares de acuciosidad, conducta ética y aseguramiento de calidad; capacitarse y entrenarse para dar un ejemplo impecable al público, a la comunidad regulada y a la institución, la cual depende de su trabajo para determinar el cumplimiento. Justicia, equidad e integridad son las piedras angulares del trabajo del inspector, quien nunca debe abusar de su autoridad, pero siempre debe esforzarse por hacer sus reportes en forma objetiva, comprensiva y sin prejuicios personales.

II.I.III.- Perfil de un Inspector Industrial.

De acuerdo con la convocatoria pública y abierta N. 06-2008 de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, los requerimientos necesarios para ocupar el puesto de: Inspector Federal en Medio Ambiente y de los Recursos Naturales son los siguientes:

- 1) Escolaridad.
 - Licenciatura o Profesional (Titulado) en Ciencias Forestales, Derecho, Desarrollo Agropecuario, Agronomía, Oceanografía, Ecología, Biología, Pesca y Química.
- 2) Experiencia.
 - 1 año de experiencia en Ingeniería y Tecnología del Medio Ambiente, Teoría y Métodos Generales, Derecho y Legislación Nacionales.
- 3) Capacidades.
 - Trabajo en Equipo.
- 4) Aspectos Técnicos.
 - Aspectos Técnicos de la Prevención y Control de la Contaminación.
 - Inspección Industrial Federal en Materia Ambiental.
- 5) Idiomas extranjeros.
 - No requerido.
- 6) Otros requerimientos.
 - Manejo de Microsoft Office a nivel intermedio.

Funciones:

1. Participar en operativos de Inspección Industrial y vigilancia ambiental, en coordinación con otras instancias federales, estatales y/o municipales.
2. Presentar ante el agente del Ministerio Público Federal a los infractores de la normatividad ambiental.
3. Realizar el aseguramiento o decomiso de especímenes o productos, incautados durante las visitas de inspecciones u/o operativos, así como su respectiva canalización a la instancia correspondiente.
4. Realizar visitas de Inspección Industrial derivadas de una denuncia ciudadana, en materia ambiental o recursos naturales.
5. Analizar información y recibir datos en campo sobre irregularidades en materia ambiental y/o de recursos naturales.
6. Notificación de emplazamientos, acuerdos y resolución derivados de los actos de Inspección Industrial.
7. Levantar actas de Inspección Industrial en materia ambiental y de recursos naturales.
8. Recibir y revisar la documentación correspondiente, para cumplir con los requisitos legales para poder practicar una visita de Inspección Industrial o verificación.
9. Verificar el cumplimiento de las medidas de prevención, control, mitigación y restauración, señaladas en las resoluciones, autorizaciones, permisos y licencias.

II.II.- Giros industriales.

Se ha considerado el tamaño de las fuentes contaminantes, la complejidad de los procesos productivos que caracterizan a cada giro de actividad, las materias primas que se emplean para obtener productos inocuos o con cierto grado de peligrosidad, el impacto ambiental y el riesgo que conlleva el efectuar de por sí esas actividades productivas, así como la generación de contaminantes que se emiten a la atmósfera y los residuos peligrosos obtenidos como subproductos y productos secundarios.

Esta clasificación de giros (ver tabla 2.1), además, tiene el propósito de facilitar la priorización en la programación de visitas de inspección y verificación, de tal manera que las fuentes de jurisdicción federal de alto riesgo y de mayor potencial contaminante e impacto ambiental, sean visitadas en primera instancia y con mayor frecuencia, sin descuidar la vigilancia del cumplimiento de la normatividad de establecimientos industriales de menor impacto al entorno.

GIROS INDUSTRIALES.			
1	Petroquímica básica	17	Metalmecánica
2	Petróleo	18	Componentes eléctricos y electrónicos
3	Química	19	Empacadoras, hieleras y refresqueras
4	Gasera	20	Curtiduría
5	Servicios en materia de residuos peligrosos	21	Hospitales
6	Metalúrgica	22	Minería
7	Eléctrica	23	Impresión e imprentas
8	Pinturas y tintas	24	Clínicas y laboratorios
9	Plantas de tratamiento concesionadas que usan gas cloro	25	Alimentos
10	Alcoholes industriales y bebidas alcohólicas	26	Textil
11	Vidrio	27	Talleres mecánicos
12	Cementera	28	Industria del plástico
13	Calera	29	Transporte y servicio de carga
14	Automotriz	30	Productos y muebles de madera
15	Asbesto	31	Arcilla y cerámica
16	Celulosa y papel	32	Otros giros generadores de residuos peligrosos

Tabla. 2.1: Listado de orden de prioridades de acuerdo a los giros industriales.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), establece en su artículo 111 Bis, que las fuentes fijas de jurisdicción federal en materia de atmósfera son las industrias química, del petróleo y petroquímica, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgica, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementera y calera y de tratamiento de residuos peligrosos, y el artículo 17 Bis del Decreto por el que se expide el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes y se Adiciona y Reforma el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, indica los subsectores específicos de cada uno de los sectores industriales.

En materia de residuos peligrosos se consideran aquellos establecimientos que generan dichos residuos de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, asimismo, se consideran las unidades médicas por ser generadoras de residuos peligrosos biológico infecciosos. En materia de impacto ambiental, se consideran aquellas obras o actividades previstas en el artículo 28 de la LGEEPA y en el 5º del Reglamento de la ley en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En materia de Riesgo Ambiental, se consideran las actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, de conformidad con los dos listados de actividades altamente riesgosas publicados el 28 de marzo de 1990 y 4 de mayo de 1992.

Hoy en día, en el país se han identificado 39,342 fuentes de competencia federal, de las cuales:

- 5,843 son fuentes emisoras de contaminantes a la atmósfera;
- 29,400 son generadoras de residuos peligrosos;
- 784 realizan actividades altamente riesgosas, y
- 1,704 prestan servicios relacionados con el manejo de residuos peligrosos.

II.III.- Determinación del tamaño de las empresas.

Para integrar el Padrón de Fuentes de Jurisdicción Federal por tamaños, la PROFEPA emplea los criterios establecidos por la Secretaría de Economía, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 30 de marzo de 1999.

- a) Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa.

Esta ley tiene por objeto promover el desarrollo económico nacional a través del fomento a la creación de la micro, pequeña y mediana empresa y el apoyo para su viabilidad, productividad, competitividad y sustentabilidad (ver tabla 2.2).

SECTOR/TAMAÑO	INDUSTRIA	COMERCIO	SERVICIO.
Micro	0-10	0-10	0-10
Pequeña	11-50	11-30	11-50
Mediana	51-250	31-100	51-100
Grande	<250	<100	<100

Tabla 2.2: Estratificación por número de trabajadores.

- b) NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002:

Para el caso de los establecimientos de atención médica, el tamaño se determinará por el número de camas, conforme a lo dispuesto en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 puede observarse en la tabla 2.3.

NIVEL	CARACTERÍSTICAS
Grande (Nivel III)	Con más de 60 camas Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis a más de 200 muestras al día. Establecimientos que generen más de 100 Kg. al mes de RPBI.
Mediano (Nivel II)	Entre 6 y 60 camas Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis de 51 a 200 muestras al día. Bioterios que se dediquen a la investigación con agentes biológicos infecciosos.
Pequeño (Nivel I)	Entre 1 y 5 camas Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis de 1 a 50 muestras al día. Unidades hospitalarias psiquiátricas. Centro de toma de muestras para análisis clínicos.

Tabla 2.3: Determinación de tamaño para establecimientos de atención médica.

Es importante destacar que la clasificación de los establecimientos de atención médica, aplica única y exclusivamente para efectos de la prioridad con la que se programan sus visitas.

II.IV.- Objeto de las visitas.

Las visitas tienen como principal objetivo verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales establecidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y, en la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, sus Reglamentos y demás ordenamientos legales aplicables, a cargo de los establecimientos industriales y de servicios de jurisdicción federal.

II.V.- Programa de inspección y vigilancia.

El Programa de Inspección y Vigilancia de la PROFEPA tiene como objetivo prevenir y controlar la contaminación ambiental, para evitar el deterioro de nuestro entorno y conocer la eficiencia de los procesos productivos y las actividades económicas, a la vez los costos asociados al control de los efectos negativos al ambiente; así como lograr que los responsables de las fuentes de contaminación de jurisdicción federal prevengan y controlen la contaminación, restauren el medio ambiente evitando impactos ambientales adversos derivados de la realización de sus actividades económicas, mediante la aplicación estricta de la ley.

Cada uno de estos rubros implica el cumplimiento de una serie de obligaciones que deben cumplir las empresas o establecimientos sujetos a inspección o verificación, ya sea uno o todos los que les aplique.

II.VI.- Selección de establecimientos.

Para la realización de una visita debe identificarse el establecimiento a inspeccionar, observando la programación que anualmente se realiza por parte de cada una de las Delegaciones, conforme a los criterios y priorización establecidos en el “Listado de Orden de Prioridades”.

Dicho listado se ha clasificado conforme a tamaño y potencial contaminante de los diferentes giros.

II.VI.I.- Criterios.

A) Tipos de visitas:

1) Visitas de inspección.

Para este tipo de visitas se observarán los siguientes criterios:

- a) El “Listado de Orden de Prioridades” es la herramienta base que determina las prioridades para visitar a las fuentes de jurisdicción federal, dentro de los giros considerados como prioritarios por su potencial contaminante.
- b) La atención de una queja o denuncia tiene prioridad para su atención respecto del “Listado de Orden de Prioridades”, es decir, las quejas o denuncias deberán ser atendidas de inmediato, incluidas aquellas que se formulen en contra de establecimientos que estén en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.
- c) Se deberá dar especial atención a las visitas a empresas que realizan actividades altamente riesgosas.
- d) Para la elaboración de un peritaje ambiental.
- e) Solicitudes de las distintas Unidades Administrativas de la SEMARNAT y de oficinas centrales de la PROFEPA.
- f) Cumplimiento de términos y condicionantes de las autorizaciones emitidas por las autoridades normativas de la SEMARNAT, en materia de impacto ambiental, licencias ambientales únicas, manejo de residuos peligrosos y resoluciones de riesgo.
- g) Contingencias ambientales, derivado de accidentes en establecimientos industriales, comerciales o de servicios de jurisdicción federal, que puedan provocar contaminación a la atmósfera, suelo y agua.

2) Visitas de verificación.

Este tipo de visitas se realizarán a solicitud expresa de la Dirección de Sanciones, adscrita a la Dirección General de Inspección de Fuentes de Contaminación o de la Subdelegación Jurídica en cada Delegación y, en su caso, cuando al revisar el expediente administrativo se determine que existen medidas pendientes de verificar y cuyo plazo de cumplimiento se encuentre vencido.

- a) Verificación de medidas técnicas correctivas de urgente aplicación ordenadas mediante acuerdo.
- b) Verificación de medidas técnicas correctivas ordenadas mediante resolución administrativa.
- c) Verificación de acciones de restauración y/o compensación de daños, que formen parte integrante del Convenio Administrativo, que hubiese suscrito el establecimiento con esta Procuraduría.

d) Verificación de medidas ordenadas mediante resolución de conmutación.

3) Otro tipo de visitas

- a) Ejecución de clausura, ordenada mediante acuerdo o resolución administrativa.
- b) Retiro de sellos de clausura, ordenado mediante acuerdo o resolución administrativa.
- c) Retiro condicionado de sellos de clausura, para que el establecimiento sancionado de cumplimiento a alguna medida correctiva.
- d) Verificación del estado que guardan los sellos de clausura.
- e) Visitas complementarias, para mejor proveer.
- f) Toma de muestras, en materia de atmósfera, residuos peligrosos y suelo.
- g) Contingencia ambiental cuando las condiciones atmosféricas sean desfavorables.
- h) Atención a emergencias ambientales, por derrames, fugas, incendios, explosiones y otros.

B) Orden de prioridades.

Esta clasificación se realizó considerando el potencial contaminante de los diferentes giros de jurisdicción federal (ver tabla 2.4).

Como prioridad UNO se consideró a la PETROQUÍMICA, la cual incluye todos los procesos productivos relevantes realizados por PEMEX, actividades que resulta prioritarias de inspeccionar en virtud de la problemática ambiental que representa esta industria.

En el caso particular de las GASERAS y las PLANTAS DE TRATAMIENTO QUE UTILIZAN GAS CLORO, se integraron al listado, considerando el grado de riesgo que representa el manejo de sustancias o productos peligrosos.

La industria de ALCOHOLES INDUSTRIALES Y BEBIDAS ALCOHÓLICAS, no obstante que podrían catalogarse dentro de la industria química o alimenticia, se incluyeron en un apartado para su atención, en virtud de que en algunas regiones, ésta es una actividad de gran trascendencia local por su generación de residuos peligrosos y su potencial de riesgo.

GIRO	TAMAÑO			
	Grande	Mediana	Pequeña	Micro
Petroquímica Básica	1			
Petróleo	2			
Química	3	5	15	52
Gaseras	4			
Servicios en materia de Residuos Peligrosos	6			
Metalúrgica	7	9	17	59
Eléctricas	8	10	47	62
Pinturas y tintas	11	12	13	55
Plantas de tratamiento concesionarias que usan gas cloro	14			
Alcoholes industriales y bebidas alcohólicas	16			
Vidrio	18	20	23	61
Cementera	19	21	24	57
Calera	22			
Automotriz	25			
Asbesto	26	28	42	56
Celulosa y papel	27	45	46	60
Metal mecánica	29	32	43	53
Componentes eléctricos y electrónicos	30	33	48	58
Empacadora, Hieleras y refresqueras	31	34	44	54
Curtiduría	35	36	49	50
Hospitales	37	38	39	
Minería	40	71	82	93
Editoriales e impresiones	41	72	83	94
Clínicas, laboratorios y Bioterios	51	73	84	
Alimentos	63	74	85	95
Textil	64	75	86	96
Taller mecánico	65	76	87	97
Industria del plástico	66	77	88	99
Transporte y servicios de carga	97	78	89	99
Productos y muebles de madera	68	79	90	100
Arcilla y cerámica	69	80	91	101
Otros giros Gen. De Res. Pel.	70	81	92	102
Giros de competencia local	103			

Tabla.2.4: Orden de prioridades para inspección.

II.VII.- Orden de visita

La orden de visita es el documento oficial a través del cual se materializa el acto de autoridad o de molestia en el domicilio del particular.

Los requisitos de forma y de fondo que deben cubrir las órdenes de visita de inspección, de verificación o cualquiera otra, devienen de la garantía consagrada por los artículos 14 y 16 Constitucionales, relacionada con la seguridad jurídica e inviolabilidad del domicilio de los particulares. Dichas formalidades exigen que las órdenes de inspección deban constar por escrito, expresar el lugar que ha de inspeccionarse, estar fundada y motivada, expedida por autoridad competente y que precise el objeto y alcance de la diligencia.

II.VII.I.- Elementos y requisitos de la orden de visita.

De conformidad con lo dispuesto por el artículo 3º de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, son elementos y requisitos del acto administrativo, los siguientes:

- 1) Ser expedido por órgano competente, a través de servidor público y en caso de que dicho órgano fuere colegiado, reúna las formalidades de la ley o decreto para emitirlo;
- 2) Tener objeto que pueda ser materia del mismo; determinado o determinable; preciso en cuanto a las circunstancias de tiempo y lugar, y previsto por la ley;
- 3) Cumplir con la finalidad de interés público, regulado por las normas en que se concreta, sin que puedan perseguirse otros fines distintos;
- 4) Hacer constar por escrito y con firma autógrafa de la autoridad que lo expida, salvo en aquellos casos en que la ley autorice otra forma de expedición;
- 5) Estar fundado y motivado;
- 6) Ser expedido sujetándose a las disposiciones relativas al procedimiento administrativo previstas por la Ley;
- 7) Ser expedido sin que medie error sobre el objeto, causa o motivo, o sobre el fin del acto;
- 8) Ser expedido sin que medie dolo o violencia en su emisión;
- 9) Mencionar el órgano del cual emana;
- 10) Ser expedido sin que medie error respecto a la referencia específica de identificación del expediente, documentos o nombre completo de las personas;
- 11) Ser expedido señalando lugar y fecha de emisión.

Es de resaltar, que la orden de inspección se deberá clasificar como información reservada, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 14, fracción IV de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, con un periodo de reserva de cinco años.

II.VII.II.- Modalidades de órdenes de visita.

El tipo de visita estará determinado básicamente por el objeto de la misma, es decir, se delimita señalando que se persigue verificar el cumplimiento de las obligaciones contenidas en la legislación ambiental, verificar el cumplimiento de medidas ordenadas en resolución, dar cumplimiento a lo ordenado en acuerdo, etc.

Las modalidades o tipo de órdenes de visita son los siguientes:

INSPECCIÓN	{	<ul style="list-style-type: none"> *En materia de Atmósfera. *En materia de Residuos Peligrosos. *En materia de Impacto Ambiental. *En materia de Actividades Altamente Riesgosas. *Inspección En materia de R.P.B.I. *En materia de Suelo. *Cumplimiento de términos y condicionantes de las autorizaciones emitidas por la SEMARNAT. *Emergencias Ambientales.
VERIFICACIÓN	{	<ul style="list-style-type: none"> *De medidas ordenadas en resolución. *De medidas ordenadas en acuerdo. *Verificación De acciones de restauración y/ó compensación de daños, que formen parte integrante del Convenio Administrativo, que hubiese suscrito el establecimiento con esta Procuraduría. *De medidas ordenadas mediante resolución de conmutación.
OTRAS	{	<ul style="list-style-type: none"> *Ejecución de clausura. *Retiro de sellos de clausura. *Retiro condicionado de sellos de clausura. *Otras Verificación del estado que guardan los sellos de clausura. *Visitas complementarias, para mejor proveer. *Toma de muestras, en materia de atmósfera, residuos peligrosos y suelo. *Contingencia ambiental, cuando las condiciones atmosféricas sean desfavorables o asuntos con una problemática ambiental relevante.

Con objeto de facilitar la emisión de órdenes de visita, se han diseñado textos “tipo” para las visitas que comúnmente se realizan, los cuales podrán ser adecuados en función de las necesidades de cada caso.

II.VIII.- Visitas.

II.VIII.I.- Revisión previa del expediente.

Una vez identificado el establecimiento a visitar, conforme al orden de prioridades, deberá verificarse si ya se tiene abierto expediente de la empresa; en caso contrario se abrirá el correspondiente una vez concluida la visita de inspección.

En caso de que sí exista expediente, deberá revisarse cuidadosamente el mismo, para determinar el estado procesal que guarda, a fin de actuar en consecuencia, es decir:

- 1) Si la empresa ha sido inspeccionada en todas las materias que le son aplicables, se deberá dar seguimiento a dicha visita, identificando si la misma ya está resuelta.
- 2) Si a la empresa le fueron ordenadas medidas técnicas correctivas o de urgente aplicación, mediante resolución administrativa y/o acuerdo, se debe identificar si éstas se encuentran pendientes de verificar, para en su caso, programar la visita correspondiente de aquellas medidas cuyo plazo de cumplimiento se encuentren vencidos.
- 3) Si la empresa ya ha sido inspeccionada para verificar el cumplimiento de medidas técnicas correctivas o de urgente aplicación, mediante resolución administrativa y/o acuerdo, se deberá revisar si la citada visita ya fue dictaminada y resuelta, para, de ser procedente, programar la visita correspondiente.

Es de vital importancia que previo a la visita de inspección, de verificación o cualquiera otra, se lleve a cabo una revisión minuciosa del expediente de la empresa a visitar, a fin de conocer el desempeño ambiental que ésta ha tenido y contar con los elementos suficientes para realizar la diligencia de forma más eficaz y eficiente.

La revisión previa de los expedientes estará a cargo de él o los inspectores comisionados para realizar la visita, bajo la supervisión de su jefe inmediato.

II.VIII.II.- Visita de inspección, verificación u otras.

Las visitas de inspección, de verificación o de otro tipo, es el acto de autoridad mediante el cual la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, a través la Dirección General de Inspección de Fuentes de Contaminación y de sus Delegaciones en las Entidades Federativas, verifica el cumplimiento de la normatividad ambiental, de las medidas ordenadas mediante acuerdo o resolución, impone o bien para levantar una medida de seguridad, etc.

La diligencia deberá realizarse con pleno respeto a las garantías consagradas por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, por la legislación de la materia y por las leyes supletorias de la misma; es decir, observando los derechos y obligaciones de los visitados, a fin de reducir al mínimo las probabilidades de que los actos de autoridad realizados por la PROFEPA sean motivo de impugnación por parte de los particulares.

Los derechos y obligaciones de los inspeccionados durante las visitas son los siguientes:

DERECHOS	OBLIGACIONES
1. Exigir que el personal de inspección se identifique.	1. Permitir el acceso al personal comisionado, para que lleve a cabo la diligencia de inspección.
2. Recibir copia de la orden de Visita.	2. Proporcionar al personal comisionado la información y documentación que se le solicite.
3. Designar testigos, que deberán permanecer durante toda la diligencia.	
4. Solicitar el cambio de testigos designados, en caso de ser necesario.	
5. Formular observaciones en relación con los hechos circunstanciados en el acta.	
6. Ofrecer y presentar pruebas durante la diligencia de inspección.	
7. Presentar pruebas dentro de los 5 días posteriores a la visita de inspección.	
8. Recibir copia del acta de inspección levantada.	

Tabla. 2.5: Derechos y obligaciones de los inspeccionados durante las visitas.

II.VIII.III.- Visitas de Inspección Industrial por materia ambiental.

1) ATMÓSFERA.

Están obligados a cumplir en materia de atmósfera de acuerdo al artículo 111 Bis de la LGEEPA y 9º del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, contempladas dentro de los sectores a continuación listados e incluidas dentro de los subsectores señalados en el artículo segundo del “Decreto por el que se expide el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes y se adiciona y reforma el Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera”, así como en el “Acuerdo por el que se da a conocer el instructivo y formato de la Cédula de Operación Anual para el Reporte Anual del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes”, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 3 de junio de 2004 y el 28 de enero de 2005, respectivamente:

- A) INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y PETROQUÍMICA.
- B) INDUSTRIA QUÍMICA.
- C) INDUSTRIA DE PINTURAS Y TINTAS.
- D) INDUSTRIA METALÚRGICA.
- E) INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.
- F) INDUSTRIA DE LA CELULOSA Y EL PAPEL.
- G) INDUSTRIA CEMENTERA Y CALERA.
- H) INDUSTRIA DEL ASBESTO.

- I) INDUSTRIA DEL VIDRIO.
- J) GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.
- K) INDUSTRIA CALERA.
- L) INDUSTRIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.

2) RESIDUOS PELIGROSOS

Están obligadas a cumplir con la legislación ambiental federal, las personas físicas o morales, públicas o privadas, que con motivo de sus actividades generen o manejen residuos peligrosos, por presentar alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o biológico-infecciosos, o bien por su concentración de bifenilos policlorados, conforme a lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como en lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-052- SEMARNAT-2005, NOM-053-SEMARNAT-1993, NOM-087- SEMARNAT-SSA1-2002, NOM-133-SEMARNAT-2000, publicadas en el Diario Oficial de la Federación los días 23 de junio de 2006, 22 de octubre de 1993, 17 febrero de 2003 y 21 de diciembre de 2001, respectivamente.

3) IMPACTO AMBIENTAL.

Las personas física o moral, pública o privada, que pretendan realizar obras o actividades que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y normas técnicas ecológicas, emitidas por la Federación, que a continuación se indican:

- Hidráulicas.
- Vías generales de comunicación.
- Oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos.
- Industria petrolera.
- Industria petroquímica.
- Industria química.
- Industria siderúrgica.
- Industria papelera.
- Industria azucarera.
- Industria del cemento.
- Industria eléctrica.
- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación.
- Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como radioactivos.
- Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración.
- Plantaciones forestales.
- Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.
- Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas.

También requieren de autorización los:

- Desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros.
- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.
- Obras en áreas naturales protegidas.
- Actividades pesqueras que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas.
- Actividades acuícolas que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas.
- Actividades agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas.
- Corredores industriales (cuando se prevea la realización de actividades altamente riesgosas).

4) RIESGO AMBIENTAL Y ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS.

Las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendan realizar o realicen obras o actividades industriales, comerciales o de servicios, consideradas como altamente riesgosas, en virtud de sus características de explosividad y toxicidad, que rebasen las cantidades de reporte establecidas en el primero y segundo listados de actividades altamente riesgosas, publicados en el Diario Oficial de la Federación los días 18 de marzo de 1990 y 4 de mayo de 1992, respectivamente. Para este tipo de visitas se debe verificar que la empresa esté implantando las medidas de seguridad resultantes de la evaluación de riesgos, para prevenir que ocurran accidentes por el manejo de aquellas sustancias que hacen a una actividad altamente riesgosa.

En caso de accidente, posterior al control del evento, se deberá verificar que la eventualidad que lo ocasionó estuviese considerada en el Estudio de Riesgo y en el PPA. (Programa de Prevención de Accidentes).

5) SUELO.

Este tipo de visitas se llevarán a cabo cuando se tenga conocimiento que existe contaminación al suelo por materiales o residuos peligrosos acumulados, depositados o infiltrados en el mismo, por lo que se verificará las condiciones del sitio y se efectuará la toma de muestras para su análisis correspondiente o, en su caso, se verificará las acciones que haya realizado la empresa para restaurar el suelo contaminado. Cuando la contaminación en suelos sea por hidrocarburos, se verificará que el o los responsables de tal contaminación cumplan con los requisitos previstos en la Norma Oficial Mexicana NOM-138- SEMARNAT/SS-2003 y Norma Oficial Mexicana NOM-147- SEMARNAT/SSA1-2004.

En la siguiente tabla se encuentran otros tipos de visita en las que participa el inspector industrial.

TIPOS DE VISITAS	CARACTERÍSTICAS.
Verificación de medidas ordenadas mediante acuerdo o resolución.	Este tipo de visitas se efectuarán a solicitud de parte de la Subdelegación Jurídica o bien derivado de la revisión de expedientes administrativos que realicen los inspectores. El objeto de la visita consiste en verificar a aquellos establecimientos industriales y de servicios, a los que se les hayan ordenado medidas de urgente aplicación mediante acuerdo o, en su caso, medidas técnicas correctivas ordenadas mediante resolución, hayan dado cumplimiento a las citadas medidas en los términos y plazos establecidos por esta Procuraduría. Sólo se verificarán las medidas correctivas cuyo plazo de cumplimiento haya vencido.
Verificación de términos y condicionantes.	Este tipo de visitas se efectuarán a solicitud expresa de las distintas autoridades administrativas de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y, en su caso, a petición de los interesados, cuyo objeto será el de verificar el cumplimiento de los términos y condicionantes que al efecto hayan establecido dichas autoridades en las licencias ambientales únicas; autorizaciones para la incineración de residuos peligrosos; en las autorizaciones para el manejo de residuos peligrosos; en las autorizaciones para el reciclaje, tratamiento, rehúso y disposición final de residuos peligrosos, y en las autorizaciones en materia de impacto ambiental y riesgo.
Emergencias ambientales.	Este tipo de visita se realiza cuando se suscita un evento o una circunstancia indeseada o inesperada, que ocurra repentinamente y que traiga como resultado la liberación no controlada, incendio o explosión de uno o varios materiales peligrosos o residuos peligrosos que puedan afectar al ambiente y a la salud humana de manera inmediata.
Contingencia ambiental atmosférica.	Este tipo de visita se realizará cuando las autoridades competentes declaren que el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) rebasa los límites establecidos para una actividad normal, derivado del monitoreo de la calidad del aire, con motivo de las actividades humanas o fenómenos naturales pueden afectar la integridad de los ecosistemas y la salud de la población por una alta concentración de contaminantes. Este tipo de visitas tendrán por objeto verificar que los establecimientos industriales, comerciales y de servicios de jurisdicción federal, reduzcan sus emisiones contaminantes a la atmósfera, durante el lapso de tiempo que prevalezcan las condiciones desfavorables en la atmósfera.
Clausura.	Este tipo de visita se realizará en los casos en que se haya ordenado la clausura parcial o total, temporal o definitiva, de aquellos establecimientos industriales o de servicios, que se encuentren en alguno de los supuestos previstos en los artículos 170 y 171 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
Levantamiento de una clausura.	a) Levantamiento definitivo de clausura: Esta visita tendrá por objeto retirar los sellos de clausura que se hubiesen colocado al aplicar la clausura parcial o total, temporal, en aquellos casos en que la autoridad así lo haya determinado. b) Levantamiento condicionado de clausura: Esta visita tendrá por objeto retirar de manera condicionada los sellos de clausura que se hubiesen colocado al aplicar la clausura parcial o total, temporal, a fin de que el establecimiento de jurisdicción federal realice obras o acciones a fin de dar cumplimiento a alguna de las medidas técnicas que al efecto se le hubiesen ordenado.
Verificación del estado que guardan los sellos de clausura.	Este tipo de visita tiene por objeto recabar o complementar la información técnica de campo y documental, en relación con el procedimiento administrativo iniciado con anterioridad, a fin de que la autoridad este en condiciones de resolver lo conducente.
Toma de muestras.	La toma de muestras se deberá realizar conforme a lo dispuesto en la Instrucción de trabajo para el muestreo ambiental de residuos, suelo, gases y partículas suspendidas en fuentes Industriales de Jurisdicción Federal.
Monitoreo atmosférico.	Este tipo de visita tiene por objeto realizar el monitoreo de las emisiones a la atmósfera generadas en equipos de proceso, conforme las Normas Mexicanas, a fin de que esta Procuraduría este en condiciones de resolver lo que conforme a derecho proceda.
Muestreo de suelo.	Estas visitas tienen por objeto realizar la toma de muestras de suelo necesarias en aquellos sitios en los que se observe que se han depositado, derramado, vertido, infiltrado materiales y residuos peligrosos, a fin de que esta Procuraduría este en condiciones de resolver lo que conforme a derecho proceda.
Muestreo de residuos peligrosos.	Este tipo de visita tiene por objeto realizar la toma de muestras de residuos, a fin de determinar si éstos son peligrosos.

Tabla.2.6: Otros tipos de visita..

II.IX.- Reporte de la visita.

El reporte de la visita de inspección y de verificación de medidas refleja la gravedad de las irregularidades detectadas por el personal de inspección comisionado durante el desarrollo de la diligencia, por medio del cual se sugiere el probable resultado de la visita de inspección, de forma tal que el área jurídica cuente con los elementos técnicos suficientes para determinar las acciones a seguir y establecer el resultado final de dicho acto de inspección.

Los probables resultados de las visitas son los siguientes y dependerá del motivo por el cual fue realizada:

a) Visita de inspección.

Cuando se realice una visita de inspección, cuyo objeto sea verificar las obligaciones en materia de atmósfera, residuos peligrosos, impacto ambiental, actividades altamente riesgosas, suelo, o se verifiquen los términos y condicionantes de una autorización emitida por la autoridad normativa o, cuando se atiendan emergencias ambientales, los resultados pueden ser los siguientes:

- ✓ SI Sin Irregularidades, cuando la empresa visitada cumple con sus obligaciones ambientales objeto de la visita de inspección.
- ✓ IL: Irregularidades Leves, cuando la empresa no cumple con la totalidad de sus obligaciones ambientales objeto de la visita, las cuales no representan casos de contaminación con repercusiones peligrosas a los ecosistemas, sus componentes o la salud pública.
- ✓ MUA: Medidas de Urgente Aplicación, cuando en la visita de inspección se observan irregularidades graves que requieren la imposición de medidas técnicas correctivas para frenar las tendencias del deterioro del medio ambiente, los ecosistemas y los recursos naturales.
- ✓ AP: Atención Prioritaria, cuando en la visita de inspección se observen irregularidades graves que ponen en riesgo el equilibrio ecológico o pueden causar daños a la salud pública, que ameritan la imposición de alguna de las medidas de seguridad establecidas en el artículo 170 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, mismas que a continuación se describen:

- Clausura total o parcial, temporal o definitiva.
- Aseguramiento precautorio de materiales y residuos peligrosos.
- Neutralización o acción análoga de materiales y residuos peligrosos.

- ✓ NP: No Procedió, cuando una visita de inspección no se lleve a cabo por diferentes circunstancias.

b) Visita de verificación de medidas ordenadas en acuerdo o resolución.

Este tipo de visita, tiene por objeto verificar que el establecimiento de jurisdicción federal haya dado cumplimiento a las medidas técnicas correctivas, incluidas las de urgente aplicación, que esta Procuraduría le haya ordenado mediante acuerdo o bien mediante resolución administrativa, los posibles resultados son los siguientes:

- ✓ CT: Cumplimiento Total, cuando la empresa haya dado cumplimiento total a las medidas dictadas en el ordenamiento.
- ✓ CP: Cumplimiento Parcial, cuando la empresa sólo haya dado cumplimiento a algunas de las medidas dictadas en el ordenamiento.
- ✓ NC: No cumplió o incumplimiento total, cuando la empresa no haya dado cumplimiento a ninguna de las medidas dictadas en el ordenamiento.
- ✓ NP: No Procedió, cuando una visita de inspección no se lleve a cabo por diferentes circunstancias.

c) Visita para la ejecución de una clausura.

Este tipo de visita se efectúa a petición de parte de la Subdelegación Jurídica y tiene por objeto ejecutar la clausura que hubiese impuesto esta Procuraduría mediante acuerdo o resolución administrativa, para lo cual el personal comisionado llevará a cabo la colocación de los respectivos sellos de clausura en las áreas o equipos correspondientes señalados en el ordenamiento, los resultados son los siguientes:

- ✓ CPT: Clausura Parcial Temporal, este tipo de resultado se refiere a la colocación de sellos de clausura en ciertos equipos y áreas de proceso, que causan contaminación al ambiente.
- ✓ CTD: Clausura Temporal Definitiva, cuando las actividades de la empresa hayan causado repercusiones inminentes a los ecosistemas o a la salud pública, por lo que implica el paro total de las actividades productivas, de forma tal que el establecimiento ya no pueda operar.
- ✓ CTT: Clausura Total Temporal, cuando la situación de la empresa es de alto riesgo en materia de contaminación al ambiente e implica el paro general de las actividades productivas de la empresa, misma que se mantendrá hasta que dicha empresa acredite a esta Procuraduría, que ha dado cumplimiento a las medidas técnicas correctivas ordenadas mediante acuerdo o resolución.

d) Visita de levantamiento de clausura.

Los resultados de este tipo de visitas dependerán del objeto de la misma, los cuales pueden ser los siguientes:

Visita para el levantamiento de sellos de clausura.

Esta visita tendrá por objeto retirar los sellos de clausura que se hubiesen colocado al aplicar la clausura parcial o total, temporal o definitiva, los resultados pueden ser:

- SP: Si Procede, cuando el levantamiento de clausura se lleve a cabo.
- NP: No Procedió, cuando una visita de inspección no se lleve a cabo por diferentes circunstancias.

e) Visita de verificación de orden condicionada de levantamiento de clausura.

Esta visita tendrá por objeto retirar de manera condicionada los sellos de clausura, cuando el establecimiento de jurisdicción federal haya dado cumplimiento a ciertas acciones correctivas ordenadas mediante acuerdo o resolución.

- ✓ CT: Cumplimiento Total, cuando la empresa haya dado cumplimiento total a las medidas dictadas en el ordenamiento.
 - ✓ CP: Cumplimiento Parcial, cuando la empresa haya dado cumplimiento al 50% o más de las medidas dictadas en el ordenamiento.
 - ✓ NC: No cumplió, cuando la empresa no haya dado cumplimiento a ninguna de las medidas dictadas en el ordenamiento.
- f) Visita para verificar el estado que guardan los sellos de clausura.

Esta visita tiene por objeto de verificar el estado que guardan los sellos de clausura, el resultado de la misma puede ser:

- ✓ SA: Sin Alteración, cuando se observen que todos los sellos de clausura se encuentren en buen estado y en el lugar donde fueron colocados.
- ✓ CA: Con Alteración, cuando se observe que alguno de los sellos de clausura se encuentren rotos o ya no se encuentren en el lugar en el que fueron colocados.
- ✓ NP: No Procedió, cuando la visita no se lleve a cabo por diferentes circunstancias.

g) Visita para realizar la reposición de los sellos de clausura.

Cuando se realice una visita a un establecimiento con el objeto de llevar a cabo la reposición de los sellos de clausura, el resultado de la misma puede ser:

- ✓ RSP: Recolocación de Sellos por Petición, cuando el establecimiento haya dado aviso a esta Procuraduría para la reposición de sellos de clausura, debido a que los mismos se hayan roto o se encuentren en mal estado por circunstancias ajenas a la empresa.
- ✓ RSA: Recolocación de Sellos por Alteración, cuando derivado de una visita de inspección se haya detectado que el establecimiento quebrantó los sellos de clausura sin haber dado aviso a esta Procuraduría.

h) Visita para atender contingencias ambientales.

Cuando se realice una visita a un establecimiento, con el objeto de verificar que el mismo haya disminuido sus emisiones contaminantes mediante la reducción de los niveles de producción, al decretarse una contingencia ambiental atmosférica cuando las condiciones no sean favorables para su dispersión, los resultados pueden ser:

- ✓ AP: Atención Prioritaria, cuando el establecimiento no haya disminuido sus niveles de producción para reducir sus emisiones de contaminantes a la atmósfera, favoreciéndose un incremento en los niveles IMECA's, considerándose una irregularidad grave que ponen en riesgo el equilibrio ecológico o pueden causar daños a la salud pública, que ameritan la imposición de alguna de las medidas de seguridad establecidas en el artículo 170 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- ✓ CT: Cumplimiento Total, cuando en la visita de inspección se observe que el establecimiento llevó a cabo la reducción de sus niveles de producción conforme al programa que presentó ante esta Procuraduría o, en su caso, conforme a lo previsto en las autorizaciones y licencias.
- ✓ CP: Cumplimiento Parcial, cuando el establecimiento haya reducido parcialmente sus niveles de producción establecidos en el programa que presentó ante esta Procuraduría o, en su caso, conforme a lo previsto en las autorizaciones y licencias.
- ✓ NC: No cumplió, cuando en la visita de inspección se observe que el establecimiento no redujo sus niveles de producción conforme al programa que presentó ante esta Procuraduría o, en su caso, conforme a lo previsto en las autorizaciones y licencias.
- ✓ NP: No Procedió, cuando una visita de inspección no se lleve a cabo por diferentes circunstancias.

Es de señalar, que una visita tiene por resultado No Procedió (NP), cuando la misma no haya sido posible realizarla por alguna de las siguientes circunstancias:

- Cambio de razón social.
- No se ubicó el domicilio.
- Predio abandonado.
- Negaron el acceso para realizar la visita.
- Tiene recurso de inconformidad.
- Fuera de operación, cuando el establecimiento a visitar no se encuentre operando por las siguientes razones:

- Periodo vacacional.
- Mantenimiento.
- Fuera de operación por horario.
- Cierre de operación temporal.

II.X.- Procedimiento General de Inspección Industrial.

El objeto de la visita debe dirigirse a atender únicamente la principal problemática ambiental que presente el establecimiento, esto es, en materia de atmósfera, residuos peligrosos, riesgo, actividades altamente riesgosas, impacto ambiental y suelo.

En caso de que un establecimiento presente una problemática ambiental que implique varias materias, será necesario que la visita se realice considerando dos de ellas, realizando posteriormente, en caso necesario, visitas complementarias para el resto de las materias. El objeto de la visita de inspección en la orden de inspección, debe ser tan específico en función de la problemática ambiental que se pretende verificar.

El inspector realiza las siguientes actividades:

Actividades previas a la visita.

- 1) Se elabora la orden de inspección con las materias a ser revisadas.
- 2) Se asigna a una brigada encargada de realizar la inspección (compuesta comúnmente por 2 inspectores), los cuales se encargan de revisar el historial de la empresa en el archivo.
- 3) Prepara el material requerido para el levantamiento del acta de inspección, entre otros:
 - Formato de acta de inspección con los módulos aplicables, imprimen el formato o los formatos de acta de inspección o de verificación que se requieran para realizar la visita de inspección en función del objeto de la visita.
 - Papelería.
 - Credencial de Inspector.
 - Leyes y normas aplicables.
 - Mapa de carreteras.
 - Mapa de la ciudad en la que se encuentre el establecimiento a visitar.

Durante la inspección.

- 4) Se trasladan y se constituyen en el domicilio de la empresa a inspeccionar.
- 5) Deberán exhibir al propietario, encargado u ocupante del mismo, su credencial de inspector vigente.

- 6) Entregan al visitado copia con firma autógrafa de la orden de inspección, solicitándole que firme de recibido en el original, para lo cual la persona con quien se entiende la diligencia debe anotar su nombre completo, su cargo o puesto en el sitio a inspeccionar, su firma y la fecha en que recibe.
- 7) Indican a la persona con quien se entiende la diligencia cual es el objeto y el alcance de la visita, así como las zonas que se inspeccionarán, verificando que sean acordes con lo señalado en la orden de inspección.
- 8) En el caso de aceptar la práctica de la visita de inspección, solicita a la persona con quien se entiende la diligencia, que designe dos testigos de asistencia, mismos que deben identificarse y permanecer durante todo el desarrollo de la visita de inspección.
- 9) Realizan recorrido por las zonas sujetas a inspección, entre otras las áreas de producción, almacenamiento de materias primas y producto terminado, almacén temporal de residuos peligrosos, tomando nota de lo observado y levantan el acta de inspección correspondiente, circunstanciando hechos y omisiones, en los formatos aplicables al objeto de la comisión que se establece en la orden de inspección.
- 10) En caso de que la visita de inspección no pueda concluirse el día en que se inicia la diligencia, se deberá indicar en el acta de inspección las causas que motivaron suspensión de la diligencia; la hora en que se realiza el cierre parcial; y la fecha y la hora en que se reanuda la misma, firmando todos los que participaron, al calce las hojas levantadas hasta ese momento y en la última hoja en el espacio en el que aparezca el nombre de la persona que atendió la diligencia, los testigos y los inspectores.
- 11) Si al reanudar la visita de inspección, uno o ambos testigos de asistencia no se encontrarán presentes, se deberá designar a otros testigos; asimismo, si también la persona que atendió la diligencia el día en que se cerró parcialmente el acta de inspección, no se hubiese presentado, deberán solicitar a quien comparezca que anote en la orden de inspección su nombre completo, su cargo dentro del establecimiento visitado, la fecha y su firma. En ambos casos deberán anotar en el acta de inspección las causas que motivaron dichos cambios.
- 12) Se informa a la persona con quien se entendió la diligencia que cuenta con cinco días hábiles para presentar ante la Procuraduría la documentación que durante el desarrollo de la visita no exhibió, y que puede hacer uso de la palabra en el cuerpo del acta de inspección de propio puño y letra. En el supuesto de negarse a manifestar lo que a su derecho conviniese, se asienta tal situación.

13) A continuación, solicitan a la persona que atendió la diligencia y a los testigos de asistencia que firmen en cada una de las hojas que conforman el acta de inspección, y en la última hoja deberán hacerlo en el espacio en el que aparezca su nombre; además deben firmar cada una de las hojas de aquella documentación que el visitado agregue como anexo al acta de inspección.

14) Finalmente, los inspectores deben numerar cada una de las hojas del acta de inspección y entregar copia de la misma a la persona que atendió la diligencia.

Fin de la inspección.

15) Concluida la visita de inspección o verificación, se elabora un reporte de la visita por el que se remite orden y acta de inspección, así como la documentación recabada durante la diligencia.

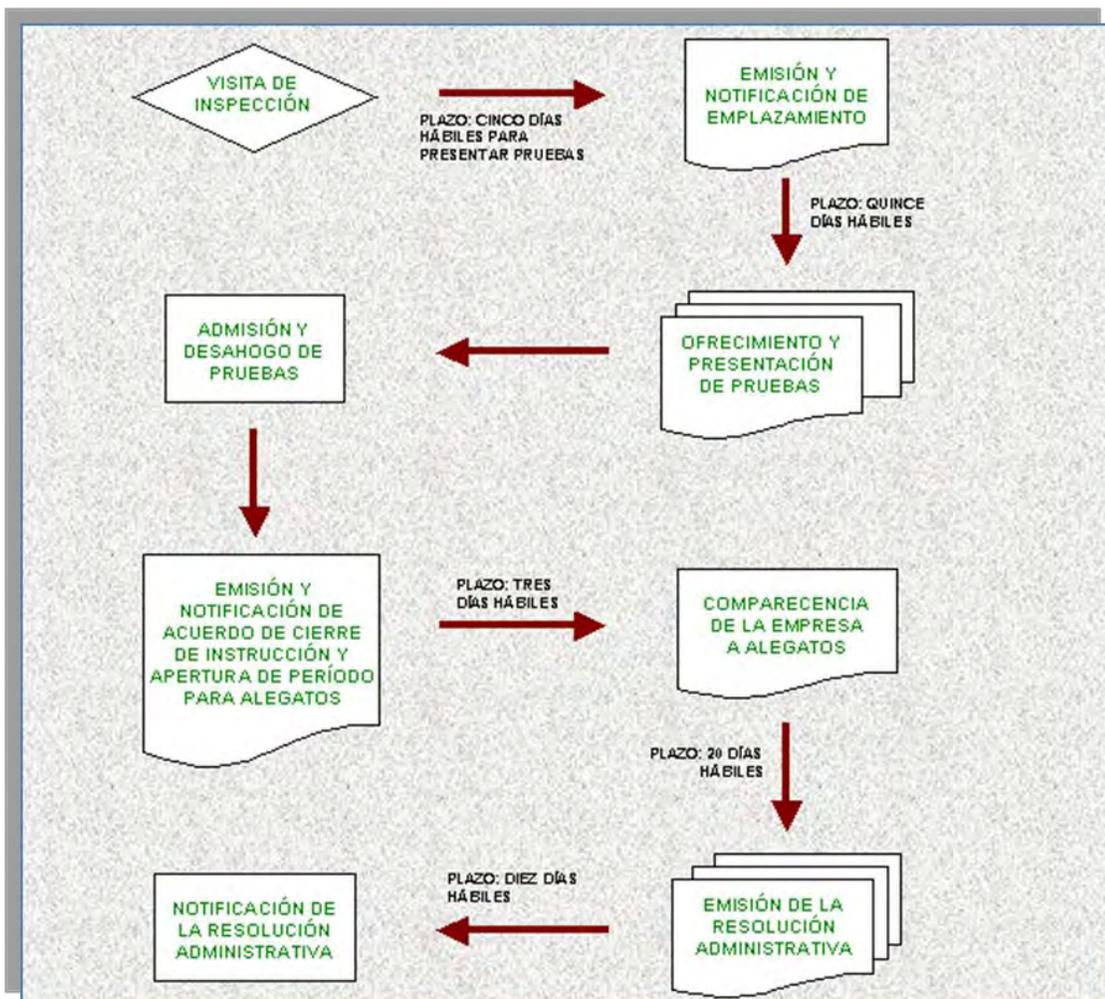


Figura.2.1: Diagrama que muestra los tiempos y las actividades en las visitas de Inspección Industrial.

II.X.I.- ¿Cómo debe proceder un Inspector Industrial en las diligencias?

Antes de comenzar a trabajar en una inspección típica, el inspector debe conocer la información básica de sus herramientas de trabajo, así como los riesgos a los que potencialmente se expone al ingresar a un establecimiento industrial. La responsabilidad por su seguridad descansa en él mismo; de él depende reconocer y prevenir todos los riesgos. El inspector debe ser lo suficientemente capaz de identificar riesgos físicos, químicos, radiológicos, biológicos y eléctricos.

Una de las más importantes herramientas de trabajo del inspector es la bitácora, que representa un documento único diseñado para el uso personal; en ella quedarán registradas las notas de campo que servirán como recordatorios, expresados en forma breve, para realizar la circunstanciación en el cuerpo del acta, de los hechos u omisiones observados durante la diligencia.

Una vez recibido el Oficio de Comisión donde es designado para realizar la visita de inspección, el inspector deberá darse a la tarea de revisar los datos históricos o antecedentes del establecimiento por visitar, para tener un panorama amplio sobre sus procesos y problemas potenciales. Las fuentes de información son ilimitadas: puede acudir a personal de la propia dependencia, a inspectores que tengan experiencia con esa empresa, a actas de inspección levantadas en anteriores visitas, a documentación tramitada por el establecimiento ante esta autoridad (licencias, permisos, autorizaciones), o a bases de datos e información de otras dependencias.

Antes de dirigirse al domicilio del establecimiento por visitar, el inspector invariablemente deberá contar con uniforme de protección personal que, dependiendo del tipo de establecimiento involucrado, incluirá casco de protección, anteojos de seguridad, mascarillas con filtros de protección contra polvos, humos y/o gases, guantes de carnaza, camisola de manga larga y pantalón de algodón, así como zapatos industriales con suela antiderrapante. De igual forma, habrá de considerar dentro de su paquete documental, la orden de inspección, los formatos de acta por utilizar, el resumen de la información obtenida de los datos históricos del establecimiento, las leyes, reglamentos, Normas Oficiales Mexicanas, listados, acuerdos, etc.

Una vez en el sitio, el inspector debe hacer un reconocimiento previo por el exterior de las instalaciones. Este es un paso preliminar importante --aunque muchas veces, pasado por alto, que le permitirá considerar las posibilidades de ajustar detalles de la inspección, tomar en cuenta la distribución del terreno, los aspectos de seguridad, los lugares y operaciones que quiera incluir en la inspección, y decidir si existe algo que ocurra en ese momento que deba inspeccionar inmediatamente.

Para ingresar al establecimiento, el inspector debe dirigirse a la puerta principal o área de recepción, identificarse con quien lo atiende, y solicitarle de manera amable, la presencia del propietario, responsable, encargado u ocupante del establecimiento.

Una vez atendido, el inspector deberá identificarse, exhibiendo la credencial que lo acredita como Inspector, explicando el motivo de su presencia, las bases legales y alcances de su inspección, todo ello con una actitud amistosa, paciente y profesional.

Si el acceso a las instalaciones del establecimiento le es negado, el inspector deberá intentarlo de nuevo, explicando su posición cuidadosa y cortésmente. No debe permitir que el comportamiento de quien lo atiende, o sus reacciones emocionales, le impidan ser justo y profesional; debe mantener siempre su compostura. Si la negación es clara y no negociable, el inspector deberá abandonar el lugar inmediatamente y proceder conforme a derecho.

Sin importar el comportamiento que enfrente, el inspector debe ser siempre “justo” cuando desempeñe sus funciones. Cuando sienta que ya no puede ser objetivamente justo, deberá retirarse, organizarse, tratar de nuevo cuando tenga el apoyo y herramientas para asegurar el trato justo. Esta es la obligación mínima del inspector para con la dependencia y el público al que sirve.

CAPÍTULO III. OBLIGACIONES DE LOS GENERADORES.

III.I.- Obligaciones de los generadores por materia ambiental.

Los inspectores durante el desarrollo de la visita de inspección industrial van solicitando diferentes requerimientos desde el punto de vista del proceso y desde el punto de vista documental, esto como instrumento para el cumplimiento de la normatividad ambiental; estos requerimientos se describen a continuación por cada una de las materias ambientales que se contemplan en el Procedimiento General de Inspección Industrial:

A. En materia de residuos peligrosos.

Los requerimientos desde el punto de vista del proceso y desde el punto de vista documental en materia de residuos peligrosos son los siguientes (los cuales dependen del tipo de generador de residuos peligrosos, ver tabla 3.1):

- 1) Licencia Ambiental Única (LAU).
- 2) Registro como generador de residuos peligrosos.
- 3) Declaración de autodeterminación de Categoría como empresa generadora de Residuos Peligrosos, presentada ante la secretaria.
- 4) Resultados de las pruebas y los análisis de determinación de peligrosidad, indicando la fecha del análisis correspondiente, nombre del laboratorio acreditado por EMA y vigencia del acreditamiento.
- 5) Cuenta con una Bitácora de Generación y Manejo de Residuos peligrosos.
- 6) Almacén Temporal de Residuos Peligrosos.
- 7) Bitácora en los que se registren los movimientos de entrada y salida de los residuos peligrosos del almacén temporal de residuos peligrosos.
- 8) Envasa los residuos peligrosos generados de acuerdo a su estado físico.
- 9) Marca o etiqueta los envases que contienen los residuos peligrosos.
- 10) Exhibe los manifiestos de entrega, transporte y recepción para el o los residuos peligrosos transportados por empresa autorizada.
- 11) Exhibe el informe anual de los Residuos Peligrosos generados en el que se actúa, presentando ante la SEMARNAT el formato de COA.
- 12) Presenta el plan de manejo para sus residuos peligrosos, productos caducos, retirados del comercio o que se desechen o que estén clasificados como tales en la Norma Oficial Mexicana.
- 13) Cuenta con el seguro ambiental a que se refiere el artículo 46 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Cantidad de generación.	A partir de 10 toneladas.	Más de 400 Kg a menos de 10 toneladas.	Hasta 400 Kg.
Registro ante la SEMARNAT	SI	SI	SI
Presentar a consideración plan de manejo de Residuos Peligrosos	SI	-----	-----
Contar con bitácora de movimientos	SI	SI	-----
Presentar informe anual (COA).	SI	-----	-----
Contar con seguro ambiental	SI	-----	-----
Sujetar sus residuos a un plan de manejo	-----	SI	SI
Registro ante autoridades estatales o municipales (cuando existan convenios de descentralización)	-----	-----	SI
Llevar sus residuos peligrosos a centros de acopio autorizados	-----	-----	SI
Contratar el servicio de empresas autorizadas	SI	SI	SI

Tabla.3.1: Tramites ante la SEMARNAT por tipo de generador de residuos peligrosos.

Fuente: SEMARNAT.

A continuación se describen cada uno de estos requerimientos en materia de Residuos Peligrosos:

1) Licencia Ambiental Única (LAU).

Acerca de este requerimiento se hablará mas adelante en este capítulo en el punto III.II.

2) Registro como generador de residuos peligrosos.

a) ¿Quien lo presenta?

Los generadores de residuos peligrosos; la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos define a un generador de residuos peligrosos como:

“Persona física o moral¹ que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo”

b) Fundamento Legal:

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Artículo 43 (modificado el 30 de noviembre de 2006).

¹ Persona física es un individuo con capacidad para contraer obligaciones y ejercer derechos.

Persona moral es una agrupación de personas que se unen con un fin determinado, por ejemplo, una sociedad mercantil, una asociación civil. (Fuente: http://www.sat.gob.mx/sitio_internet/6_388.html).

3) Declaración de autodeterminación de Categoría como empresa generadora de Residuos Peligrosos.

a) ¿Quién lo presenta?

Generadores de residuos peligrosos registrados. Los generadores de residuos peligrosos registrados ante la Secretaría, previa la entrada en vigor del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

b) Fundamento legal.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Artículo 43 (modificado(a) el 30 de noviembre de 2006).

Para efectos de esta Ley se establecen 3 niveles de categorías los cuales pueden observarse en la siguiente tabla:

Tipo de generador.	Cantidad de residuos peligrosos generados.
Gran generador.	$CRPG \geq 10$ toneladas/año
Pequeño generador.	$400 \text{ Kg/año} < CRPG < 10$ toneladas/año
Micro generador.	$CRPG \leq 400 \text{ Kg/año}$
CRPG: Cantidad de Residuos Peligrosos Generados.	

Tabla.3.2: Niveles de categoría para generadores de residuos peligrosos.

4) Resultados de las pruebas y los análisis de determinación de peligrosidad, indicando la fecha del análisis correspondiente, nombre del laboratorio acreditado por EMA y vigencia del acreditamiento.

Por medio de un muestreo, una evaluación de residuos industriales y por medio de análisis CRETIB, se establecen si los residuos generados deben ser considerados o no como peligrosos; esto se realiza por laboratorios autorizados por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

5) Cuenta con una Bitácora de Generación y Manejo de Residuos peligrosos.

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos artículo 71 fracción I, las bitácoras que se contemplan en la citada ley deben contener la información que se muestra en la siguiente tabla:

a) Nombre del residuo y cantidad generada;
b) Características de peligrosidad;
c) Área o proceso donde se generó;
d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, excepto cuando se trate de plataformas marinas, en cuyo caso se registrará la fecha de ingreso y salida de las áreas de resguardo o transferencia de dichos residuos;
e) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior;
f) Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y
g) Nombre del responsable técnico de la bitácora.

Tabla.3.3: Contenido que deben tener las bitácoras de acuerdo al artículo 71 del RLGPGIR.

La bitácora de generación y manejo de residuos peligrosos es el documento en el que se registran las cantidades de residuos peligrosos generados por cada una de las áreas de una planta, estas áreas son principalmente: almacén de materias primas, proceso, producto terminado y taller u otras áreas no específicas.

6) Almacén Temporal de Residuos Peligrosos

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en el artículo 82 fracciones I, II y III, el almacén de Residuos Peligrosos debe contar con lo siguientes condiciones básicas de almacenamiento:

- Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
- Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;
- Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;
- El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y
- La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

Condiciones de almacenamiento en áreas cerradas:

- No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;
- Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;
- Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y
- No rebasar la capacidad instalada del almacén.

Condiciones de almacenamiento en áreas abiertas:

- Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,
- Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;
- En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y
- En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

Incompatibilidad en el almacenamiento de residuos peligrosos².

En la tabla 3.4 se representa gráficamente las incompatibilidades para el almacenamiento de residuos peligrosos (el significado de los pictogramas³ se encuentra especificado en la tabla 3.5).

² Para mayor información puede consultarse la NOM-010-SCT2/1994: Disposiciones de compatibilidad y segregación para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

³ Un pictograma es un signo o un dibujo cuya función es representar esquemáticamente un objeto real o una idea; en el caso de las sustancias peligrosas, son usados los pictogramas que indican la peligrosidad de la sustancia.

Cuadro resumen de incompatibilidades de almacenamiento de residuos peligrosos.						
						
	+	-	-	-	-	+
	-	+	-	-	-	-
	-	-	+	-	-	+
	-	-	-	+	-	-
	-	-	-	-	+	O
	+	-	+	-	O	+

+ Se pueden almacenar conjuntamente.
 - No debe almacenarse juntas.
 O Solamente podrán almacenarse juntas, si se adoptan ciertas medidas específicas de prevención.

Tabla.3.4: Incompatibilidades de almacenamiento de sustancias peligrosas.

7) Bitácora en los que se registren los movimientos de entrada y salida de los residuos peligrosos del almacén temporal de residuos peligrosos.

Una bitácora de registro de movimientos de la entrada y salida de residuos peligrosos del almacén temporal, se define como un documento en el que se registran de manera escrita todos los ingresos y salidas del almacén temporal de los residuos peligrosos (ver tabla 3.3) generados.

En la bitácora de registro de movimientos de entrada y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, la información debe asentarse para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año.

8) Envasa los residuos peligrosos generados de acuerdo a su estado físico.

En el caso de materiales peligrosos, los empaques son algo más que un recipiente de forma y capacidad definida. La cantidad de material, los requerimientos del depósito, los costos, el aprovechamiento de diferentes recipientes y el espacio de almacenamiento son algunos de los factores que deben considerarse. El riesgo en el manejo se incrementa con el número de recipientes a manejar, además la posibilidad de derrames grandes se reduce con el uso de recipientes pequeños.

La elección del tipo de contenedor depende básicamente de las características de los residuos, las cantidades generadas, el tipo de transporte a utilizarse, las necesidades de tratamiento y de la forma de disposición. Generalmente las industrias usan dos tipos de recipientes: uno menor, colocado a los lados de los puntos de generación del proceso industrial, y uno mayor que puede ser un silo o compartimiento de cemento ubicado en las áreas de almacenamiento de la industria. En la práctica, los recipientes menores generalmente son tambores de 200 litros, recipientes plásticos tipo bomboneras, sacos de plásticos o de papel, contenedores removibles y contenedores especialmente contruidos con ruedas.

En las áreas de almacenaje se usan de modo general contenedores mayores e intercambiables, compartimientos de cemento especialmente construido, silos, etcétera; de manera que los residuos se almacenan a granel, lo cual es frecuente en muchas industrias. Al contar con un sistema de manejo de recipientes se debe tomar en cuenta el tipo de equipo de transporte y el modo en que se van a acarrear. De acuerdo con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en el artículo 46 fracción III, el envasado de los residuos peligrosos generados de deben envasar de acuerdo con su estado físico.

Condiciones de seguridad en el envasado:

Los productores habrán de aplicar las siguientes normas de seguridad en cuanto al envasado (ver figura 3.1):

- Los recipientes deberán estar perfectamente identificados.
- Serán de materiales adecuados y homologados, mediante la realización de las pruebas pertinentes. Además no podrán estar contruidos con materiales susceptibles de ser atacados por el contenido ni de formar con éste combinaciones peligrosas.
- Los envases y sus cierres estarán concebidos y realizados de forma que se evite cualquier pérdida de contenido.
- Los envases y sus cierres serán sólidos y siempre serán resistentes a las manipulaciones a las que hayan de ser sometidos sin defecto alguno ni fugas aparentes.
- Se utilizaran envases individuales para cada tipo de residuo generado.

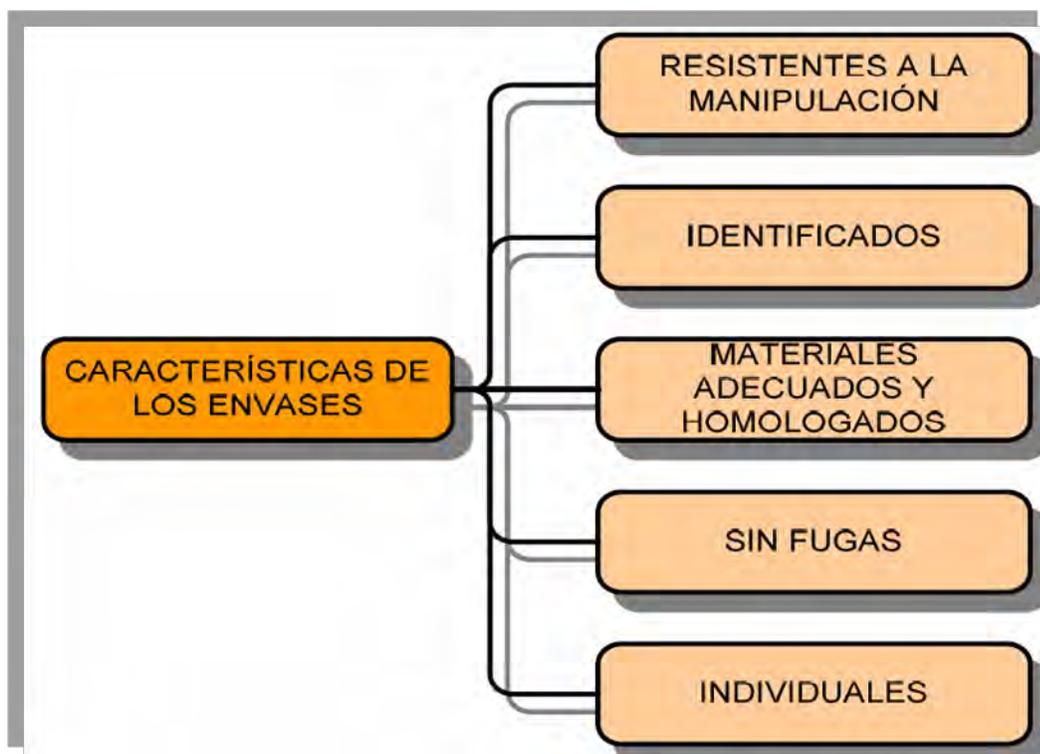


Figura.3.1: Características de los envases para residuos peligrosos.

Los tipos de recipiente más usados para el envasado de Residuos peligrosos se presentan a continuación en las siguientes figuras:

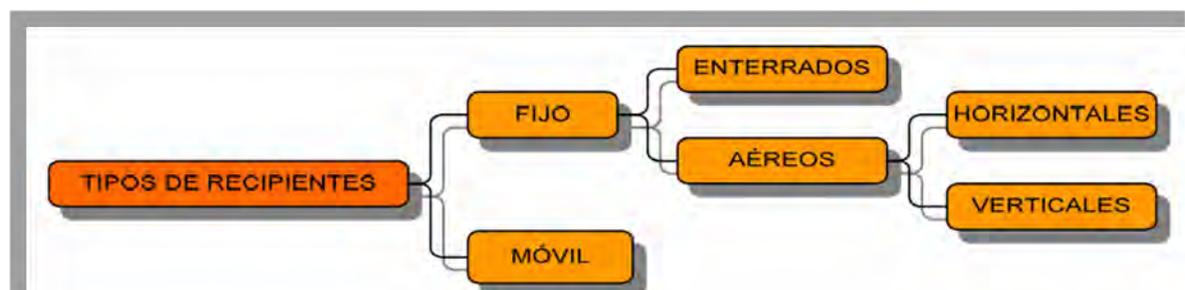


Figura.3.2: Tipos de recipientes fijos y móviles.

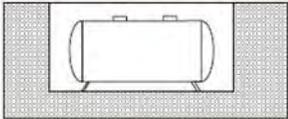
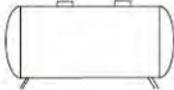
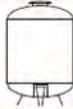
Recipiente	Cavidad con capacidad de almacenamiento	
Recipiente enterrado	Recipiente recubierto por tierra u otro material adecuado. Debe presentar un sistema de detección y contención de fugas (cubeto estanco o doble pared con detección de fugas).	
Recipiente fijo horizontal	Recipiente no susceptible de traslado en posición horizontal.	
Recipiente fijo vertical	Recipiente no susceptible de traslado en posición vertical.	
Recipiente móvil	Recipiente susceptible de ser trasladados de lugar (contenedores, garrafas, botellas, etc.).	

Figura.3.3: Tipos de recipientes fijos y móviles (continuación).

9) Marca o etiqueta los envases que contienen los residuos peligrosos.

Marca o etiqueta de envases de Residuos Peligrosos conforme a lo señalado en el artículo 46 fracción IV del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Los recipientes o envases que contengan residuos peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara, legible e indeleble. El motivo del etiquetado es la seguridad de la correcta gestión de los residuos en cualquier circunstancia.

La etiqueta deberá estar fijada firmemente y se anularán las anteriores que pudiera llevar el envase, pues podrían inducir a error. Para indicar la naturaleza de los riesgos deberán usarse en los envases los pictogramas correspondientes. Las características generales de la etiqueta serán las siguientes:

- El tamaño de la etiqueta será de 10 x 10 cm. (ver figura 3.4).
- Material de la etiqueta: papel para interior, plastificado para exterior.
- Dorso de la etiqueta de material adhesivo.
- Color de la etiqueta: fondo en blanco y letras en negro.
- Pictogramas, dibujo en negro y fondo en amarillo-naranja.

Residuos: Trapos y absorbentes contaminados.	
Nombre: Dirección: Teléfono:	<p style="text-align: center;">Xn</p>  <p style="text-align: center;">Nocivo</p>
Fecha de almacenamiento:	

10 cm.

10 cm.

Figura.3.4: Tamaño que deben tener las etiquetas para el envase de sustancias peligrosas.

Contenido de las etiquetas (ver figura 3.5):

- 1) Nombre del residuo.
- 2) Nombre, dirección y teléfono del titular de los residuos.
- 3) Fecha de almacenamiento.
- 4) La naturaleza de los riesgos que presente el residuo peligroso almacenado. Para indicar la naturaleza de los riesgos se deben usar los pictogramas de riesgo de la tabla 3.5.

Pictogramas de riesgo.					
Palabra de riesgo	Letra	Pictograma	Palabra de riesgo	Letra	Pictograma
Explosivo	E		Corrosivo	C	
Comburente	O		Infecioso		
Fácilmente inflamable	F+		Tóxico para la reproducción	T	
Inflamable	F		Mutagénico		(1)
Irritante	Xi		Sustancias que emiten gases tóxicos	T	
Nocivo	Xn		Sustancias o preparados susceptibles después de su eliminación de dar lugar a otra sustancia por un medio cualquiera; por ejemplo: un lixiviado que posea algunas de las características enumeradas anteriormente.		(2)
Tóxico	T				
Carcinogénico		(1)	Peligroso para el medio ambiente.	N	
<p>(1) En general, a los residuos que tiene este riesgo les es atribuible el riesgo de tóxico, por lo tanto procede a asignar el pictograma de tóxico.</p> <p>(2) El pictograma que le corresponde es aquel asociado a las características de peligrosidad de la sustancia generada.</p>					

Tabla.3.5: Claves de riesgo y pictogramas para el etiquetado de envases de residuos peligrosos.

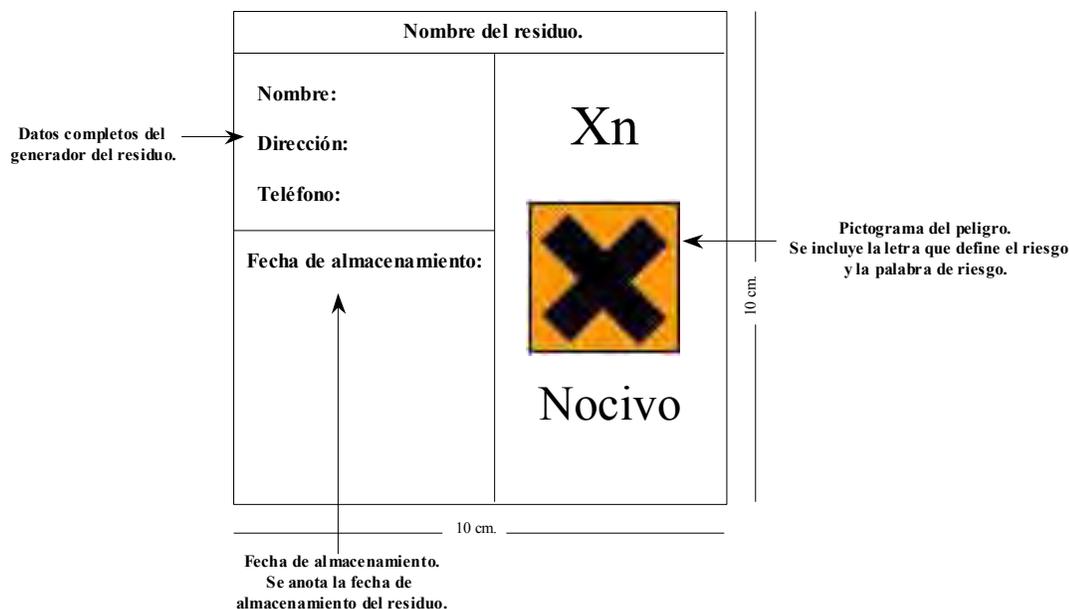


Figura.3.5: Contenido de la etiqueta para los envases de residuos peligrosos.

10) Exhibe los manifiestos de entrega, transporte y recepción para el o los residuos peligrosos transportados por empresa autorizada.

Los responsables de los establecimientos industriales que generan residuos peligrosos tienen la obligación de manifestarse ante la SEMARNAT como generadores de residuos peligrosos. Esto se realiza a través del Manifiesto de Generación de Residuos Peligrosos.

El Manifiesto pretende ser un instrumento mediante el cual la SEMARNAT conoce quién y qué residuos peligrosos se generan en los establecimientos industriales así como las cantidades en las que se generan dichos residuos. Una vez que se recibe el manifiesto, este es analizado y se emite respuesta a la industria. En caso de haberse ingresado a través de la LAU y/o la MIA, este se turna al área respectiva para que se emita una resolución conjunta.

Con base en el artículo 13 del Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos, las compañías de servicio para el manejo de los residuos peligrosos, deben ser empresas autorizadas.

Se verificará que el transporte de los residuos peligrosos se realice en vehículos autorizados que cumplan con los requerimientos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes bajo las condiciones previstas en su Reglamento y las normas correspondientes.

Para la disposición final de los residuos se entregará al transportista el Manifiesto de Entrega, Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos debidamente firmado en original y copias; el transportista conservará una copia y el destinatario de los residuos peligrosos conservará otra y firmará el original, mismo que deberá remitir al generador.

Si los servicios contratados son exclusivamente para el transporte de residuos peligrosos la empresa transportista es la responsable de verificar que los residuos entregados se encuentren debidamente envasados e identificados y que correspondan a los manifiestos que le fueron proporcionados por el contratista; así mismo, deberá sujetarse a las disposiciones sobre seguridad e higiene en el trabajo y las que resulten en materia de tránsito, comunicaciones y transporte.

11) Exhibe el informe anual de los Residuos Peligrosos generados en el que se actúa, presentando ante la SEMARNAT el formato de COA.

Acerca de este requerimiento se hablará mas adelante en este capítulo en el punto III.II.

12) Presenta el plan de manejo para sus residuos peligrosos, productos caducos, retirados del comercio o que se desechen o que estén clasificados como tales en la Norma Oficial Mexicana.

La LGPGIR define al Plan de Manejo como un “Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos, diseñado bajo principios de responsabilidad compartida y manejo integral que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de productos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno.”

Es un instrumento de gestión que permitirá al particular y a la autoridad diseñar y controlar de una manera flexible el manejo integral de los residuos peligrosos, mediante propuestas de manejo eficientes que minimicen la generación de los residuos y den prioridad a la valorización de los mismos.

Los residuos peligrosos que están sujetos a un plan de manejo se encuentran estipulados en el artículo 31 de la LGPGIR; asimismo las personas que están obligadas a la formulación y ejecución de planes de manejo se encuentran estipuladas en el artículo 28 de la LGPGIR, lo cual se observa en la tabla 3.6.

Las diferentes modalidades del Plan de manejo de residuos peligrosos se encuentran especificadas en el artículo 16 del Reglamento de la Ley General para la Prevención Y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR), también en el artículo 27 de la LGPGIR están especificados los fines y los objetivos de los planes de manejo (ver tabla 3.7).

ARTÍCULO 31.- ESTARÁN SUJETOS A UN PLAN DE MANEJO LOS SIGUIENTES RESIDUOS PELIGROSOS Y LOS PRODUCTOS USADOS, CADUCOS, RETIRADOS DEL COMERCIO O QUE SE DESECHEN Y QUE ESTÉN CLASIFICADOS COMO TALES EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA CORRESPONDIENTE:		ARTÍCULO 28.- ESTARÁN OBLIGADOS A LA FORMULACIÓN Y EJECUCIÓN DE LOS PLANES DE MANEJO, SEGÚN CORRESPONDA:	
I. Aceites lubricantes usados;	XII. La sangre y los componentes de ésta, sólo en su forma líquida, así como sus derivados;	I. Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones I a XI del artículo 31 de esta Ley y los que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;	II. Los generadores de los residuos peligrosos a los que se refieren las fracciones XII a XV del artículo 31 y de aquellos que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes
II. Disolventes orgánicos usados;	XIII. Las cepas y cultivos de agentes patógenos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación y en la producción y control de agentes biológicos;		
III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores;	XIV. Los residuos patológicos constituidos por tejidos, órganos y partes que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica que no estén contenidos en formol, y		
IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;	XV. Los residuos punzocortantes que hayan estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, incluyendo navajas de bisturí, lancetas, jeringas con aguja integrada, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuajes.		
V. Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio;			
VI. Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio;			
VII. Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo;			
VIII. Fármacos;			
IX. Plaguicidas y sus envases que contengan remanentes de los mismos;			
X. Compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados;			
XI. Lodos de perforación base aceite, provenientes de la extracción de combustibles fósiles y lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales cuando sean considerados como peligrosos;			

Tabla.3.6: Residuos Peligrosos Sujetos a Plan de Manejo y Responsables de su Ejecución de Acuerdo con la LGPGIR

LGPGIR	REGLAMENTO
<p>Artículo 27.- Los planes de manejo se establecerán para los siguientes fines y objetivos:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos así como su manejo integral, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social, los procedimientos para su manejo; II. Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan; III. Atender a las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares; IV. Establecer esquemas de manejo en los que aplique el principio de responsabilidad compartida de los distintos sectores involucrados, y V. Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo integral de los residuos, que sea económicamente factible. 	<p>Artículo 16.- Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser: <ol style="list-style-type: none"> a. Privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación e implementación de un plan de manejo de residuos, o b. Mixtos, los que instrumenten los señalados en el inciso anterior con la participación de las autoridades en el ámbito de sus competencias. II. Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados a su formulación y ejecución, podrán ser: <ol style="list-style-type: none"> a. Individuales, aquéllos en los cuales sólo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere, o b. Colectivos, aquéllos que determinan el manejo integral que se dará a uno o más residuos específicos y el cual puede elaborarse o aplicarse por varios sujetos obligados. III. Conforme a su ámbito de aplicación, podrán ser: <ol style="list-style-type: none"> a. Nacionales, cuando se apliquen en todo el territorio nacional; b. Regionales, cuando se apliquen en el territorio de dos o más estados o el Distrito Federal, o de dos o más municipios de un mismo estado o de distintos estados, y c. Locales, cuando su aplicación sea en un solo estado, municipio o el Distrito Federal. IV. Atendiendo a la corriente del residuo.

Tabla.3.7: Fines y Modalidades de Planes de Manejo

13) Cuenta con el seguro ambiental a que se refiere el artículo 46 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Seguro ambiental.

El seguro es un contrato en el que el contratante delega al contratado la responsabilidad de pagar la indemnización correspondiente en caso de que suceda un accidente.

Hay distintos tipos de seguros que una empresa involucrada en la explotación de los recursos naturales o con la posibilidad de dañar el medio ambiente puede contratar. Al menos, son cuatro.

- i. Primero, un seguro para cubrir a terceros por daños que directamente les pudiesen causar las actividades que realizan en la empresa en cuestión.
- ii. Segundo, un seguro para cubrirse contra las eventualidades que causen eventos catastróficos; es decir, este seguro cubre los riesgos de que el medio ambiente les afecte.

- iii. Tercero, un seguro que cubra el riesgo de tener pérdidas por incumplimiento de contrato debido a eventualidades no previstas.
- iv. Cuarto, un seguro que cubra el riesgo de que la empresa afecte o dañe el medio ambiente.

Los tres primeros tipos de seguro son utilizados con mucha mayor frecuencia que el cuarto. Los seguros contra daños que nos pueda ocasionar el medio ambiente pueden estimular proyectos que requieran periodos de madurez largos y se enfrenten a riesgos ambientales fuertes; por ejemplo, proyectos de captura de carbono.

Los seguros que cubren el riesgo de dañar el medio ambiente establecen incentivos para explotar los recursos naturales tomando mayores precauciones encaminadas a no dañar el medio ambiente. Estos seguros, generalmente, son adquiridos como consecuencia de la existencia de leyes de responsabilidad ambiental⁴.

B. En materia de emisiones a la atmósfera.

Los requerimientos desde el punto de vista del proceso y desde el punto de vista documental en materia de emisiones a la atmósfera son los siguientes:

1. Licencia Ambiental Única ante la SEMARNAT ó Licencia de funcionamiento.
2. En caso de presentar licencia de funcionamiento, esta ampara a todos los equipos emisores de contaminantes a la atmósfera.
3. Presentar ante la SEMARNAT su Cédula de Operación Anual Única.
4. Instalar plataformas y puertos de muestreo de acuerdo a la NMX-AA-009-1993-SCFI.
5. Integrar un inventario de emisiones a la atmósfera.
6. Emplear equipos y sistemas que controlen las emisiones a la atmósfera a que se refiere el artículo 17 fracción II del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.
7. Llevar una bitácora de operación y mantenimiento de sus equipos de proceso y de control de emisiones a la atmósfera.
8. Canalizar sus emisiones a través de ductos o chimeneas de descarga;
9. Medir sus emisiones contaminantes a la atmósfera, registrar los resultados en el formato que determine la SEMARNAT a lo que se refieren los artículos 17 fracción IV y 25 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.
10. Llevar a cabo el monitoreo perimetral de sus emisiones contaminantes a la atmósfera.
11. Se cuenta con el plan de contingencias ambientales por contaminación atmosférica.

A continuación se describen cada uno de los requerimientos en materia de emisiones a la atmósfera:

⁴ Fuente: Instituto Nacional de Ecología (INE).

1) Licencia Ambiental Única ante la SEMARNAT ó Licencia de Funcionamiento.

1. Licencia Ambiental Única (LAU).

Acerca de este requerimiento se hablará mas adelante en este capítulo en el punto III.II.

2. Licencia de Funcionamiento:

Es la autorización que deben obtener para operar las fuentes fijas que emitan o puedan emitir, olores, gases, partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, al mismo tiempo, es el medio por el cual se determina las actividades que habrán de desarrollar los responsables de las fuentes fijas, para prevenir y controlar la contaminación de la atmósfera.

Teniendo fundamento legal en la siguiente legislación:

- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera Artículo 19;
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente Artículo 111 Bis;
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera Artículo 18;

2) En caso de presentar licencia de funcionamiento, esta ampara a todos los equipos emisores de contaminantes a la atmósfera.

En la licencia de funcionamiento deben estar especificados cada uno de los equipos de proceso, auxiliares o de servicio que generen emisiones a la atmósfera, la diligencia verificara durante el recorrido por las instalaciones los equipos con los que cuente el visitado y posteriormente durante la revisión documental que cada uno de estos equipos estén registrados en la Licencia de funcionamiento.

3) Presentar ante la SEMARNAT su Cédula de Operación Anual Única.

Acerca de este requerimiento se hablará mas adelante en este capítulo en el punto III.II.

4) Instalar plataformas y puertos de muestreo;

Infraestructura necesaria para realizar muestreos en fuentes fijas.

Antes de iniciar cualquier muestreo, el responsable de la medición deberá observar, primeramente, que el ducto de descarga o chimenea cumpla con los lineamientos establecidos en los apéndices A y B de la norma NMX-AA-009-1993, a fin de contar con las condiciones de seguridad, y minimizar los errores intrínsecos a las evaluaciones por movimiento e instalación del equipo de muestreo que normalmente se reflejan en los tiempos muertos en una evaluación de contaminantes en chimenea.

Localización de plataformas y puertos de muestreo.

La determinación del flujo de gases a través de un conducto como función directa de la presión de velocidad, es factor importante en la cuantificación de emisiones contaminantes a la atmósfera de las fuentes fijas, por lo que su medición deberá efectuarse en flujos laminares. Para el efecto se requiere de distancias mínimas de ocho diámetros de conductos corrientes arriba del flujo y dos diámetros corriente abajo, siendo esta la posición de los puertos de muestreo.

En caso de existir flujos turbulentos o cilíndricos se deberán modificar a laminares mediante la prolongación de conductos, rejillas o deflectores entre otros.

Los conductos de las operaciones y procesos industriales con diámetros internos, iguales o mayores a 30cm (11.81in) y sus equivalentes, deberán instalar plataformas y puertos para el muestreo de emisiones contaminantes.

Plataformas.

- 1) Las plataformas deberán ser circulares (ver figura 3.6) o de media luna (ver figura 3.7) con escalerilla de ascenso de alta seguridad, preferentemente la de tipo marino (ver figura 3.8) y ser capaces de soportar una carga de 400kg. (881.89lb).
- 2) Las dimensiones y espacios de la plataforma y equipo semiautomático para maniobrar adecuadamente en los muestreos, están especificadas en la figura 3.9 y figura 3.10.
- 3) Cuando la suma del diámetro interno del conducto, más el espesor de la pared, más la extensión del puerto sea mayor a 2.50m (8.20ft), será necesario instalar una plataforma circular y cuatro puertos, ver figura 3.6.
- 4) Se deberá contar con un contacto para suministro de la corriente eléctrica monofásica (60Hz C.A. 127V y 15A) y la protección necesaria para evitar cortos circuitos.
- 5) Deberá tener suficiente iluminación y protección necesaria para evitar cortos circuitos.
- 6) Se deberá colocar una argolla a la altura de aproximadamente dos metros desde el puerto de muestreo y en línea vertical con respecto al mismo, (ver figura 3.8).

Puertos:

- 1) Para conductos de sección circular deben colocarse dos o cuatro puertos en forma perpendicular, (ver figura 3.6 y figura 3.7).
- 2) Para secciones diferentes a la circular deben colocarse el número de puertos necesarios que cumplan con el criterio mínimo de puntos a muestrear.
- 3) Para secciones cuadradas o rectangulares, se deberá calcular el diámetro equivalente a una sección circular con la siguiente expresión:

$$D = \frac{2LB}{L+B}$$

Ecuación.3.1: Calculo de diámetro equivalente en una sección circular.

Donde:

- D = Diámetro interno equivalente
- L = Largo de la sección interna del conducto
- B = Ancho de la sección interna del conducto

- 4) Para el caso de conductos de sección transversal diferente a la circular, cuadrada o rectangulares, el diámetro equivalente se deberá calcular con la siguiente expresión:

$$D = \frac{4A}{P}$$

Ecuación.3.2: Cálculo del diámetro equivalente en una sección diferente a la circular (cuadrada o rectangular).

Donde:

- D = Diámetro equivalente de la sección interna
- A = Área interna de la sección transversal
- P = Perímetro interno del conducto de la sección transversal

- 5) Los puertos deben ser suficientemente resistentes para soportar una fuerza cortante de 100kg (220.46lb), una fuerza radial de 25kg (55.11lb) y una fuerza lateral de 25kg (55.11lb) con un diámetro nominal de 10cm (4in) y 7.62cm (3in) de extensión con brida ciega (ver figura 3.11).
- 6) Los puertos deberán colocarse a una altura tal que conserve la relación de ocho diámetros corriente arriba de la última perturbación del flujo, ocasionado por expansión, contracción, codo, ventilación u otro; y dos diámetros a la salida, ver figura 3.10.
- 7) Cuando no se tenga flujo laminar a la altura de los puertos, para poder muestrear gases y partículas, se deberá instalar lámparas, rejillas u otros mecanismos que den como resultado este tipo de flujo.

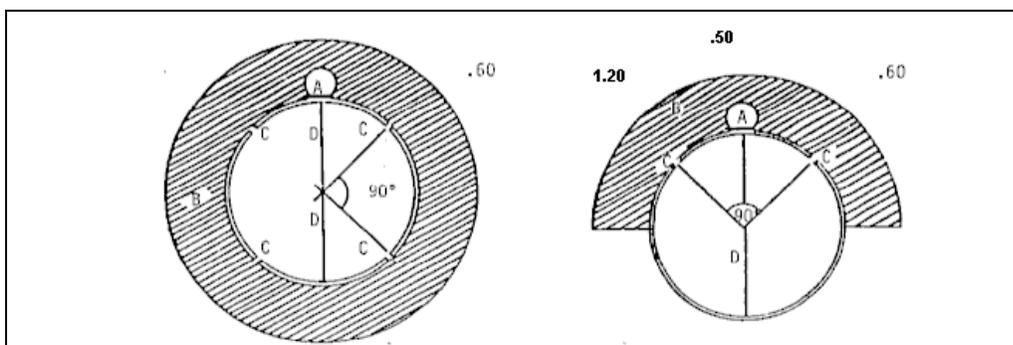


Figura.3.6: Vista de planta de una plataforma completa y puertos para muestreo.

Figura.3.7: Vista de plataforma media luna y puertos de muestreo.

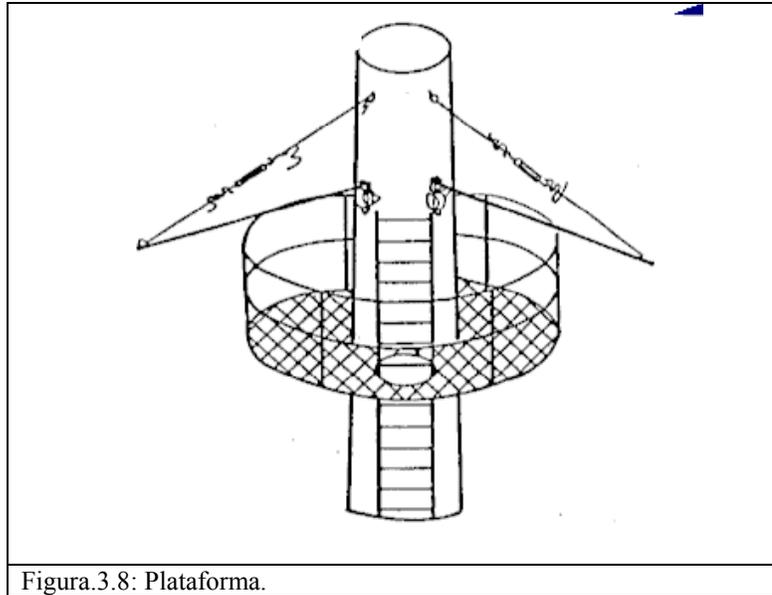


Figura.3.8: Plataforma.

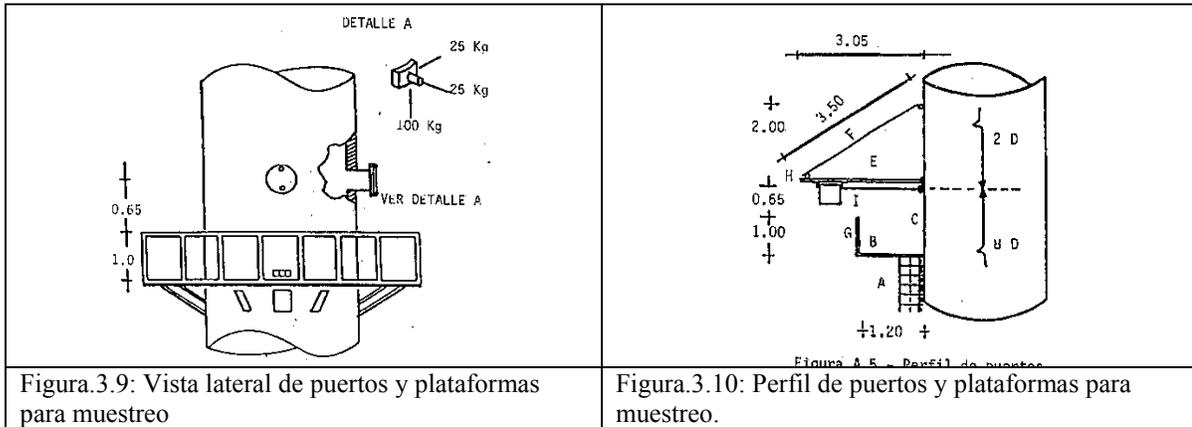


Figura.3.9: Vista lateral de puertos y plataformas para muestreo

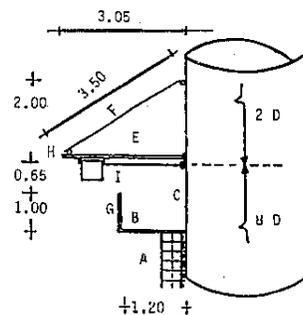


Figura.3.10: Perfil de puertos y plataformas para muestreo.

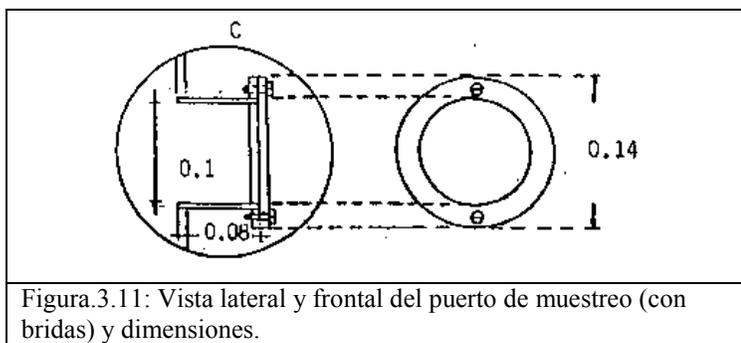


Figura.3.11: Vista lateral y frontal del puerto de muestreo (con bridas) y dimensiones.

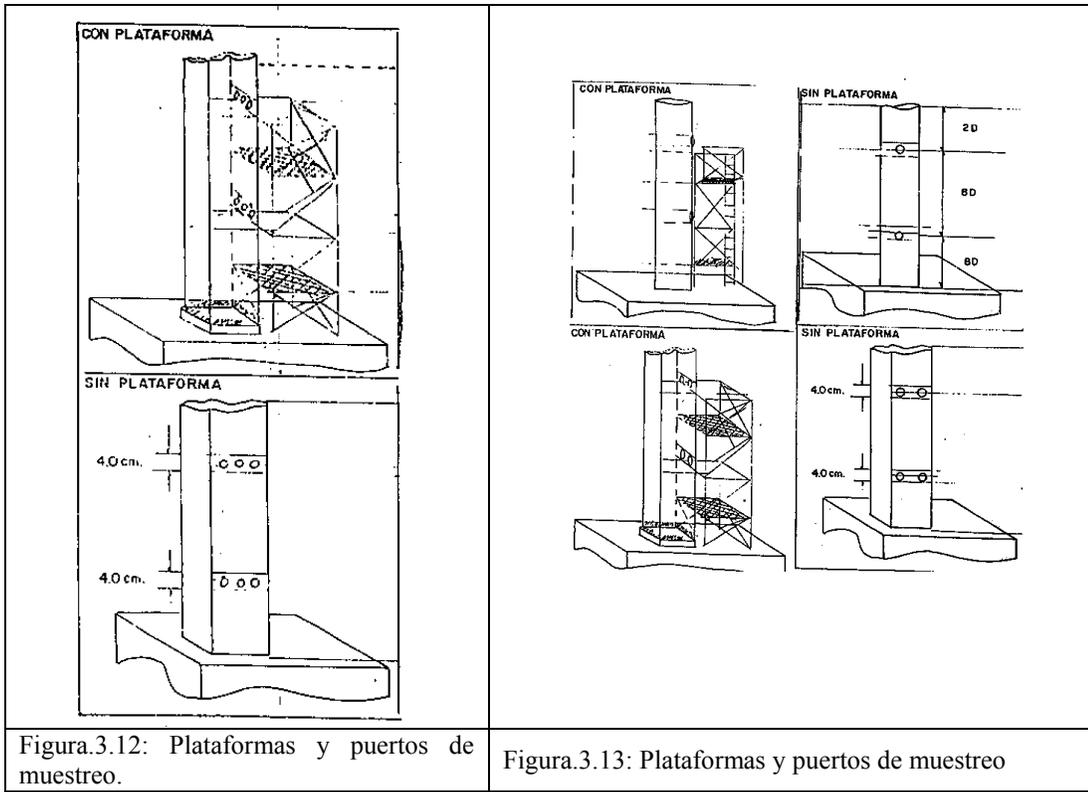


Figura.3.12: Plataformas y puertos de muestreo.

Figura.3.13: Plataformas y puertos de muestreo

5) Integrar un inventario de emisiones a la atmósfera de acuerdo al artículo 17 fracción II del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.

Un inventario de emisiones se puede definir como el proceso de identificar y registrar de manera cuantitativa las emisiones a la atmósfera generadas por los equipos de combustión en una categoría fuente de tipo puntual⁵.

El inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos es un instrumento estratégico para la gestión de la calidad del aire. Un inventario permite conocer las fuentes emisoras de contaminantes, así como el tipo y cantidad de contaminantes que emite cada una de ellas.

⁵ En México las fuentes puntuales se definen en el Artículo 6 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Control y Prevención de la Contaminación del Aire como toda instalación establecida en un solo lugar que tenga como propósito desarrollar procesos industriales o comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

6) Emplear equipos⁶ y sistemas que controlen las emisiones a la atmósfera de acuerdo al artículo 17 fracción I del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, que a la letra dice:

Emplear equipos y sistemas que controlen las emisiones a la atmósfera, para que éstas no rebasen los niveles máximos permisibles establecidos en las normas técnicas⁷ ecológicas correspondientes.

En el capítulo I en el punto I.II.III en el inciso v, se habla acerca de las tecnologías de control de emisiones a la atmósfera que pueden ser utilizadas para minimizar las emisiones a la atmósfera generadas por una fuente fija.

7) Llevar una bitácora de operación y mantenimiento de sus equipos de proceso y de control de emisiones a la atmósfera en base al artículo 17 fracción VI del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.

Una bitácora es un registro escrito o por medio electrónico de los parámetros básicos y/o actividades de la operación y/o mantenimiento de un equipo, proceso, planta o instalación industrial, relacionado con la emisión de contaminantes a la atmósfera (ver figura 3.14).

La función de las bitácoras de operación y mantenimiento tanto de los equipos de proceso como de los sistemas de control de emisiones a la atmósfera radica en que se pueden implementar programas de mantenimiento que permitan el buen funcionamiento de los equipos durante su vida útil, asimismo las bitácoras pueden ser utilizadas para referencia y evaluaciones de ingeniería.

⁶ Equipo de control: Cualquier aditamento o dispositivo que prevenga, reduzca o anule las emisiones de acuerdo a los límites establecidos por las normas (Fuente: NMX-AA-023-1986).

⁷ Es un documento aprobado por una institución reconocida, que prevé, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para los productos o los procesos y métodos de producción conexos, y cuya observancia no es obligatoria. También pueden incluir prescripciones en materia de terminología, símbolos, embalaje, marcado o etiquetado aplicables a un producto, proceso o método de producción.

BITACORA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE PINTADO							
CABINA DE PINTURA							
Semana del ___ mes _____ al _____ mes _____	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Nombre y firma del responsable
Tiempo de operación (h/día)							
Consumo de pintura (L/día)							
Consumo de thinner (L/día)							
Lavado de paredes, pisos, ventanas de la cabina de pintura							
Cambio de filtros de techo							
Cambio de filtros de piso							
Lubricación de puertas							
Verificación de hermeticidad en el equipo							
Revisión de motor del extractor							
Inventario de partículas (anual)							
Compuestos orgánicos volátiles (anual)							
HORNO DE CABINA							
Semana del ___ mes _____ al _____ mes _____	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Nombre y firma del responsable
Temperatura promedio de trabajo (°C)							
Tipo de combustible							
Días de operación							
Horas de operación							
Consumo de combustible							
Limpieza y manto: De equipo de combustión							
Limpieza de minilla (quemador)							
Evaluación de gases de combustión y huella de hollín (trimestral)							
Mantenimiento externo del sistema de pintado	FECHA:		AREA:		NOMBRE DE LA EMPRESA:		
Formato:	Reviso:	Elaboró:	Folio:	Modelo:	Fecha arranque: _____		
BITECOLATM-01				Capacidad:	Fecha paro: _____		

Figura.3.14: Ejemplo de una Bitácora de Operación y mantenimiento.

Fuente: Manual para el control de emisiones atmosféricas en un taller automotriz, mayo 2003 (Asociación Mexicana de distribuidores de Automotores, A.C.).

8) Canalizar sus emisiones a través de ductos o chimeneas de descarga de acuerdo al artículo 23 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, que a la letra dice:

“Las emisiones de contaminantes atmosféricos que se generen por las fuentes fijas de jurisdicción federal, deberán canalizarse a través de ductos o chimeneas de descarga”.

De acuerdo con la NMX-AA-023-1986 (ver tabla 3.8), una chimenea se define como:

“El ducto vertical que permite la salida a la atmósfera de gases provenientes de un proceso. Dichos gases pueden contener partículas.”

El artículo 24 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica hace referencia a la altura⁸ que debe tener una chimenea en base a la dispersión de las emisiones, que a la letra dice:

⁸ De acuerdo con la NMX-AA-107-1988. La Altura física de la chimenea se define como: la altura de la chimenea medida desde el nivel del suelo hasta el extremo superior.

“Los ductos o las chimeneas a que se refiere el artículo anterior, deberán tener la altura efectiva necesaria, de acuerdo con la norma técnica⁹ ecológica correspondiente, para dispersar las emisiones contaminantes”.

La finalidad industrial primaria de la chimenea es crear el tiro necesario para asegurar la combustión de los combustibles en condiciones prefijas. Se emplea también para disminuir el problema de la contaminación, incorporando a los gases de la chimenea los nocivos que se quiere eliminar. La dispersión del penacho de humo en el aire exterior obedece a las leyes del proceso de difusión molecular, proceso lento si las capas atmosféricas en la que se descarga estuvieran quietas. Pero al aire, debido a perturbaciones diferenciales locales de densidad, frotamiento con el suelo, obstáculos, etc. adquiere cierta turbulencia, en zonas localizadas, que da lugar a torbellinos que se desplazan al azar, y se comportan en el conjunto como las moléculas en una masa gaseosa.

Desde el punto de vista químico-industrial, interesa conocer la concentración del contaminante en cualquier punto del espacio barrido por el penacho. Hay muchas aportaciones para conocer las propiedades de este en función de las magnitudes que definen la estructura dinámica de las capas atmosféricas.

Cuando se va a calcular una chimenea, es fundamental no escatimar en la altura de la chimenea, por lo que, siempre que se presuman graves daños, ésta no debe ser inferior a la de la capa de inversión invernal¹⁰, que suele estar entre los 30 y 60 metros.

El gran número de variables que afectan el trabajo de una chimenea, así como las interacciones que tienen lugar entre ellas, hacen que el cálculo de cada chimenea sea un caso particular. Hay unas reglas generales para el diseño, dictadas por la observación y la experiencia, que han probado suficiente su utilidad.

Estas reglas se pueden resumir en los cuatro puntos siguientes:

- 1) La altura ha, de ser al menos 2.5 veces mayor que la del más alto edificio circundante.
- 2) Para evitar la caída del penacho inmediatamente de su salida de la chimenea, la velocidad de los gases a la salida ha de ser, al menos 1.5 veces la velocidad del viento. Otro problema que se presenta para bajar velocidades de salida es que los torbellinos de aire puedan hacerle entrar a la chimenea, con el problema de que los enfriamientos locales hagan que el gas alcance el punto de rocío y se produzcan corrosiones. Por esta razón en las chimeneas de pequeño diámetro la velocidad de salida ha de ser, al menos de 2 m/s y se recomienda para grandes chimeneas (> 1m de diámetro) unos 12 m/s.

⁹ Para mayor información puede consultarse la norma técnica: NMX-AA-107-1988. Calidad del Aire - Estimación de la Altura Efectiva de Chimenea y de la Dispersión de Contaminantes.

¹⁰ Se dice que hay inversión cuando aumenta la temperatura del aire con la altura, en vez de disminuir.

El gradiente térmico normal de la atmósfera se debe a la descompresión adiabática, es de 1 grado centígrado cada 100 metros de altura.

- 3) El conducto de humos puede constituirse con ladrillos de especiales características contra la corrosión, o en acero. Para grandes alturas (> 200m) es más económico el conducto de acero, mientras que es preferible de fábrica cuando se trate de chimeneas de menor altura.
- 4) Debe conocerse bien la composición del vertido, pues productos que aparezcan en muy pequeña proporción pueden afectar a la elección del ladrillo y el mortero a utilizar.

Principales normas voluntarias en materia de emisiones a la atmósfera.	
NMX-AA-009-1993-SCFI	CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA - FUENTES FIJAS-DETERMINACIÓN DE FLUJO DE GASES EN UN CONDUCTO POR MEDIO DE TUBO DE PITOT.
NMX-AA-010-SCFI-2001	DETERMINACIÓN DE LA EMISIÓN DE PARTÍCULAS CONTENIDAS EN LOS GASES QUE FLUYEN POR UN CONDUCTO - MÉTODO ISOCINÉTICO.
NMX-AA-014-1980	CUERPOS RECEPTORES- MUESTREO.
NMX-AA-023-1986	PROTECCIÓN AL AMBIENTE - CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA - TERMINOLOGÍA
NMX-AA-035-1976	DETERMINACIÓN DE BIÓXIDO DE CARBONO MONÓXIDO DE CARBONO Y OXIGENO EN LOS GASES DE COMBUSTIÓN.
NMX-AA-054-1978	CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA - DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LOS GASES QUE FLUYEN POR UN CONDUCTO- MÉTODO GRAVIMÉTRICO.
NMX-AA-055-1979	CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA- FUENTES FIJAS - DETERMINACIÓN DE BIÓXIDO DE AZUFRE EN GASES QUE FLUYEN POR UN CONDUCTO.
NMX-AA-056-1980	CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA-FUENTES FIJAS DETERMINACIÓN DE BIÓXIDO DE AZUFRE Y NEBLINAS DE ACIDO SULFÚRICO EN LOS GASES QUE FLUYEN POR UN CONDUCTO.
NMX-AA-069-1980	CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA- FUENTES FIJAS- DETERMINACIÓN DE ACIDO SULFÚRICO EN GASES QUE FLUYEN POR UN CONDUCTO.
NMX-AA-070-1980	CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA-FUENTES FIJAS-DETERMINACIÓN DE CLORO Y/O CLORUROS EN LOS GASES QUE FLUYEN POR UN CONDUCTO.
NMX-AA-085-1986	PROTECCIÓN AL AMBIENTE-CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA - FUENTES FIJAS - GASÓMETROS HÚMEDOS - CALIBRACIÓN - MÉTODO DE SIFONEO.
NMX-AA-086-1986	PROTECCIÓN AL AMBIENTE - CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA - FUENTES FIJAS - ROTÁMETROS CALIBRACIÓN
NMX-AA-088-1986	PROTECCIÓN AL AMBIENTE - CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA - FUENTES FIJAS - GASÓMETROS SECOS - CALIBRACIÓN.
NMX-AA-090-1986	DETERMINACIÓN DE NEBLINA DE ACIDO FOSFÓRICO EN LOS GASES QUE FLUYEN POR UN CONDUCTO.
NMX-AA-095-1986	CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA - FUENTES FIJAS - DETERMINACIÓN DE CIANUROS EN GASES QUE FLUYEN POR UN CONDUCTO - MÉTODO DE PIRAZOLONA.
NMX-AA-096-1986	CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA - FUENTES FIJAS-MUESTREO Y CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES DE BENCENO, TOLUENO, XILENO Y ESTIRENO.
NMX-AA-098-1986	CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA - FUENTES FIJAS-DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE TRICLORO ETILENO EN LOS GASES QUE FLUYEN POR UN CONDUCTO.
NMX-AA-114-1991	CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA - FUENTES FIJAS - DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DEL HUMO EN LOS GASES DE COMBUSTIÓN QUE FLUYEN POR UN CONDUCTO.
NMX-AA-118-SCFI-2001	REGISTRO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIA DE CONTAMINANTES, LISTA DE SUSTANCIAS E INFORME.

Tabla.3.8: Principales normas voluntarias en materia de emisiones a la atmósfera.

9) Medir sus emisiones contaminantes a la atmósfera, registrar los resultados en el formato que determine la SEMARNAT de acuerdo al artículo 17 fracción IV del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.

En la tabla 6 de la NOM-085-SEMARNAT-1994, se encuentra especificadas las técnicas de medición para cada tipo de combustible y la frecuencia mínima de medición con la que deben de ser realizadas estas; como se muestra a continuación en la tabla:

CAPACIDAD DEL EQUIPO DE COMBUSTIÓN MJ/H	PARÁMETRO	FRECUENCIA MÍNIMA DE MEDICIÓN	TIPO DE EVALUACIÓN	TIPO DE COMBUSTIBLE
Hasta 5,250	Densidad de humo	1 vez cada 3 meses	Puntual (3 muestras); mancha de hollín	líquido y gas
	CO ₂ , CO, O ₂ , N ₂	1 vez cada 3 meses	Puntual (3 muestras)	líquido y gas
	SO ₂	1 vez cada 3 meses	Medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor	líquido
	Partículas suspendidas totales	una vez por año	Isocinético (mínimo durante 60 minutos); 2 muestras definitivas	líquido
De 5,250 a 43,000	NO _x	una vez por año	Continuo; quimiluminiscencia o equivalente	líquido y gas
	SO ₂	una vez por año	Medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor	líquido
	CO ₂ , CO, O ₂ , N ₂	diario	Puntual (3 muestras);	líquido y gas
	Partículas suspendidas totales	una vez por año	Isocinético (mínimo durante 60 minutos); 2 muestras definitivas	líquido
De 43,000 a 110,000	NO _x	1 vez cada 6 meses	Continuo; quimiluminiscencia o equivalente	líquido y gas
	SO ₂	una vez por año	Medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor	líquido
	CO ₂ , CO, O ₂ , N ₂	una vez por turno	Puntual (3 muestras)	líquido y gas
	Partículas suspendidas totales	1 vez cada 6 meses	Isocinético (mínimo durante 60 minutos); 2 muestras definitivas	sólido, líquido
Mayor de 110,000	NO _x	permanente	Continuo; quimiluminiscencia o equivalente	sólido, líquido y gas.
	O ₂	permanente	Continua; campo magnético o equivalente, con registrador como mínimo ó equivalente	líquido y gas
	SO ₂	una vez por año	Medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor	sólido, líquido

Para la realización de estos estudios se utilizan las normas voluntarias aplicables (ver tabla 3.8).

Tabla.3.9: Técnicas de medición y frecuencia mínima de medición con la que deben ser realizadas las mediciones por tipo de combustible.

Fuente: NOM-085-SEMARNAT-1994, tabla número 6 (Medición y análisis de gases de combustión).

10) Llevar a cabo el monitoreo perimetral de sus emisiones contaminantes a la atmósfera.

Llevar a cabo un monitoreo perimetral de las emisiones contaminantes a la atmósfera, cuando la fuente de que se trate se localice en zonas urbanas o suburbanas, cuando colinde con áreas naturales protegidas, y cuando por sus características de operación o por sus materias primas, productos y subproductos, puedan causar grave deterioro a los ecosistemas, de acuerdo al artículo 17 fracción V del Reglamento de la LGEEPA.

Debido a la contaminación atmosférica que se presenta principalmente en las ciudades, se necesitan implementar acciones para mejorar la calidad del aire de las mismas y proteger la salud de sus habitantes, siendo el primer paso el de medir cuál es esta calidad del aire, determinando sus causas y evaluando sus efectos y los problemas fundamentales que se presentan, para así poder diseñar un plan acorde con ellos.

Se define como monitoreo perimetral a todas las metodologías diseñadas para muestrear, analizar y procesar en forma continua las concentraciones de sustancias o de contaminantes presentes en el aire en un lugar establecido y durante un tiempo determinado.

Una estación de Monitoreo es un conjunto de equipos de medición para medir la concentración de diversos contaminantes en forma simultánea, para evaluar la calidad del aire en una área determinada.

Objetivos en el monitoreo atmosférico.

Lo primero en el diseño y la implementación de cualquier sistema de monitoreo es definir todos los objetivos que se pretenden y derivar de estos los requerimientos de datos que se necesitan para llevarlos a cabo. Entre los objetivos más usuales encontramos los siguientes:

- Establecer bases científicas para políticas de desarrollo.
- Determinar la congruencia con las normas y los criterios legales.
- Estimar los efectos en la población y en el ambiente.
- Informar al público acerca de la calidad del aire.
- Proporcionar información de fuentes y riesgos de contaminación.
- Llevar a cabo evaluaciones de tendencias a largo plazo.
- Medir los efectos de las medidas de control en la calidad del aire.
- Estudiar las reacciones químicas de los contaminantes en la atmósfera.
- Calibrar y evaluar modelos de dispersión¹¹ (ver figura 3.15) de contaminantes en la atmósfera.

¹¹ Los modelos de dispersión se basan en algoritmos matemáticos y se utilizan en todo el mundo para pronosticar concentraciones de agentes contaminantes y para prevenir el posible daño en el Medio Ambiente. Un modelo matemático para la calidad del aire es un sistema que une las emisiones lanzadas a la atmósfera con concentraciones de agentes contaminantes a nivel del suelo mediante el uso de leyes físicas y químicas y de modelos matemáticos de simulación.

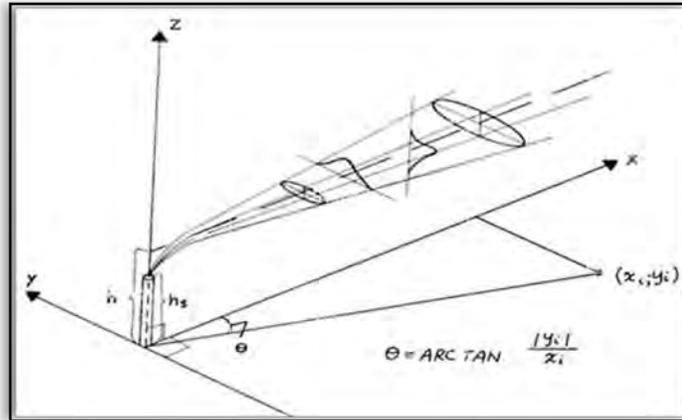


Figura.3.15: Representación de modelos de dispersión.

Hay que considerar que cuando se elabora un programa de monitoreo usualmente se contempla más de un objetivo, por lo cual se deben conciliar y ponderar los objetivos que se pretendan cubrir en orden de importancia. También se tendrá que tomar en cuenta el área de influencia, ya que todos estos objetivos de monitoreo determinarán áreas o localidades delimitadas en donde se llevarán a cabo los estudios, agrupándose en:

- Muestreos de un área o región determinada.
- Muestreos de la contaminación causada por fuentes emisoras:
 - Fijas
 - Móviles
- Muestreos específicos, generalmente relacionados con personas.

En la tabla 3.10 se resumen algunas de las ventajas y desventajas de las metodologías de monitoreo perimetral.

Metodología.	Ventajas.	Desventajas.	Características.
Muestreadores Pasivo	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Muy bajo costo. <input checked="" type="checkbox"/> Muy simples. <input checked="" type="checkbox"/> Útiles para cribado y estudios de base. 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> No probado para algunos contaminantes. <input checked="" type="checkbox"/> En general sólo proveen promedios semanales y mensuales. <input checked="" type="checkbox"/> Requieren análisis de laboratorio. 	<p>Usado en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> En puntos fijos de muestreo, para monitorear la calidad del aire, especialmente para estudios de fondo y muestreos de amplia cobertura espacial <input checked="" type="checkbox"/> Exposición personal y estudios epidemiológicos (la gente los puede llevar puestos).
Muestreadores Activos	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Bajo costo. <input checked="" type="checkbox"/> Fáciles de operar. <input checked="" type="checkbox"/> Confiables en: operación y funcionamiento. <input checked="" type="checkbox"/> Historia de bases de datos. 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Proporciona concentraciones pico o de alerta. <input checked="" type="checkbox"/> Trabajo intensivo. <input checked="" type="checkbox"/> Requieren análisis de laboratorio. 	<p>A diferencia de los muestreadores pasivos, este tipo de equipos requieren energía eléctrica para bombear el aire a muestrear a través de un medio de colectores físico o químico. El volumen adicional de aire muestreado incrementa la sensibilidad, por lo que pueden obtenerse mediciones diarias promedio. Los muestreadores activos más utilizados actualmente son los burbujeadores acidimétricos para medir SO₂, el método de filtración para PST de la OECD y el método gravimétrico de Altos Volúmenes (High Vol.) para partículas totales y fracción respirable de la EPA.</p>
Monitores Automáticos	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Alto funcionamiento comprobado. <input checked="" type="checkbox"/> Datos horarios. <input checked="" type="checkbox"/> Información online y bajos costos directos. 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Complejo. <input checked="" type="checkbox"/> Caro. <input checked="" type="checkbox"/> Requiere técnicos calificados. <input checked="" type="checkbox"/> Altos costos periódicos de operación. 	<p>Estos instrumentos se basan en propiedades físicas o químicas del elemento que va a ser detectado continuamente, utilizando métodos optoelectrónicos. El aire muestreado entra en una cámara de reacción donde, ya sea por una propiedad óptica del gas que pueda medirse directamente o por una reacción química que produzca quimiluminiscencia o luz fluorescente, se mide esta luz por medio de un detector que produce una señal eléctrica proporcional a la concentración del contaminante muestreado.</p>
Sensores Remotos	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Proporcionan patrones de resolución de datos. <input checked="" type="checkbox"/> Útiles cerca de fuentes y para mediciones verticales en la atmósfera. <input checked="" type="checkbox"/> Mediciones de multicomponentes. 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Muy complejos y caros. <input checked="" type="checkbox"/> Dificiles de operar, calibrar y validar. <input checked="" type="checkbox"/> No son siempre comparables con los analizadores convencionales. 	<p>Los sensores remotos a diferencia de los monitores automáticos, que proporcionan mediciones de un contaminante en un punto en el espacio, pueden proporcionar mediciones integradas de multicomponentes a lo largo de una trayectoria específica en la atmósfera (normalmente mayor a 100 m.), y sistemas más complejos, pueden hasta proveer mediciones con rangos de resolución a lo largo de la trayectoria. Se han llegado a detectar por ejemplo hasta 5 ppb de SO₂, en un patrón de 1 km. Sistemas móviles pueden proporcionar mapas tridimensionales detallados de concentraciones de contaminantes dentro de un área por un período de tiempo limitado</p>
Bioindicadores	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Baratos. <input checked="" type="checkbox"/> Útiles para identificar la presencia de algunos contaminantes. 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Problemas en la estandarización de sus metodologías y otros inherentes a los procedimientos. <input checked="" type="checkbox"/> Algunos requieren análisis de laboratorio. 	<p>El término biomonitoreo, (el cual implica generalmente el uso de plantas para monitorear el aire) cubre una multitud de muy diferentes muestreos y enfoques de análisis con muy diferentes grados de sofisticación y desarrollo.</p>

Tabla.3.10: Ventajas y desventajas de las metodologías de muestreo.

En la tabla 3.11 se encuentran especificadas la utilidad de las metodologías para el monitoreo de la calidad del aire en base al objetivo con el que se desee cumplir, donde los valores del 1 al 3 indican la utilidad de la metodología. Correspondiendo el número 3 a la categoría más recomendada para cumplir con el objetivo.

Se puede observar que para el monitoreo perimetral a industrias riesgosas entre las metodologías más recomendadas se encuentran: los muestreadores automáticos y los sensores remotos, ya que el número que indica su utilidad es el número tres.

OBJETIVOS	METODOLOGÍAS				
	Muestreadores Pasivos	Muestreadores Activos	Muestreadores Automáticos	Sensores Remotos	Bioindicadores
Vigilar el cumplimiento de los valores límite de calidad de aire	1	3	3	1	1
Implementación de planes de contingencia	1	2	3	2	
Alertas ambientales: vigilancia de valores máximos	1	2	3	2	
Investigación del transporte de contaminantes atmosféricos	2	2	1	3	2
Barrido de contaminantes en una trayectoria			2	3	
Rastreo de tendencias temporales de calidad del aire	2	1	3	2	1
Medición del impacto de las medidas de control en la calidad del aire	3	2	3	2	1
Calibración y evaluación de modelos de dispersión	1	1	3	3	
Monitoreo Kerbside (en banqueta)	3	3	1		
Efectos de la contaminación atmosférica global, inventarios de efectos	2	2	2	1	3
Estudios de salud pública	3	3	1		1
Medición de concentraciones de fondo	3	1	1		3
Monitoreo en fuentes fijas	1	2	3	3	
Monitoreo perimetral a industrias riesgosas	1	2	3	3	1

Nota. Los valores del 1 al 3 indican la utilidad de metodología. Correspondiendo el número 3 a la categoría más recomendada para cumplir con el objetivo. La ausencia de valor implica que esta tecnología no es recomendable para cumplir con el objetivo establecido.

Tabla.3.11: Utilidad de las metodologías para el monitoreo de la calidad del aire de acuerdo al objetivo establecido.

11) Se cuenta con el plan de contingencias¹² ambientales por contaminación atmosférica.

Los planes de contingencia son instrumentos de gestión que definen los objetivos, estrategias y programas que orientan a las actividades industriales para la prevención, la reducción de riesgos, la atención de emergencias y la rehabilitación en casos de desastres permitiendo disminuir o minimizar los daños, víctimas y pérdidas que podrían ocurrir a consecuencia de fenómenos naturales, tecnológicos o de la producción industrial, potencialmente dañinos.

Es necesario documentar el plan, cuyo contenido mínimo podrá ser el que se muestra en la siguiente tabla:

Características de un plan de contingencias.
Objetivo del plan.
Modo de ejecución.
Tiempo de duración.
Costos estimados.
Recursos necesarios.
Momento a partir del cual se pondrá en marcha el plan.
Personas encargadas de llevar a cabo el plan y sus respectivas responsabilidades.

Tabla.3.12: Características de un Plan de Contingencias.

Lineamientos para la implementación de planes de contingencia:

- ❖ Asignar responsabilidades y seleccionar al personal que va a participar en el plan, incluyendo la integración de un equipo de respuesta con recursos materiales suficientes probados y aprobados.
- ❖ Establecer procedimientos a seguir, en respuesta a los diferentes tipos de accidentes y situaciones peligrosas.
- ❖ Elaborar una relación de personas y medios de comunicación detallados, para estar en contacto con todas las partes interesadas a las que se les debe notificar y consultar en caso de una contingencia.
- ❖ Considerar preparativos de apoyo para el caso de una contingencia prolongada.
- ❖ Establecer un programa permanente de capacitación, para el personal.
- ❖ El plan de contingencias debe ser diseñado de tal manera, que se le pueda añadir más información continuamente y en su caso, corregirlo, con base en los resultados del análisis de riesgos.

La Función principal de un Plan de Contingencia es la continuidad de las operaciones de la empresa su elaboración la dividimos en cuatro etapas:

- ❖ Evaluación.
- ❖ Planificación.
- ❖ Pruebas de viabilidad.

¹² De acuerdo a la NOM-012-SCT4-2007 un Plan de Contingencias se define como: Un conjunto de instrucciones que resume los pasos a seguir antes, durante y después de una situación de contingencia.

❖ Ejecución.

Las tres primeras hacen referencia al componente preventivo y la última a la ejecución del plan una vez ocurrido el siniestro. La planificación aumenta la capacidad de organización en caso de siniestro sirviendo como punto de partida para las respuestas en caso de emergencia.

Contenido del Plan de Contingencias:

Incluirá procedimientos, equipos, comunicaciones y personal especialmente asignado a estos eventos, así como su capacitación por especialistas externos (ver tabla 3.13).

Este programa está diseñado para ponerse en práctica cuando se presente la necesidad de su aplicación, exigiéndose que su contenido se mantenga revisado y actualizado para poder aplicar la acción inmediata, cuando el evento lo requiera.

Teniendo como objetivo contar con previsiones para los eventuales casos de derrames de fluidos contaminantes peligrosos o escapes de gases tóxicos, etc., y debe basarse en las evaluaciones de los riesgos para el personal, el público en general y el ambiente.

Contenido de un plan de contingencias.
a) Componente administrativo. Política Corporativa. Política del plan de Contingencias. Justificación. Objetivo. Alcance. Información General. Recursos. Definiciones.
b) Componente Operativo. Organización. Funciones y Responsabilidades. Situaciones de Emergencia o Riesgo. Procedimientos. Información para órganos externos de ayuda. Medidas para minimizar daños. Teléfonos de Emergencia. Anexos.

Tabla.3.13: Principal contenido del que debe disponer un Plan de Contingencias.

La periodicidad con la que se deben realizar cada uno de los requerimientos desde el punto de vista del proceso y desde el punto de vista documental se observan en la siguiente tabla:

REQUERIMIENTO.	PERIODICIDAD.	OBSERVACIONES.
Licencia de Funcionamiento.	Único.	Actualizar si cambian condiciones.
Licencia Ambiental Única (LAU).	Único.	Actualizar si cambian condiciones.
Inventario de emisiones.	Único.	Reporte de todas las emisiones.
Cedula de Operación Anual (COA).	Anual.	En febrero según reglamento y abril por instructivo.
Contar con plataformas, ductos, o chimeneas y puertos de muestreo.	Único.	Cumplir requisitos.
Evaluación de emisiones.	Variable.	Según la capacidad del equipo.
Contar con equipos de control.	Único.	Cumplir con los límites de las normas.
Monitoreo perimetral de emisiones.	No especifica.	A juicio de la SEMARNAT.
Bitácora de operación y mantenimiento del equipo de control.	Diaria.	Registro actualizado.
Bitácora de operación y mantenimiento del equipo de proceso.	Diaria.	Registro actualizado.
Aviso de inicio de operaciones paros y fallas en equipos de control.	Variable.	Aviso anticipado o inmediato.
Programa de Contingencias Ambientales.	No especifica.	Aplicable en zonas críticas.

Tabla.3.14: Periodicidad con la que se deben realizar cada uno de los requerimientos desde el punto de vista del proceso y desde el punto de vista documental.

Fuente: ANIQ, Comisión de Medio Ambiente.

C. En materia de riesgo ambiental y actividades altamente riesgosas.

Las obligaciones en materia de riesgo ambiental y en materia de actividades altamente riesgosas son los siguientes:

- 1) Estudio de riesgo ambiental.
- 2) Programa de prevención de accidentes.

A continuación se explican brevemente cada uno de estos requerimientos:

1. Estudio de riesgo ambiental.

Acerca de este requerimiento se hablará mas adelante en este capítulo en el punto III.II.

2. Programa de prevención de accidentes en base al artículo 147 de la LGEEPA.

Acerca de este requerimiento se hablará mas adelante en este capítulo en el punto III.II.

D. En materia de impacto ambiental¹³.

Los requerimientos en materia de impacto ambiental son los siguientes:

- 1) Evaluación de impacto ambiental en la modalidad:
 - A) Informe preventivo.
 - B) Manifiesto de impacto ambiental (MIA) particular o regional.
- 2) Estudio de riesgo ambiental.

¹³ Informe Preventivo. SEMARNAT

3) Programa de Prevención de Accidentes.

Estos requerimientos se describen a continuación:

1. Evaluación de impacto ambiental¹⁴:

Tiene sus bases jurídicas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). De la cual se derivó el reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental, en el que se establecen tres modalidades para la presentación de evaluación del estudio de impacto ambiental.

La Evaluación del Impacto Ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades (ver tabla 3.15) que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente (Art. 28 de la LGEEPA).

I.	Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;
II.	Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear;
III.	Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;
IV.	Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos;
V.	Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración;
VI.	Plantaciones forestales;
VII.	Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;
VIII.	Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas;
IX.	Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;
X.	Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;
XI.	Obras en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;
XII.	Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas, y
XIII.	Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

Tabla.3.15: Obras o actividades a las que se refieren las fracciones I a XII del artículo 28 de la LGEEPA.

¹⁴ La evaluación del impacto ambiental es un procedimiento de carácter preventivo, orientado a informar al promovente de un proyecto o de una actividad productiva, acerca de los efectos al ambiente que pueden generarse con su construcción. Es un elemento correctivo de los procesos de planificación y tiene como finalidad medular atenuar los efectos negativos del proyecto sobre el ambiente.

El objetivo inmediato de la evaluación del impacto ambiental es servir de ayuda en la toma de decisiones. Para ello, sus resultados habrán de presentarse con un orden lógico, de forma objetiva y fácilmente comprensible, de forma tal que los evaluadores que analicen el documento, encargados de sustentar la decisión de la autoridad, determinen la conveniencia, o no, de que el proyecto estudiado, se ponga en operación. Además de identificar, prevenir e interpretar los efectos que un proyecto puede tener en el ambiente, un objetivo fundamental de la Evaluación del Impacto Ambiental es definir y proponer la adopción de un conjunto de medidas de mitigación que permitan atenuarlos, compensarlos o incluso suprimirlos.

Modalidades de la Evaluación de Impacto Ambiental.

La evaluación de un estudio de impacto ambiental lo realiza la autoridad mediante un procedimiento de tipo técnico administrativo, hay dos opciones mediante las cuales puede presentarse como se había mencionado anteriormente, dependiendo del control que se tenga sobre los impactos y la magnitud del área donde se pretende desarrollar un proyecto:

A) Informe preventivo en materia de impacto ambiental.

El análisis del Informe Preventivo es el procedimiento a través del cual, se analiza si los impactos más relevantes que puede ocasionar una obra o actividad, están regulados por las Normas Oficiales Mexicanas o que se encuentra dentro de un plan, programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico o en un parque industrial previamente evaluados en materia de impacto ambiental por la Secretaría y se determina si la obra puede realizarse en los términos presentados o que requiere de presentar una Manifestación de Impacto Ambiental para su autorización.

Para determinar si las obras o actividades a que se refieren las fracciones I a XII del artículo 28 de la LGEEPA (ver tabla 3.15), requerirán la presentación de un informe preventivo y no una manifestación de impacto ambiental (ARTICULO 31 de la LGEEPA), cuando:

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

En los casos anteriores, la Secretaría, una vez analizado el informe preventivo, determinará, en un plazo no mayor de veinte días, si se requiere la presentación de una manifestación de impacto ambiental en alguna de las modalidades previstas en el reglamento de la presente Ley.

a) Fundamento Legal.

El informe preventivo tiene su fundamento legal en los siguientes artículos:

- Artículo 28, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Artículo 30, párrafo cuarto, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Artículo 31, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Artículo 5, Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Artículo 29, Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

b) Casos en los que se presenta el Informe Preventivo.

Deben presentar este trámite las Personas físicas o morales públicas o privadas que pretendan llevar a cabo alguna obra o actividad señalada en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (ver tabla 3.15) y cuando éstas se encuentren en algunos de los supuestos del artículo 31 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

B) Manifestación de impacto ambiental en la modalidad particular o regional.

El Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA) es el medio por el cuál el representante del proyecto de obra o actividad da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental significativo y potencial que generaría la obra, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo. En general, los objetivos de la MIA son:

- Identificar los efectos que puede causar un proyecto sobre el ambiente.
- Estimar la magnitud de los efectos.
- Prevenir los efectos sobre el ambiente, evitarlos o minimizarlos.

Las obras y actividades que deben presentar la Manifestación de Impacto Ambiental son las que se encuentran enlistadas en la tabla 3.15.

a) Fundamento Legal del Manifiesto de Impacto Ambiental:

El Manifiesto de Impacto Ambiental tiene su fundamento legal en los siguientes artículos:

- Artículo 28, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Artículo 30, párrafo primero, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Artículo 5, Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Artículo 9, Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

- Artículo 10, fracción II, Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

b) Casos en los que se presenta el Manifiesto de Impacto Ambiental.

Las personas físicas o morales, públicas o privadas que pretendan realizar alguna de las obras o actividades señaladas en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (ver tabla 3.15) y 5 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

c) Tipos y contenido del Manifiesto de Impacto Ambiental.

El contenido de una manifestación de impacto ambiental depende de la modalidad que requiera, en la tabla 3.16 se describen los niveles de presentación y los casos en que se debe presentarse una manifestación de impacto ambiental.

Orden de gobierno.	Tipos de MIA.	Actividades que requieren.
FEDERAL	REGIONAL	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Parques industriales ❖ Parques acuícolas ❖ Granjas acuícolas de mas de 500 hectáreas ❖ Carreteras. ❖ Vías férreas. ❖ Proyectos de generación de energía nuclear ❖ Planes o programas parciales de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico. ❖ Conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada. ❖ Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en que se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran provocar, la destrucción el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.
	PARTICULAR	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Demás casos previstos en el artículo quinto de la LGEEPA en materia de EIA.
ESTATAL	❖ Depende de cada legislación estatal o municipal	
MUNICIPAL		

Tabla.3.16: Modalidad del Manifiesto de Impacto Ambiental.

Fuente: SEMARNAT.

El contenido de la Manifestación de Impacto Ambiental dependiendo del tipo de modalidad, lo cual puede observarse en la siguiente tabla:

MIA PARTICULAR.	MIA REGIONAL.
Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;	Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
Descripción del proyecto;	Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo
Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;	Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;
Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;	Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;
Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;	Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional
Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales	Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;
Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y	Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.	Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.

Tabla.3.17: Contenido del Manifiesto de Impacto Ambiental por tipo de modalidad.

2. Estudio de riesgo ambiental.

Acerca de este requerimiento se hablará mas adelante en este capítulo en el punto III.II.

3. Programa de prevención de accidentes.

Acerca de este requerimiento se hablará mas adelante en este capítulo en el punto III.II.

E. En materia de contaminación de suelos.

Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio y las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.

Los propietarios o poseedores de predios de dominio privado y los titulares de áreas concesionadas, cuyos suelos se encuentren contaminados, serán responsables solidarios de llevar a cabo las acciones de remediación que resulten necesarias, sin perjuicio del derecho a repetir en contra del causante de la contaminación.

No podrá transferirse la propiedad de sitios contaminados con residuos peligrosos, salvo autorización expresa de la Secretaría.

Las personas que transfieran a terceros los inmuebles que hubieran sido contaminados por materiales o residuos peligrosos, en virtud de las actividades que en ellos se realizaron, deberán informar de ello a quienes les transmitan la propiedad o posesión de dichos bienes.

Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos o residuos peligrosos que no excedan de un metro cúbico, los generadores o responsables de la etapa de manejo respectiva, deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión, o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlo en sus bitácoras. Estas acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales o accidentes.

Lo previsto en el párrafo anterior no aplica en el caso de derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales ocasionados durante el transporte de materiales o residuos peligrosos.

Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se produzcan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de materiales peligrosos o residuos peligrosos, en cantidad mayor a un metro cúbico, durante cualquiera de las operaciones que comprende su manejo integral, el responsable del material peligroso o el generador del residuo peligroso y, en su caso, la empresa que preste el servicio, deberá:

1. Ejecutar medidas inmediatas para contener los materiales o residuos liberados, minimizar o limitar su dispersión, o recogerlos y realizar la limpieza del sitio;
2. Avisar de inmediato a la Procuraduría y a las autoridades competentes, que ocurrió el derrame, infiltración, descarga o vertido de materiales peligrosos o residuos peligrosos;
3. Ejecutar las medidas que les hubieren impuesto las autoridades competentes para hacer frente a la contingencia, a efecto de no poner en riesgo la salud o el medio ambiente;
4. En su caso, iniciar los trabajos de caracterización del sitio contaminado y realizar las acciones de remediación correspondientes.

El aviso a que se refiere en los incisos anteriores se formalizara dentro de los tres días hábiles siguientes al día en que hayan ocurrido los hechos y contendrá:

1. Nombre y domicilio de quien dio el aviso o nombre del generador o prestador de servicios y el número de su registro o autorización otorgados por la Secretaría;
2. Localización y características del sitio donde ocurrió el accidente;
3. Causas que motivaron el derrame, infiltración, descarga o vertido accidental;
4. Descripción precisa de las características fisicoquímicas y toxicológicas, así como cantidad de los materiales peligrosos o residuos peligrosos derramados, infiltrados, descargados o vertidos, y
5. Medidas adoptadas para la contención.

Los programas de remediación se formularán cuando se contamine un sitio derivado de una emergencia, o cuando exista un pasivo ambiental.

Existe emergencia cuando la contaminación del sitio derive de una circunstancia o evento, indeseado o inesperado, que ocurra repentinamente y que traiga como resultado la liberación no controlada, incendio o explosión de uno o varios materiales peligrosos o residuos peligrosos, que afecten la salud humana o el medio ambiente, de manera inmediata.

Se considera pasivo ambiental a aquellos sitios contaminados por la liberación de materiales o residuos peligrosos que no fueron remediados oportunamente para impedir la dispersión de contaminantes, pero que implican una obligación de remediación. En esta definición se incluye la contaminación generada por una emergencia que tenga efectos sobre el medio ambiente.

En la elaboración del programa de remediación, el interesado podrá determinar las acciones de remediación que se integrarán a la propuesta correspondiente, tomando como base lo establecido en las normas oficiales mexicanas aplicables o, en caso de no existir éstas, los niveles de remediación que se determinen con base en el estudio de evaluación de riesgo ambiental que se realice.

Los programas de remediación, según corresponda, se integran con:

1. Estudios de caracterización;
2. Estudios de evaluación del riesgo ambiental;
3. Investigaciones históricas, y
4. Las propuestas de remediación.

Los programas de remediación se elaborarán con base en el estudio de caracterización y, en su caso, en el de evaluación de riesgo ambiental. En la elaboración de los programas de remediación para pasivos ambientales, también se considerarán las investigaciones históricas.

Estas investigaciones tendrán como finalidad establecer las actividades causantes de los daños ambientales realizadas en el sitio contaminado, los sucesos que condujeron a la contaminación del suelo, el subsuelo y los mantos acuíferos, las condiciones geohidrológicas que prevalecieron en el sitio, con base en informaciones documentales, así como la relación de quienes hubieren sido poseedores y de los usos que haya tenido el predio o predios en los cuales se localice el sitio contaminado.

Cuando se trate de emergencias, los programas de remediación de sitios contaminados con materiales peligrosos o residuos peligrosos, contendrán los datos generales del responsable de la contaminación, incluyendo su actividad, los datos del responsable técnico de la remediación, el lugar y fecha en que ocurrió la emergencia, y los resultados de los estudios de caracterización. Las demás disposiciones jurídicas aplicables en la materia; contenidas en las leyes, reglamentos y normas que para efecto se expidan.

III.II.- Requerimientos solicitados en más de una materia ambiental.

Como se había mencionado hay requerimientos desde el punto de vista documental que son solicitados en más de una materia ambiental como se muestra a continuación en la siguiente tabla:

MATERIA AMBIENTAL.	LICENCIA AMBIENTAL ÚNICA (LAU)	CEDULA DE OPERACIÓN ANUAL (COA)	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES (PPA).	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.
Residuos Peligrosos.	✓	✓		
Emisiones a la Atmósfera.	✓	✓		
Actividades Altamente Riesgosas.			✓	✓
Riesgo ambiental.			✓	✓
Impacto ambiental.			✓	✓

Tabla.3.18: Requerimientos solicitados en más de una Materia Ambiental.

1) Licencia Única Ambiental (LAU)¹⁵.

La LAU es un instrumento de regulación directa, para establecimientos industriales de jurisdicción federal en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, que establece condiciones para su operación y funcionamiento integral conforme a la legislación ambiental vigente. La LAU permite coordinar en un solo proceso la evaluación, dictamen y seguimiento de las obligaciones ambientales de dichos establecimientos en materia de tramites de impacto ambiental y riesgo, emisiones a la atmósfera y generación y tratamiento de residuos peligrosos, que corresponden al INE, y de servicios hidráulicos, que competen a la CNA. La LAU se emite por única vez y en forma definitiva. Deberá renovarse por cambio de giro industrial o de localización del establecimiento. Deberá actualizarse por aumento de la producción, ampliación de la planta o cambio de razón social, mediante aviso por escrito a la Secretaria.

a) Características de la LAU¹⁶:

- Única por establecimiento industrial.
- Integra:

¹⁵ El formato electrónico de la Licencia Ambiental Única (LAU) se encuentra en la siguiente página web: http://www.cofemertramites.gob.mx/intranet/co_dialog_PublishedTramite.asp?coNodes=1290424&num_modalidad=0

¹⁶ Fuente: SEMARNAT, Licencia Única Ambiental.

- a) Impacto ambiental y riesgo.
- b) Emisiones a la atmósfera.
- c) Residuos peligrosos.
- d) Servicios hidráulicos.

- Es obligatoria para establecimientos de jurisdicción federal en materia de atmósfera, nuevos o que deban regularizarse.
- Puede solicitarse de manera voluntaria vía relicenciamiento.
- Se emite por única vez. Deberá renovarse por cambio de giro o de localización. Deberá actualizarse por aumento de la producción, ampliación de la planta o cambio de razón social.

El Licenciamiento a través de la LAU es coordinado por la Dirección de Regulación Industrial de la Dirección General de Regulación Ambiental del Instituto Nacional de Ecología. Actualmente la LAU ofrece, como ventaja más importante, un mecanismo integrado del proceso administrativo que facilita al industrial llevar a cabo sus trámites, es decir, el industrial entrega todos los requisitos en materia ambiental en un solo lugar, al mismo tiempo y recibe la autorización o rechazo en un solo cuerpo de la licencia en lugar de dictámenes individuales.

b) ¿Quiénes presentan la Licencia Ambiental Única?

La Licencia Ambiental Única debe ser solicitada por los establecimientos industriales que son fuentes fijas de jurisdicción federal en materia de atmósfera cuando:

- El establecimiento está por instalarse o iniciar operaciones. La empresa deberá solicitar Licencia Nueva.
- El establecimiento se encuentra en operación y no cumple con alguna de sus obligaciones ambientales ante la Federación. La empresa deberá solicitar de inmediato su Regularización.

También podrán solicitar la LAU de manera voluntaria, bajo la forma de relicenciamiento, los establecimientos industriales que son fuentes fijas de jurisdicción federal en materia de atmósfera cuando:

- El establecimiento cumple con sus obligaciones ambientales de competencia federal, pero requiere la actualización de una o más de las licencias, permisos y/o autorizaciones con que cuenta, sea por modificación o cambio de proceso o de equipos o por ampliación de instalaciones.
- El establecimiento cumple con sus obligaciones ambientales de competencia federal, pero la empresa desea la Licencia Ambiental Única. La empresa deberá justificar por escrito tal necesidad (por gestión de crédito, por licitación pública, por requisitos de comercialización, etc.) y ratificar que no ha modificado las condiciones de operación y funcionamiento autorizadas.

c) *Contenido.*

El contenido principal de la Licencia Ambiental Única puede observarse en la siguiente tabla:

Puntos de los que consta el contenido de la LAU.
Sección I. Información técnica general; entre la que se incluye: <ul style="list-style-type: none">❖ antecedentes de impacto ambiental y riesgo❖ contingencias❖ diagramas de funcionamiento y descripción de procesos.
Sección II. Contaminación atmosférica; entre la que se incluye: <ul style="list-style-type: none">❖ puntos de generación de contaminantes (olores, gases y/o partículas sólidas o líquidas)❖ contaminantes por punto de emisión❖ chimeneas o ductos de descarga
Sección III. Servicios Hidráulicos; entre las que se incluye: <ul style="list-style-type: none">❖ aguas nacionales: si el establecimiento requiere de permiso de descarga de aguas residuales❖ datos generales de aprovechamiento de agua❖ descarga de aguas residuales
Sección IV: Generación y manejo de residuos peligrosos; entre la que se incluye: <ul style="list-style-type: none">❖ total de residuos peligrosos generados❖ total de residuos peligrosos manejados dentro del establecimiento❖ almacenamiento de residuos peligrosos dentro del establecimiento❖ total de residuos peligrosos manejados fuera del establecimiento❖ residuos a tratar por el prestador del servicio

Tabla.3.19: Principales puntos de los que consta el contenido de la Licencia Ambiental Única.

Fuente: Instructivo de la Licencia Ambiental Única.

2) Cedula de Operación Anual (COA).

La COA es un reporte anual multimedios relativo a la emisión y transferencia de contaminantes ocurridos en el año calendario anterior. Su presentación forma parte de las obligaciones fijadas en la Licencia de Funcionamiento y actualmente en la Licencia Ambiental Única. El Acuerdo de las modificaciones y publicación de los instructivos LAU y COA fueron dados a conocer en el Diario Oficial de la Federación el 9 de abril de 1998.

Actualmente este instrumento está a cargo de la Dirección General de Gestión e Información Ambiental del INE (específicamente coordinado por la Dirección de Gestión Ambiental). La COA debe entregarse durante el primer cuatrimestre de cada año por los establecimientos de jurisdicción federal.

Uno de los objetivos de la COA es incorporar en un formato único el reporte anual de las emisiones y transferencia de contaminantes ocurridos en el año anterior a su presentación, mismos que hasta hoy se pueden realizar a través de diferentes instrumentos.

a) *Características de la COA:*

- ❖ Genera información anual multimedios sobre la emisión y transferencia de contaminantes.
- ❖ Da seguimiento a la operación del establecimiento.
- ❖ Permite actualizar, si es el caso, las condiciones de licenciamiento.

- ❖ Apoya la toma de decisiones en materia de protección ambiental.
- ❖ Contribuye a la formulación de criterios y políticas ambientales.

La COA contempla la siguiente información:

- Cantidades de emisión y transferencia de sustancias contaminantes a diferentes medios (aire, agua, suelo).
- Cantidades de transferencia de tales sustancias fuera del establecimiento sean para su tratamiento, reciclaje rehúso y disposición final en el caso de empresas generadoras.
- Actividades de control y prevención de la contaminación y proyección de los volúmenes de contaminación para el siguiente periodo de reporte.
- Información sobre los métodos de tratamiento *in situ*.

b) *¿Quiénes presentan la COA¹⁷?*

Como se había mencionado anteriormente la COA es un instrumento de reporte del desempeño ambiental de los establecimientos. Y los establecimientos que deben presentar este instrumento se mencionan en la siguiente tabla:

¿QUIÉNES?	¿QUÉ SECCIONES DE LA COA DEBEN LLENAR?
Establecimientos de jurisdicción federal en materia de atmósfera.	Todo el formato de la COA. La sección V en caso de que cumplan o sobrepasen cualquiera de los umbrales establecidos, ya sea de fabricación, proceso o uso; o de emisión de las sustancias correspondientes
Cuando los establecimientos descarguen aguas residuales en cuerpos receptores que sean bienes nacionales.	Datos de registro y la sección III del formato de la COA; La sección IV en caso de que generen residuos peligrosos; La sección V, se deberá de reportar siempre y cuando en las descargas o en los residuos se transfieran sustancias RETC o bien se tengan emisiones.
Cuando los Establecimientos sean generadores de residuos peligrosos.	Datos de registro y la sección IV del formato de la COA; La sección III en caso de que descarguen aguas residuales en cuerpos receptores que sean bienes nacionales; La sección V, se deberá de reportar siempre y cuando en las descargas o en los residuos se transfieran sustancias RETC o bien se tengan emisiones.

Tabla.3.20: Establecimientos que deben realizar el llenado de la COA y la sección de ella que debe ser llenada.

Fuente: SEMARNAT.

¹⁷ El formato electrónico de la Cedula de Operación Anual (COA) se encuentra en la siguiente página web se la SEMARNAT: <http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/calidaddelaire/coa/FORMATO%20ELECTRÓNICO%20DE%20LA%20COA.pdf>

c) Principal contenido de la Cédula de Operación Anual:

El Formato Electrónico de la Cédula de Operación Anual, es un software que permite la captura y reporte de la Cédula de Operación Anual (COA). Entre los propósitos del software están el de proveer a la industria un sistema que le facilite el correcto llenado de su reporte anual, agilice su trámite ante la SEMARNAT y le permita dar un seguimiento a la información que entrega con el transcurso de los años.

El formato electrónico de la Cédula de Operación Anual (COA) consta de las siguientes partes:

- ❖ Datos de Registro: Datos generales del establecimiento;
- ❖ Sección I: Información técnica general;
- ❖ Sección II: Registro de emisiones de contaminantes a la atmósfera;
- ❖ Sección III: Registro de descargas(emisiones) a cuerpos de agua y transferencias de contaminantes en el agua;
- ❖ Sección IV: Registro de la generación, manejo y transferencia de residuos peligrosos;
- ❖ Sección V: Registro de emisiones y transferencia de contaminantes;

3) Programa de Prevención de Accidentes (PPA).

De acuerdo con el artículo 147, los establecimientos en operación que realicen actividades altamente riesgosas deben formular ante la SEMARNAT dicho Estudio y someter el PPA a la aprobación de la SEMARNAT y otras Secretarías. El PPA, es un documento a través del cual una persona física o moral que realiza actividades consideradas como altamente riesgosas, describe las medidas y acciones de prevención contra los riesgos analizados en el Estudio de Riesgo Ambiental. La Gestión de los Programas para la Prevención de Accidentes inicia en 1989, después de la publicación de la LGEEPA en 1988, para lo cual SEMARNAT ha venido desarrollando lineamientos y guías para facilitar a los usuarios, la elaboración de estos Programas.

El principal contenido con el que debe constar un PPA es el que se muestra en la siguiente tabla:

CONTENIDO DE UN PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES.
<p>Elemento 1 - Orientación de seguridad:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Descripción del programa para prevención de accidentes 2) Cómo y cuándo deben reportarse las lesiones. Localización de los botiquines de primeros auxilios. 3) Como reportar condiciones y prácticas inseguras. 4) Qué se puede hacer en casos de emergencia incluyendo como desalojar el lugar de trabajo: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Emergencia en caso de fuego ✓ Emergencia en caso de un terremoto 5) Identificación de los químicos peligrosos utilizados. 6) Uso y cuidado del equipo de protección personal (EPP) requerido 7) Capacitación en el trabajo sobre lo que se necesita saber para hacer el trabajo con seguridad.
Elemento 2 - Comité de seguridad
Juntas de seguridad para los empleados.

Tabla.3.21: Principal Contenido de un Plan de Prevención de Accidentes.

Fuente: Department of Labor and Industries USA; Accident Prevention Program (APP).

4) Estudio de riesgo ambiental.

El estudio de riesgo ambiental es el documento mediante el cual se da a conocer, a partir de análisis de las acciones proyectadas para el desarrollo de una obra o actividad, los riesgos que dichas obras o actividades representen para el equilibrio ecológico o el ambiente, así como las medidas técnicas de seguridad, preventivas y correctivas, tendientes a evitar, mitigar, minimizar o controlar los efectos adversos al equilibrio ecológico en caso de un posible accidente, durante la ejecución u operación normal de la obra o actividad de que se trate.

Este estudio debe ser presentado por todas las actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas en virtud de las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas.

Para garantizar que los estudios de riesgo presenten una estructura similar y contengan toda la información necesaria para ubicar las principales actividades riesgosas y determinar sus medidas preventivas se elaboró una guía para la elaboración de estudios de riesgo publicada por la Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas la cual puede ser consultada en la pagina del INE.

Crterios para definir el nivel de riesgo.

Las empresas que manejan las sustancias peligrosas en las cantidades y condiciones que pueden conllevar el riesgo de que se produzca un accidente mayor, suelen clasificarse en distintos niveles de riesgo siguiendo criterios que permiten determinar su vulnerabilidad interna y la de las poblaciones circundantes. De la forma en que se les clasifique de acuerdo con su nivel de riesgo, depende el tipo de estudio de riesgo que se les requiera.

Los criterios para establecer el nivel de riesgo en México son los siguientes:

1. Por ubicación:

- ❖ Clasificación de la zona y uso del suelo colindante.
- ❖ Superficie de la empresa.
- ❖ Condiciones externas a la empresa.

2. Por proceso:

- ❖ Riesgo por manejo de sustancias peligrosas.
- ❖ Capacidad almacenada o de manejo.
- ❖ Propiedades físicas y químicas de las sustancias.
- ❖ Disposición de las sustancias peligrosas.
- ❖ Tipo de procesos o modalidades energéticas.

El riesgo por ubicación está relacionado con el tipo de zona en la que se planea desarrollar un proyecto industrial, comercial o de servicios, o donde se encuentre operando una instalación riesgosa.

Para la definición del riesgo por ubicación, se toma en consideración el hecho de que la vulnerabilidad varía dependiendo de que la zona colindante sea industrial, comercial, de recreación, habitacional, etc., así como de acuerdo con la densidad poblacional y con el hecho de que las actividades que se realicen en esa zona ocurran intramuros o al exterior de los inmuebles.

También, se toma en consideración si las empresas cuentan con una superficie en torno a ellas y de su propiedad que pueda funcionar como zona de amortiguamiento, así como las condiciones externas a las instalaciones, tales como vialidad, infraestructura de servicios de emergencia, disponibilidad de agua, y otros factores que contribuyen a agravar los problemas ocasionados por los accidentes o a atenuar sus efectos. Por su parte, los riesgos por proceso, están relacionados con toda una serie de variables que pueden favorecer que ocurran accidentes o que, por el contrario, contribuyen a prevenirlos o a controlarlos oportuna y adecuadamente. En particular, se consideran los volúmenes y peligrosidad de las sustancias que se manejan y las condiciones de seguridad en las que se realiza su manejo. Como se indica en la tabla 3.22, de acuerdo con la categoría de riesgo se requieren diferentes modalidades de estudio de riesgo.

Nivel de Complejidad.	Descripción de las características de riesgo de cada nivel.	Modalidad de estudio de riesgo solicitado.
I	<p>Aplica para cualquier proyecto en el que se pretenda almacenar, filtrar o mezclar alguna sustancia considerada como peligrosa en virtud de sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico - infecciosas, en cantidad mayor a la establecida en el Primer o Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas Publicados en el Diario Oficial de la Federación; a presión atmosférica y temperatura ambiente, en sitios donde el uso de suelo sea exclusivamente agrícola, industrial o rural sin uso.</p>	Análisis Preliminar de Riesgo.
II	<p>Aplica para cualquier proyecto en el que se maneje alguna sustancia en cantidad mayor a la establecida en el Primer o Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas Publicados en el Diario Oficial de la Federación; que presente hasta cuatro de las características siguientes:</p> <p>a) El tipo de operación que se realiza es: destilación, refrigeración, y/o extracción con solventes o absorción. b) El almacenamiento se realiza en tanques presurizados. c) Existe reacción química, intercambio de calor y/o energía, presiones diferentes a la atmosférica o temperaturas diferentes a la ambiental. d) Se pretenda ubicar en zona de reserva ecológica o donde el uso del suelo sea habitacional o mixto. e) La zona donde se pretende ubicar sea susceptible a sismos, hundimientos o fenómenos hidrológicos y meteorológicos adversos.</p>	Análisis de Riesgo.
III	<p>Aplica para cualquier proyecto en el que se maneje alguna sustancia en cantidad mayor a la establecida en el Primer o Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas Publicados en el Diario Oficial de la Federación; que presente todas las características siguientes:</p> <p>a) El tipo de operación que se realiza es destilación o refrigeración o extracción con solventes o absorción. b) El almacenamiento es en tanques presurizados. c) Existe reacción química, intercambio de calor y/o energía, presiones diferentes a la atmosférica o temperaturas diferentes a la ambiental. d) Se pretenda ubicar en zona de reserva ecológica o donde el uso del suelo sea habitacional o mixto. e) La zona donde se pretende ubicar sea susceptible a sismos, hundimientos o fenómenos hidrológicos y meteorológicos adversos.</p> <p>De lo contrario, con alguna de las características siguientes:</p> <p>a) Se trata de complejos químicos o petroquímicos con dos o más plantas. b) En alguna de las etapas del proceso de producción se genere alguna sustancia o producto caracterizado por su alta toxicidad y/o su efecto residual, acumulativo y letal para el ser humano y la biota del sitio. c) Cuando se trata de una actividad que esta interconectada con otra actividad altamente riesgosa ubicada en predio colindante, a través de tuberías en las que se maneje algunos de los materiales reportados en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas.</p>	Análisis Detallado de Riesgo.
Específico de ductos	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Longitud igual o mayor de 1 km. <input checked="" type="checkbox"/> Diámetro igual o mayor de 10.2 cm (4 plg.). <input checked="" type="checkbox"/> La presión igual o mayor de 10 kgf/cm² antes de la caseta de regulación. <input checked="" type="checkbox"/> En su trayectoria cruza con zonas habitacionales o áreas naturales protegidas. <input checked="" type="checkbox"/> Independientemente de las condiciones anteriores, el ducto transporta ácido fluorhídrico, cloruro de hidrógeno, ácido cianhídrico, cloro, amoníaco, óxido de etileno, butadieno, cloruro de etileno o propileno. 	Estudio del Riesgo de Ductos.

Tabla.3.22: Categorías de riesgo y modalidades de estudio de riesgo.

Las diferentes modalidades de estudio de riesgo se describen a continuación en las siguientes tablas:

Información requerida para cada uno de los tipos de estudio de riesgo (Nivel I a Nivel III).	
a)	Datos generales.- Datos del promovente, documentación legal, así como información del responsable de la elaboración del estudio de riesgo.
b)	Descripción general de las actividades del proyecto (o la planta).- Referencia de la ubicación de la actividad productiva (proyectada o en operación) y la superficie que ocupa u ocupará, entre otras cosas.
c)	Aspectos del medio natural y socioeconómico.- Descripción detallada del entorno ambiental que rodea a la actividad que se pretende evaluar, lo cual permite determinar la vulnerabilidad de la zona, en caso de presentarse algún accidente en las instalaciones o de presentarse fenómenos naturales que afecten dicha actividad.
d)	Integración del proyecto (o instalación existente).- Señalar si las actividades de la instalación se encuentran enmarcadas en las políticas del Programa de Desarrollo Urbano Local, que tengan vinculación directa con las mismas.
e)	Conclusiones y recomendaciones.- Resumen de la situación general que presenta la planta o proyecto en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y áreas de afectación; asimismo, se incluyen recomendaciones para corregir, mitigar o reducir los riesgos identificados.
f)	Anexo fotográfico.- Presentar anexo fotográfico o video del sitio de ubicación de la instalación, en el que se muestren las colindancias y puntos de interés cercanos al mismo. Así como de las instalaciones, áreas o equipos críticos.

Tabla.3.23: Información requerida por cada uno de los estudios de riesgo.

Fuente: INE.

a) Nivel I: Análisis Preliminar de Riesgo.

Nivel.	Información específica.	Metodología recomendable.
Nivel I: Análisis Preliminar de Riesgo¹⁸.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Información señalada en los incisos a) al f) de la tabla 3.23. ➤ Descripción de las actividades que se desarrollan durante la etapa de construcción (en caso de un nuevo proyecto). ➤ Asimismo, se presenta una descripción del proceso, características de las instalaciones (tanques, equipos, sistemas y dispositivos de seguridad, entre otras), ➤ Las propiedades físicas y químicas de las sustancias involucradas, incluyendo los riesgos inherentes a su naturaleza. ➤ Los residuos generados como resultado de la actividad. 	Lista de verificación (Check List); ¿Que pasa si?; Índice Dow; Índice Mond; Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA); o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de éstas. También se definen las áreas potenciales de afectación en caso de accidente por fuga, incendio y/o explosión.

Tabla.3.24: Nivel I, Análisis Preliminar de Riesgo.

¹⁸ Análisis preliminar de riesgos (APR): Preliminary Hazard Analysis (PHA)

Desarrollado inicialmente por las Fuerzas Armadas USA, fue el precursor de análisis más complejos y es utilizado únicamente en la fase de desarrollo de las instalaciones y para casos en los que no existen experiencias anteriores, sea del proceso o del tipo de instalación.

Selecciona los productos peligrosos existentes y los equipos principales de la planta y revisa los puntos en los que se piensa que se pueda liberar energía de forma incontrolada en: materias, equipos de planta, componentes de sistemas, procesos, operaciones, instalaciones, equipos de seguridad, etc. Los resultados del análisis incluyen recomendaciones para reducir o eliminar estos peligros, siempre de forma cualitativa.

Requiere relativamente poca inversión en su realización (2 ó 3 personas con experiencia en seguridad, códigos de diseño, especificaciones de equipos y materiales), por lo que es adecuado para examinar los proyectos de modificaciones o plantas nuevas en una etapa inicial.

b) Nivel de complejidad II: Análisis de Riesgo.

Nivel.	Información específica.	Metodología recomendable.
Nivel II: Análisis de Riesgo¹⁹.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Información señalada en los incisos a) al f) de la tabla 3.23. ➤ Descripción más detallada del proceso, así como las características de los equipos e instalaciones que lo conforman, como es el caso de las bases de diseño, factores de seguridad y pruebas de operabilidad, entre otras, diagramas de tuberías e instrumentación DTI's. ➤ Datos referentes a la cinética química de las reacciones que intervienen. ➤ Balance de materia y energía de todas las secciones que integran el proceso. ➤ Medidas y procedimientos de seguridad para caso de emergencia. ➤ Auditorías de seguridad a que será sujeta la actividad. 	<p>Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP); Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA) con Árbol de Eventos; Árbol de Fallas, o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de éstas.</p>

Tabla.3.25: Nivel II, Análisis de riesgo.

¹⁹Análisis de riesgo.

El análisis de riesgos es una ciencia inexacta y no puede emplearse para hacer predicciones exactas de riesgos reales o absolutos, sien embargo puede usarse para determinar una amenaza real o potencial.

El análisis de riesgo permite caracterizar de manera cualitativa y cuantitativa los riesgos, abarcando desde eventos frecuentes de bajo impacto, a eventos mayores poco frecuentes. Los componentes o técnicas del proceso de análisis de riesgos, permiten identificar los mayores factores que contribuyen al riesgo y, por lo tanto, se pueden hacer recomendaciones y ayudar en la toma de decisiones y en la aplicación de medidas para su disminución.

El análisis de riesgo puede variar en profundidad, desde un estudio elemental hasta uno de gran detalle, que tome en cuenta el número de incidentes considerados, a la manera en que se obtienen las frecuencias y probabilidades, así como los modelos empleados para la determinación de consecuencias. El número de incidentes considerados puede variar de acuerdo con las clases de éstos: incidente menor (zona de afectación limitada), incidente mayor (zona de afectación media) o incidente catastrófico (zona de afectación extensa).

Proporciona información sobre:

- ☞ Eventos precursores y causas potenciales de accidentes.
- ☞ Probabilidad de liberación de una sustancia peligrosa y de que exista cualquier condición ambiental inusual, o la posibilidad de incidentes simultáneos.
- ☞ Tipo de daño o lesión a la población y los grupos de riesgo asociados.
- ☞ Tipo de daño a la propiedad (temporal, reparable, permanente).
- ☞ Tipo de daño al ambiente (recuperable, permanente).
- ☞ Los posibles riesgos, las estrategias de prevención y las medidas de mitigación.

Objetivos:

- ☞ Identificar y medir los riesgos que representa una instalación industrial para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales.
- ☞ Deducir los posibles accidentes graves que pudieran producirse.
- ☞ Determinar las consecuencias en el espacio y el tiempo de los accidentes, aplicando determinados criterios de vulnerabilidad.
- ☞ Analizar las causas de dichos accidentes.
- ☞ Discernir sobre la aceptabilidad o no de las propias instalaciones y operaciones realizadas en el establecimiento industrial.
- ☞ Definir medidas y procedimientos de prevención y protección para evitar la ocurrencia y/o limitar las consecuencias de los accidentes.

c) Nivel III: Análisis Detallado de Riesgo.

Nivel.	Información específica.	Metodología recomendable.
<p>Nivel III: Análisis Detallado de Riesgo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Información señalada en los incisos a) al f) de la tabla 3.23. ➤ Descripción más detallada del proceso, así como las características de los equipos de proceso y auxiliares de las instalaciones que lo conforman, como es el caso de las bases de diseño, factores de seguridad y pruebas de operabilidad, entre otras. ➤ Datos referentes a la cinética química de las reacciones y los mecanismos que intervienen. ➤ Balance de materia y energía de todas las secciones que integran el proceso. ➤ Sistemas de desfogue. ➤ Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's), descripción y justificación de los sistemas redundantes de servicios, especificar en forma detallada las bases de diseño para el cuarto de control. ➤ Resumen Ejecutivo de las bases y criterios empleados para el diseño civil y estructural de las principales áreas de la instalación, así como de los equipos donde se manejan materiales considerados de alto riesgo. ➤ Medidas y procedimientos de seguridad para caso de emergencia. ➤ Auditorías de seguridad a que será sujeta la actividad. 	<p>Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP) y Árbol de Fallas, Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA) y Árbol de Fallas; o la combinación de dos metodologías con características similares a las anteriores, debiendo aplicar las metodologías de acuerdo a las especificaciones propias de la misma.</p>

Tabla.3.26: Nivel III, Análisis detallado de riesgo.

d) Nivel 0: Estudio de Riesgo de Ductos.

Estudios de riesgo aplicables a los ductos terrestres que transportan materiales peligrosos.	
Información requerida.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Datos generales.- Datos del promovente, documentación legal, así como información del responsable de la elaboración del estudio de riesgo. ➤ Integración del proyecto (o instalación existente).- Señalar si las actividades de la instalación se encuentran enmarcadas en las políticas del Programa de Desarrollo Urbano Local, que tengan vinculación directa con las mismas. ➤ Conclusiones y recomendaciones.- Resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y áreas de afectación; asimismo, se incluyen recomendaciones para corregir, mitigar o reducir los riesgos identificados. ➤ Anexo fotográfico.- Presentar anexo fotográfico o video de los sitios de interés cercanos al trazo del ducto en el que se muestren las colindancias, origen, destino final y puntos de interés cercanos al mismo (asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.)
Información específica.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Descripción de la actividad. ❖ Ubicación y trayectoria del ducto. ❖ Datos del entorno ambiental al derecho de vía, indicar los criterios que definieron la ubicación y trayectoria del ducto. ❖ Características topográficas del lugar y tipo de suelo. ❖ Datos de las propiedades físicas y químicas de la sustancia que conduce. ❖ Bases de diseño y normas utilizadas para la construcción del ducto, así como los procedimientos de certificación de materiales empleados, los límites de tolerancia a la corrosión, recubrimientos a emplear para la protección del ducto. ❖ Planos de trazo y perfil del ducto, donde se incluya información sobre especificaciones y profundidad del ducto, condiciones de operación, cruzamientos, usos del suelo, clase o localización del sitio, señalamientos. ❖ Señalar la infraestructura requerida para la instalación u operación del ducto, tales como bombas, trampas, estaciones de regulación o compresión, venteos, etc. ❖ Medidas y dispositivos de seguridad en el origen. ❖ Trayectoria y destino final del ducto. ❖ Evaluación de los riesgos mayores y la identificación de las áreas de afectación en un plano a escala.
Metodología recomendada.	Que pasa si/Lista de Verificación, Hazid, Hazop, Árbol de Fallas, o en su caso, cualquier otra cuyos alcances y profundidad de identificación sean similares, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo con las especificaciones propias de la misma.

Tabla.3.27: Nivel 0 (cero), Estudio del riesgo de ductos.

Metodologías de análisis de riesgo.	
Lista de verificación.	<p>Consiste en una lista de preguntas acerca de la organización de la planta, su operación, mantenimiento y otras áreas de interés. Su propósito es mejorar el desempeño humano en las distintas etapas del proyecto o asegurar la concordancia con las regulaciones o normas nacionales e internacionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Se aplica durante el diseño preliminar de un proyecto, durante la construcción y operación de una planta o durante la realización de paros y arranques de la misma.
¿Qué pasa si...?	<p>Esta técnica no requiere métodos cuantitativos especiales o de una planeación extensa. El método utiliza información específica de un proceso para generar una especie de preguntas de lista de verificación. Un equipo especial prepara una lista de preguntas, del tipo ¿Qué pasa si...?, las cuales son entonces contestadas colectivamente por el grupo de trabajo y resumidas en forma tabular.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Esta técnica es ampliamente utilizada durante las etapas de diseño del proceso, así como durante el tiempo de vida o de operación de una instalación, asimismo cuando se introducen cambios al proceso o a los procedimientos de operación.
Estudio de riesgos HAZOP.	<p>Un HAZOP involucra un examen metódico y sistemático de los documentos de diseño que describen las instalaciones, por un grupo multidisciplinario, que identifica los problemas de riesgo en el proceso que pueden causar un accidente. Las desviaciones del valor de diseño o los parámetros clave son estudiados usando palabras guía. Esto supone que los valores de diseño de los flujos, temperaturas, presiones, concentraciones y otros procesos variables son inherentemente seguros y operables.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Esta técnica es empleada durante el diseño de un proyecto; establecimiento de una instalación industrial; o cuando se realizan cambios mayores en los procesos.
Árbol de fallas.	<p>Es un método de análisis que utiliza el razonamiento deductivo y los diagramas gráficos, para determinar como puede ocurrir un evento particular no deseado. Es, además, una de las pocas herramientas que puede tratar adecuadamente el problema de las fallas comunes y que produce tanto resultados cualitativos como cuantitativos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ En las etapas donde se utiliza esta metodología son durante el diseño para detectar fallas escondidas, o durante la operación para evaluar accidentes potenciales en el sistema y detectar fallas en procedimientos o en el operador.
Índice MOND.	<p>Este método se basa en la peligrosidad de los productos y en el carácter crítico de los procesos en función de sus antecedentes de operación en instalaciones similares. Este índice fue desarrollado por ICI (empresa química de origen británico), y permite obtener índices numéricos de riesgos para cada sección de las instalaciones industriales, en función de las características de las sustancias manejadas, de su cantidad, del tipo de proceso, y de las condiciones específicas de operación.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Esta técnica es utilizada durante las etapas de diseño de instalaciones, así como durante el tiempo de vida o de operación de una instalación y realización de cambios mayores al proceso.

Tabla.3.28: Metodologías de análisis de riesgos.

CAPÍTULO IV. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO GENERAL DE INSPECCIÓN INDUSTRIAL A UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE DETERGENTE BIODEGRADABLE.

IV.I.- La Ingeniería Química y la Inspección industrial.

La Ingeniería Química es la profesión que requiere la aplicación creativa de principios científicos tales como los conceptos de masa, energía, cantidad de movimiento y cambio físico y químico de la materia (una definición más completa de ingeniería química se encuentra en el capítulo I, en el punto I.I).

Para entender lo que implica la definición de Ingeniería Química, basta considerar el tipo de problemas que los ingenieros químicos han resuelto en las últimas décadas, aunque se han dedicado a la química de los procesos industriales. Como resultado, tradicionalmente se ha considerado que la Ingeniería Química es una carrera para capacitar científicos que se dedicaran a la investigación, desarrollo y a las operaciones de las industrias químicas, petroquímicas y afines. La experiencia ha demostrado que los principios que se requieren para satisfacer las necesidades de las industrias de proceso, también se puede aplicar a una gran variedad de problemas, el Ingeniero Químico moderno está utilizando estos elementos para tratar nuevas áreas como son las ciencias ecológicas.

La presión ocasionada por el crecimiento Industrial y por la población humana sobre el medio ambiente se incrementa día con día, su efecto sobre los ecosistemas se manifiesta notablemente en el agotamiento y la degradación de los recursos naturales. Nuestras actividades impactan al medio ambiente en diferentes formas afectando nuestra salud así como también la salud de las plantas y animales de las cuales dependemos.

Por estas razones es necesario que más profesionales como son los ingenieros químicos respondan a las tendencias del deterioro del medio ambiente, participando en actividades como es la Inspección Industrial, como instrumento del gobierno federal para asegurar el cumplimiento de la normatividad ambiental.

Para poder participar en el procedimiento de Inspección Industrial el Ingeniero Químico debe conocer el adecuado manejo y aplicación de la normatividad ambiental y de las normas voluntarias que apliquen para cada uno de los requisitos desde el punto de vista de proceso requerido durante una Inspección Industrial.

Algo de gran importancia que debe ser característico del Ingeniero Químico, es que debe saber trabajar en equipo y relacionarse con las demás personas, aplicando sus conocimientos y experiencias que adquirió durante su formación profesional en las actividades de Inspección Industrial.

En general las alteraciones que provocan los detergentes son:

- Formar espuma que impide el proceso natural o artificial de oxigenación y de depuración.
- Propiciar la diseminación de bacterias o virus.
- Impartir sabor de jabón en concentraciones muy inferiores a la de formación de espuma.
- Favorecer la eutrofización¹ por el aumento de los polifosfatos presentes en los detergentes.
- Incrementar el boro en el agua debido a los aditivos que contienen perborato.

El valor para la concentración máxima deseable de los detergentes en agua potable (0.2 mg/L) fue determinado para los aniónicos y, en la actualidad, la OMS no define un valor. La concentración tolerable es definida en función de la aparición de espuma o de problemas de sabor y color.

IV.III.- Empresa.

Para efectos de ejemplificar el procedimiento de Inspección Industrial, durante el desarrollo de este capítulo se le asignara un nombre al establecimiento donde se aplicara el procedimiento de Inspección Industrial, por lo tanto: la empresa que tiene como proceso la “producción de detergente biodegradable” tendrá el nombre de EJEMPLO S.A de C.V., perteneciente al giro “químico” y al subgiro “Agentes Tensoactivos, detergentes y cosméticos”; asimismo se supondrá que el número de trabajadores que laboran en la planta es mayor a 250 personas, basado en el número de trabajadores de acuerdo a la figura 4.2, con lo que, de acuerdo a la tabla 2.2 del capítulo II esta empresa esta considerada como grande.

i. Ficha básica de identificación de la empresa.

- Nombre: EJEMPLO S.A de C.V.
- Actividad: Fabricación de detergente biodegradable.
- Giro: Químico.
- Subgiro: Agentes Tensoactivos, detergentes y cosméticos.
- Tamaño por el número de trabajadores “industria”: Grande.

¹ Eutrofización se define como el enriquecimiento de las aguas por materia inorgánica que es fuente de nutrientes para las plantas y especialmente el nitrógeno y fósforo.

Informe detallado	
Nombre del complejo	PROCTER AND GAMBLE MATARO S.L
Empresa Matriz	PROCTER AND GAMBLE MATARO S.L
Dirección	CALLE VILASSAR Nº5 POL.IND. EL RENGL. 5,
Código postal	E - 08302
Provincia	Barcelona
Población	MATARO
Sistema de coordenadas Geográficas	WGS84
Longitud	2.466819
Latitud	41.55692
CNAE	2451
Actividad principal	FABRICACIÓ DE DETERGENTS
Organismos reguladores	Departament de Medi Ambient
Número de instalaciones	2
Número de horas trabajo año	7560
Número de empleados	264

Figura.4.2: Ficha de identificación de una empresa de acuerdo al Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Natural y Marino del gobierno de España.
Fuente.: EPER ESPAÑA.

Antes de iniciar con el análisis del procedimiento de Inspección Industrial en las materias de: residuos peligrosos, emisiones a la atmósfera y actividades altamente riesgosas aplicado a una empresa que tiene como proceso productivo: la obtención de detergente biodegradable en polvo, es importante dar un vistazo al proceso de obtención el cual se describe a continuación:

ii. Descripción del proceso y de las zonas del proceso de la empresa Ejemplo S.A. de C.V.

El proceso de la producción de la planta Ejemplo S.A. de C.V. está dividido en dos partes:

- a) Proceso de obtención del Trióxido de azufre.
 - b) Proceso para la obtención de detergente biodegradable.
- a) Proceso para la obtención del trióxido de azufre** (ver diagrama del trióxido de azufre en el anexo: 1-B).

El proceso para la obtención del Trióxido de azufre consta de las siguientes áreas:

1. Almacenamiento de azufre.
2. Secado de aire.
3. Producción de SO₂ con aire seco.
4. Enfriamiento de gas.
5. Conversión de dióxido a trióxido de azufre.
6. Enfriamiento del SO₃ gaseoso.

Para la producción del Trióxido de azufre se requiere de las siguientes materias primas:

- Azufre
- Aire

1. Almacenamiento del azufre.

Sección 1 de la Figura 4.3.

El azufre se encuentra en estado sólido y se deposita en una excavación en la tierra para su almacenamiento. Este se recibe en camiones o en furgones; las plantas en las que se quema azufre son las más sencillas y baratas, ya que no se requiere purificación especial de los gases del quemador para proteger el catalizador.

2. Secado de aire.

Sección 2 de la Figura 4.3.

El oxígeno es obtenido mediante el suministro de aire atmosférico que es preliminarmente tratado para extraer la humedad contenida a través de una torre de secado (2-TS-01), la cual contiene paquetes de mallas. Esta humedad es extraída por adsorción. Con el gel de sílice² o óxido de aluminio activado (secado de aire para altos hornos).

3. Producción de SO₂ con aire seco.

Sección 3 de la Figura 4.3.

En esta etapa se recibe la materia prima que es azufre el cual se recibe en estado sólido en furgones o en camiones los cuales se descargan en una fosa.

En esta etapa se introduce la materia prima (azufre) por medio una banda mecánica, hacia el horno rotatorio (3-HO-01), y posteriormente se introduce una abundante cantidad de aire seco, este es un proceso exotérmico, es decir tiene lugar con desprendimiento de calor, por lo que cuando se ha encendido una carga en el horno la combustión continua mientras se sigue añadiendo materia prima, para así formar dióxido de azufre. Este gas saldrá a una temperatura de 650°C.

4. Enfriamiento de gas SO₂.

Secciones 4a y 4b de la Figura 4.3.

El flujo del gas SO₂ pasa a través de un intercambiador de calor (4-EA-01), por los tubos donde se encontrara a contracorriente con aire de enfriamiento que pasara por la coraza. Saliendo el gas a una temperatura de 430°C. Posteriormente el gas que pasa a través de un filtro de gases calientes (4-FI-01) para que se retiren las posibles impurezas que hayan sido arrastradas.

² El gel de sílice es una forma granular y porosa de dióxido de silicio hecho a partir de silicato sódico. A pesar de su nombre es un gel sólido y duro. Su gran porosidad de alrededor de 800 m²/g, le convierte en un absorbente de agua, por este motivo se utiliza para reducir la humedad en espacios cerrados; normalmente hasta un cuarenta por ciento. Es un producto que se puede regenerar una vez saturado, si se somete a una temperatura de entre 120-180 C°.

Calentándolo desprenderá la humedad que haya absorbido por lo que puede reutilizarse una y otra vez sin que ello afecte a la capacidad de absorción, ésta solo se verá afectada por los contaminantes que posea el fluido absorbido. Este gel no es tóxico, inflamable ni químicamente reactivo. Sin embargo, las bolsitas de bolitas de gel, llevan un aviso sobre su toxicidad en caso de ingestión. Se debe a que el cloruro de cobalto que se suele añadir para indicar la humedad del gel, sí es tóxico. El cloruro de cobalto reacciona con la humedad, cuando está seco es de color azul y se vuelve rosa al absorber humedad.

5. Conversión de Dióxido de azufre a Trióxido de azufre.

Sección 5 de la Figura 4.3.

El gas SO₂ es llevado a la torre catalizadora (5-CA-01) donde el dióxido de azufre entra a una temperatura de 430°C, al ingresar estará en contacto con aire seco a contra corriente donde se llevara a cabo la reacción para así formar trióxido de azufre, la torre catalítica contara de 2 a 4 lechos horizontales donde se encontrara el catalizador (pentóxido de vanadio)³, la mayor parte de la conversión (60 a 75 %) se obtiene en el primer lecho catalítico, con una temperatura de salida de 600°C o más dependiendo en gran medida de la concentración de SO₂ en el gas.

A medida que el gas pasa por el convertidor el 95 a 98% de dióxido de azufre se convierte en trióxido de azufre, desprendiéndose una gran cantidad de calor. Si la temperatura se eleva demasiado no es posible lograr la conversión máxima lo que obliga a usar enfriadores de aire, entre las etapas de conversión, la conversión será del 98 a 99.5 %.

6. Enfriamiento de gas SO₃.

Secciones 6a y 6b de la Figura 4.3.

El trióxido de azufre saldrá por la parte inferior de la torre catalítica, con una temperatura de 430 y 455°C, para pasar al primer intercambiador de calor (6-EA-01), donde el gas ira por los tubos a contra corriente con aire de enfriamiento que se encuentra en la coraza para reducir la temperatura del gas hasta 230°C, posteriormente el gas continua por la línea, para llegar a un segundo intercambiador (6-EA-02), donde de igual forma el gas se encontrara del lado de los tubos y el aire de enfriamiento del lado de la coraza a contracorriente para que el gas salga a una temperatura de 115°C; entra por último a un tercer intercambiador de cascada (6-EA-03, en este intercambiador el fluido de enfriamiento es agua), donde saldrá el gas a una temperatura de 50°C, posteriormente el trióxido de azufre líquido es almacenado (6-TA-01).

³ Este por lo general se encuentra en forma de tabletas o cilindros, extruido.

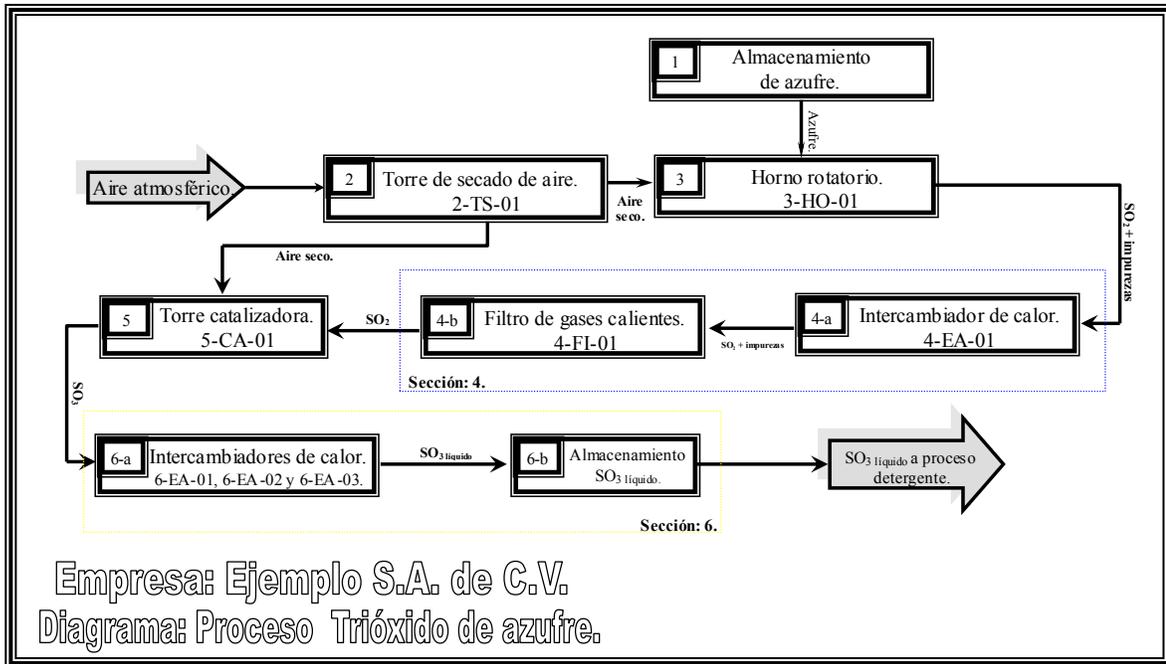


Figura.4.3: Diagrama de bloques del proceso del trióxido de azufre.

b) **Proceso para la obtención del detergente biodegradable** (ver diagrama del detergente biodegradable en el anexo: 1-C).

El proceso del detergente biodegradable consta de las siguientes áreas:

1. Manejo y recepción de materias primas.
2. Sulfonación-sulfatación y neutralizado.
3. Sección de preparación de la pasta.
4. Sección del secado.
5. Sección de perfumado y transporte.
6. Sección de empaque.

Para la producción del detergente biodegradable se requiere de las siguientes materias primas:

- Dodecibenceno
- Trióxido de azufre (SO_3).
- Alcohol graso esteárilico
- Hidróxido de Sodio

Como agentes adicionales tenemos:

- Mejorador (builder): Tripolifosfato sódico
- Inhibidores de la corrosión: Sódico, silicato

- Agente antidepositante: carboximetilcelulosa (CMC)⁴.
- Sulfato de sodio.
- Abrillantadores ópticos: Colorantes fluorescentes.
- Añiles: Azul ultramar.
- Agentes antimicrobianos:

- a) Difenilurea
- b) Salicilanilidas

1. Manejo y recepción de materias primas.

Secciones 1a y 1b de la Figura. 4.10.

El dodecibenceno es transportado en carros auto tanque, ya que es un derivado del petróleo y se encuentra en estado líquido. La descarga en la planta es en el área de tanques de almacenamiento, donde el auto tanque descarga el líquido, en la línea que le corresponde y es bombeado por medio de una bomba (1-b-GA-03) hacia tanques de almacenamiento verticales (1-b-TA-04/05/06).

El alcohol graso esteárilico el cual es un compuesto solidó blanco se recibe en estado líquido para su mejor manejo y almacenamiento, se recibe carros auto tanque en estado líquido, se descarga en la línea que le corresponde y se bombea por medio de una bomba (1-b-GA-01) hacia tanques de almacenamiento verticales (1-b-TA-01/02/03). Los tanques deben de estar acondicionados para calentarse a 60 °C, para que el líquido pueda ser enviado a un primer reactor (2-RE-01). Para lo cual la planta cuenta con una caldera pirotubular, la cual produce vapor a baja presión que es utilizado para mantener las condiciones de temperatura de los tanques de almacenamiento a 60 grados centígrados.

El Tripolifosfato de sodio es un polvo el cual es almacenado en tanques de plástico bien sellados alejados de la humedad ya que se hidrata muy fácilmente.

El hidróxido de sodio se encuentra diluido entre el 60-80% por su facilidad de manejo, es transportado en carros auto tanque. La descarga se realizara en el área de tanques de almacenamiento, donde el auto tanque descarga el líquido en la línea que le corresponde a través de una bomba (1-b-GA-05) hacia tanques de almacenamiento verticales (1-b-TA-07/08/09). El hidróxido de sodio se almacena alejado de ácidos, metales, disolventes clorados, explosivos, peróxidos orgánicos y materiales que puedan arder facialmente.

El silicato de sodio, su almacenamiento debe estar separado de ácidos fuertes, aluminio, agua y zinc. Su estado es una solución acuosa incolora al 25-50% de silicato de sodio. Por lo que su almacenamiento será en tanques y su transporte será en camiones cisterna, cuando se reciban los camiones se procede a conectarse a la toma de la línea que le corresponde y es bombeado por medio de una bomba (1-b-GA-07) para ser almacenado en tanques verticales (1-b-TA-10/11).

⁴ La industria de los detergentes es el mayor consumidor de CMC. En su mayoría se utilizan CMC de grados técnicos para composiciones de jabones y detergentes. La CMC actúa como inhibidor de la redeposición de grasa en las telas después de que ha sido eliminada por el detergente.

El sulfato de sodio se recibe en recipientes herméticamente cerrados, evitando la absorción de humedad y contaminación; el sulfato de sodio es manipulado por el personal calificado de la planta, siendo almacenado en un lugar seco y fresco, protegiendo el material de la luz directa del sol, fuera de los materiales incompatibles (ya que puede explotar violentamente cuando se funde con aluminio).

El carboximetilcelulosa; para su almacenamiento debe estar alejado del agua, se recibe en barriles bien sellados, su manejo será por el personal calificado de la planta.

El azul ultramar es un polvo que se recibe en tambores de fibra bien sellados se colocan en un lugar seco, sin humedad y se llevan al almacén por el personal calificado.

Difenilurea es un sólido que se maneja en tambores de plástico bien sellados, alejado del agua y del alcohol esteárico.

Salicilanilidas es un sólido que se maneja en tambores de plástico bien sellados, alejado del agua y del alcohol estearílico.

2. Sulfonación-sulfatación y neutralizado.

Sección 2 de la Figura 4.10.

El trióxido de azufre como ya se menciona es producido directamente en la planta el cual es transportado por tubería por medio de una bomba (6-GA-02, diagrama del trióxido de azufre en el anexo:) hacia un primer reactor (2-RE-01), ya que se encuentra en estado líquido, para emplearlo en la sulfonación y para la sulfatación respectivamente.

En el primer reactor (2-RE-01) se lleva a cabo la sulfonación y sulfatación, en este reactor se descarga el dodecilbenceno a través de una bomba (1-b-GA-04) y por medio de otra bomba se alimenta al SO_3 , el trióxido de azufre para este proceso se encuentra en estado líquido.

Al estar en contacto el dodecilbenceno y el trióxido de azufre a esas condiciones de temperatura, reaccionaran para formar el sulfonato de dodecilbenceno.

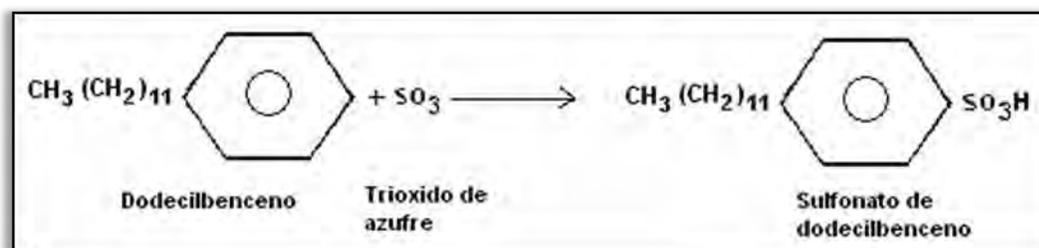


Figura.4.4: Formación del sulfonato de dodecilbenceno.

El alcohol graso esteárico se encuentra en estado líquido el cual cuenta con una densidad en estado líquido de 0.810 g/cm^3 , se alimenta al reactor (2-RE-01) por medio una bomba (1-b-GA-02), posteriormente se le adiciona más SO_3 para que estos dos reaccionen y formen el sulfonato estearílico, manteniéndose las condiciones a $55 \text{ }^\circ\text{C}$.

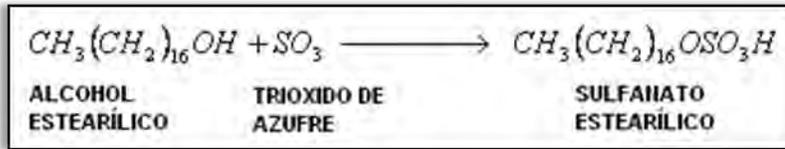


Figura.4.5: Formación del sulfanato estearílico.

A continuación se pasa la mezcla a un tanque de adulteración (2-TA-01) donde se le agrega agua, la cual suministrada con su respectiva bomba.

Después de la sulfatación y sulfanación los ácidos sulfatados son bombeados con una bomba (2-GA-02) a un segundo reactor (2-RE-02) donde se le agrega una solución de NaOH, al 20% manteniendo las condiciones de operación que van de 50 a 55 °C.

El NaOH que se encuentra almacenado (1-b-TA-07/08/09) esta diluido entre el 60-80%, este es bombeado por una bomba (1-b-GA-06) hacia un tanque de dilución (2-TA-03) donde es rebajado al 20% y después pasa al segundo reactor (2-RE-02). El reactor (2-RE-02) debe estar enchaquetado, requiriéndose suministrando de agua de enfriamiento. En esta parte del proceso se lleva a cabo las reacciones del sulfonato de dodecibenceno con el NaOH para formar el dodecibenceno sulfonato sodico,

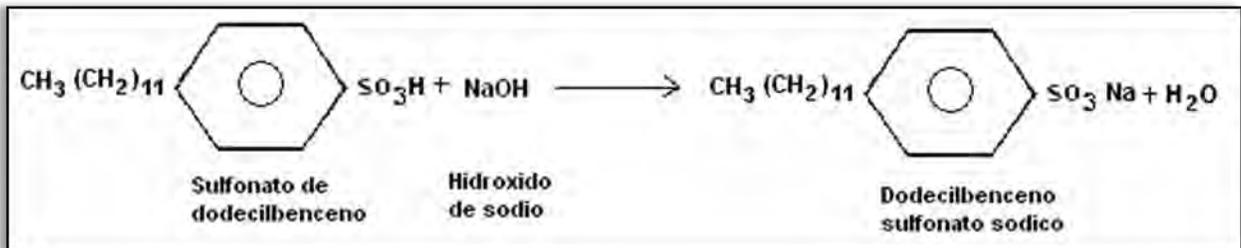


Figura.4.6: Formación del dodecibenceno sulfato sódico.

Y por otro lado se encuentra al sulfonato estearílico que al reaccionar con el NaOH se forma el sulfonato estearílico de sodio. Este tipo de reacción es exotérmica mucho más violenta que la misma sulfanación y sulfatación.

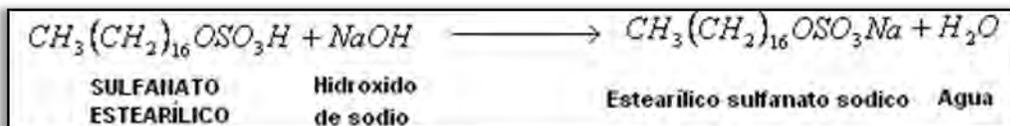


Figura.4.7: Formación del sulfanato estearílico sódico y agua.

Después de la preparación de la mezcla se forma una pasta, esta es transportada por medio de un tornillo (2-TO-01) a un tanque de envejecimiento (2-TA-02) durante un tiempo de residencia de 20-30 minutos, para que la neutralización se lleve completamente con calma. Posteriormente se pasa a la preparación de la pasta.

3. Sección de preparación de la pasta.

Sección 3 de la Figura 4.10.

Del tanque de reposo (2-TA-02) la pasta se pasa a través un tornillo (2-TO-02) hacia una mezcladora (3-ME-01) donde es mezclado por medio de un embrague en un agitador eléctrico de baja velocidad. En esta etapa se adiciona el trifosfato de sodio, donde este elimina una cantidad considerable de agua y la pasta se adelgaza por la reacción de hidratación del tripolifosfato.



Figura.4.8: Eliminación del agua por medio del trifosfato de sodio.

Posteriormente también se adicionan el silicato de sodio, el sulfato de sodio⁵, CMC, abrillantador, etc. Después de esto la pasta pasa a un molino coloidal (3-ML-01) donde se homogeniza. Luego esta pasta es pasada por un filtro prensa (3-FI-01) con lo que se logra una alta compactación, los sólidos se bombean entre cada par de bastidores y una vez lleno a través de un tornillo se van oprimiendo unos contra otros expulsando el agua a través de la tela. Después de pasar por el filtro prensa (3-FI-01, ver figura 4.9) es pasada a un tanque para almacenarse (3-TA-01).

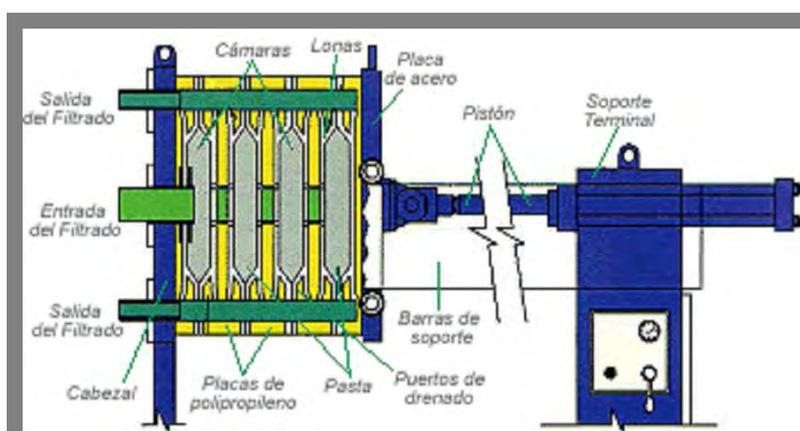


Figura.4.9: Filtro prensa utilizado para la compactación de la pasta.

4. Sección de secado de la pasta.

Sección 4 (4a, 4b, 4c, y 4d) de la Figura 4.10.

Después la pasta es impulsada por medio de una bomba de alta presión (4-TU-01) la cual va hacer transportada hacia un sistema de inyectores de rociado que se encuentran en la parte superior de la torre (4-SE-01). La bomba cuenta con una presión de 10 MPa (100 atm). La mezcla se encuentra aproximadamente entre 80-100°C y es forzada a través de los inyectores con un diámetro entre 2.5 y 3.5 mm. Esta torre (4-SE-01) cuenta con un anillo limpiador para retirar las partículas que se quedan incrustadas en las paredes.

⁵ El sulfato de sodio evita que el polvo se apelmace facilitando su manejo

En la torre (4-SE-01), las partículas son rociadas y se encontraran con el aire caliente que entra a la torre a 250-350 °C el flujo de aire es a contracorriente.

Las partículas que quedan en la parte superior de la torre que no logran descender por la torre son succionadas por un soplador (4-SO-02) el cual hace que las partículas pasen a través de un sistema de ciclones (4-CI-01/02/03/04/05/06). Por donde regresan en reflujo hacia la torre (4-SE-01).

En la parte inferior de la torre caen las partículas a la banda transportadora (4-TR-01) de ahí son enviadas a un recolector y a su vez son succionadas por un elevador de aire (4-EL-01) y de ahí son enviadas al sistema de tamizado con vibración (4-TM-01), separando el polvo fino y grueso

Las partículas que no logran pasar el tamiz y quedan en la parte superior del elevador de aire son enviadas a un segundo conjunto de ciclones (4-CI-08/09/10/11) las cuales regresan en reflujo hacia la torre (4-SE-01). El aire que se utiliza es enviado para su descarga a la atmósfera.

5. Sección de perfumado y transporte de la pasta.

Sección 5 de la Figura 4.10.

Las partículas seleccionadas pasan a través de una banda transportadora (5-TR-01) para que sean perfumadas y posteriormente para empaquetar el detergente.

6. Sección de empaque.

Sección 6 de la Figura 4.10.

En esta sección una maquina deja caer el detergente en ciertas cantidades a bolsas que van pasando en serie una tras otra donde a su vez se sellan en caliente y después estas bolsas son colocadas en cajas listas para su venta y almacenaje.

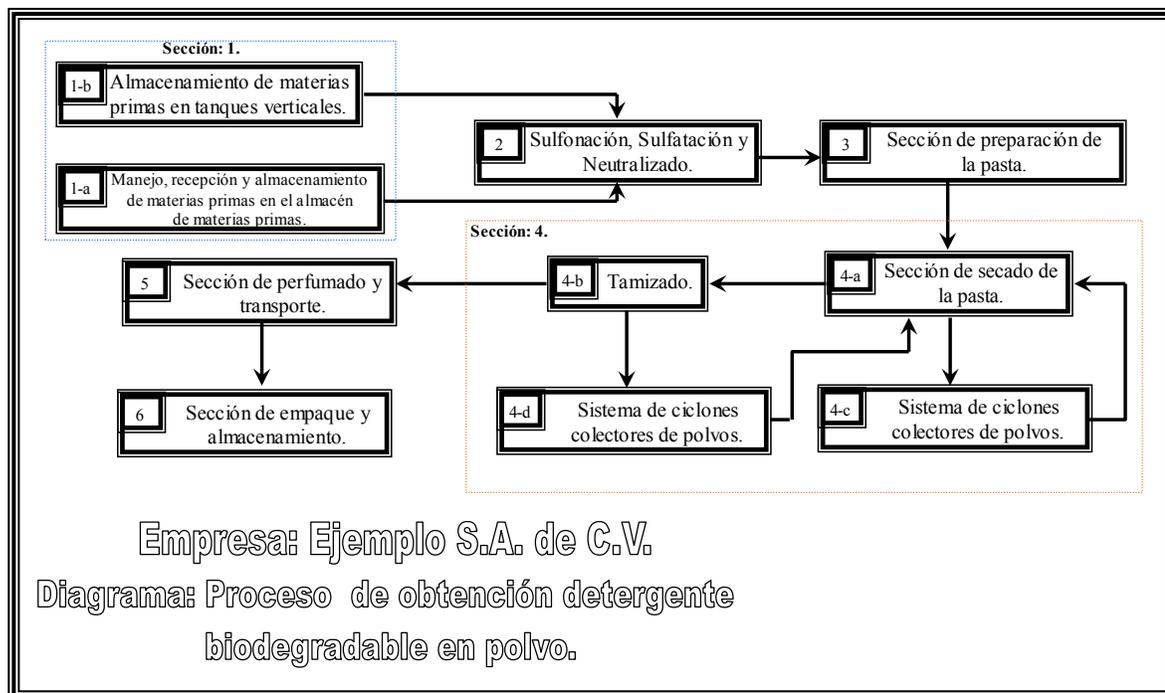


Figura.4.10: Diagrama de bloques del proceso del detergente en polvo biodegradable.

iii. Giro industrial.

De acuerdo con la ficha de identificación básica, la empresa denominada como Ejemplo S.A. de C.V., pertenece al giro químico, el cual ocupa el tercer lugar en el listado de jerarquización de la tabla 2.1 del capítulo II, (listado de orden de prioridades en base a los giros industriales), teniendo gran importancia durante la selección de establecimientos para Inspección Industrial.

iv. Determinación del tamaño de la empresa.

De acuerdo con la ficha de identificación de la empresa, esta se encuentra catalogada como grande, porque cuenta con un número mayor a 250 trabajadores.

v. Orden de Prioridades.

En base al giro industrial, al tamaño de la empresa y utilizando la tabla 2.4 del capítulo II; se obtiene el lugar que ocupa la Empresa denominada como: Ejemplo S.A. de C.V. en la selección de establecimientos en el orden de prioridades para inspección, donde se puede notar que esta empresa ocupa el tercer lugar en la asignación del orden de prioridades.

IV.IV.- Procedimiento General de Inspección Industrial.

IV.IV.I.- Visita de Inspección Industrial.

1) Actividades Previas a la visita.

El objetivo de la visita será inspeccionar que el establecimiento denominado como Ejemplo S.A. de C.V. cumpla con los requerimientos en materia de Residuos Peligrosos, Emisiones a la Atmósfera y actividades altamente riesgosas de acuerdo a la legislación vigente en materia ambiental.

Para lo cual, se procede de acuerdo al procedimiento del punto II.X del capítulo II, en la parte denominada como “actividades previas a la visita”, de los puntos uno a tres.

➤ Como indica el punto dos del procedimiento:

Se conforma una brigada conformada por dos personas: Es en esta parte esencial en la Inspección Industrial, donde el Ingeniero Químico debe saber trabajar en equipo, ya que por lo regular las visitas de Inspección son realizadas por más de una persona, para realizar el trabajo de forma más rápida y eficiente.

La brigada encargada de realizar la Inspección revisará el historial de la empresa en el archivo y así enterarse de las sustancias peligrosas que se involucran en este proceso; así como verificar si presenta una descripción del proceso, un diagrama de bloques, un Diagrama de Flujo de Proceso (DFP) o preferentemente un Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI).

Otro fin que tiene la revisión de la documentación es que los inspectores se informen acerca de las sustancias peligrosas que participan en el proceso productivo de la empresa que será inspeccionada; para lo cual los inspectores hacen uso de las hojas de seguridad de las sustancias o de la guía en caso de emergencia; la cual es una guía que se encuentra en forma impresa o en forma electrónica (siendo la versión más actualizada la 2008) y que informa de los peligros potenciales de las principales sustancias peligrosas.

Otra herramienta que es usada por los inspectores para informarse acerca de los peligros potenciales de las sustancias peligrosas es una paquetería informática creada por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos, llamada CAMEO que tiene como fin informar acerca de los peligros potenciales de las sustancias peligrosas (esta paquetería informática se encuentra en inglés); otra forma de acceder a ella es desde su sitio en el Internet que tiene como nombre: CAMEO Chemicals.

Al Ingeniero Químico desde los primeros semestres de su formación profesional se le enseña, que antes de trabajar con cualquier sustancia peligrosa es importante que este enterado de las principales propiedades fisicoquímicas y de los riesgos potenciales inherentes que pueda presentar las sustancias con la que va a trabajar para evitar accidentes.

En esta parte también el Ingeniero Químico aplica sus conocimientos al saber que los equipos con sus dimensiones e interconexiones, de acuerdo a la secuencia del proceso, así como la instrumentación básica se presentan en el Diagrama de Flujo de Proceso (DFP). Los requerimientos de agua de enfriamiento, vapor y otros servicios auxiliares. Así como que los DFP son la base para la elaboración de los Diagramas de Tubería e instrumentación (DTI), donde se muestran todas las líneas de tubería de la planta, los equipos así como la instrumentación.

De lo anterior podemos denotar que los DFP's y los DTI's son una herramienta base para que el inspector pueda darse una idea de los puntos más críticos de una planta y pueda realizar su trabajo de forma más eficiente.

➤ Como indica el punto tres del procedimiento:

En este punto se indica principalmente que la diligencia prepara la documentación requerida para la realización de la Inspección Industrial, encontrándose entre estos: las leyes, reglamentos y normas aplicables.

Las leyes, reglamentos y normas como se observo en los capítulos anteriores, son cruciales para que el inspector realice su trabajo; es de gran relevancia que el Ingeniero Químico que quiera participar en el proceso de Inspección Industrial las conozca y las aplique adecuadamente, ya que en ellas se encuentran implícitas los requerimientos desde el punto de vista documental y desde el punto de vista de proceso con los que debe cumplir el generador, los límites máximos permisibles, entre otros.

2) Durante la inspección.

Procediendo como se indica en el fragmento siguiente del procedimiento; en la parte denominada “durante la inspección”, de los puntos cuatro a catorce.

➤ Como indica el punto nueve del procedimiento de Inspección Industrial:

“Se realiza un recorrido por las zonas sujetas a Inspección, entre otras las áreas de producción, almacenamiento de materias primas y producto terminado, almacén temporal de residuos peligrosos, tomando nota de lo observado y levantan el acta de Inspección correspondiente, circunstanciando hechos y omisiones, en los formatos aplicables al objeto de la comisión que se establece en la orden de Inspección.”

La persona que recibió a la diligencia acompaña a los inspectores durante el recorrido por las siguientes áreas de la empresa:

- ❖ Almacén de materias primas.
- ❖ Proceso.
- ❖ Producto terminado y empaquetado.
- ❖ Residuos producidos en el taller y otras aéreas no específicas.

El fin de este recorrido es que los inspectores se cercioren que el visitado cumpla con los requerimientos desde el punto de vista de proceso en las materias de residuos peligrosos y emisiones a la atmósfera.

- ❖ Almacén de materias primas: La persona que recibe a la diligencia informa a los inspectores acerca de las materias primas que participan en el proceso para la obtención de detergente biodegradable, la forma en la que son recibidas (furgones, pipas, etc.) y la zona de la planta asignada para su almacenamiento. En esta zona también se verifica que no se encuentren residuos peligrosos en el almacén de materias primas.
- ❖ Proceso: Durante el recorrido que se realiza por las instalaciones por el área de proceso, la persona que acompaña a la diligencia va describiendo la forma en la que son usadas las materias primas en esta área, las operaciones unitarias y los equipos que participan en el proceso de obtención del detergente biodegradable. Durante este recorrido los inspectores van verificando entre otros, lo que se observa en la siguiente tabla:

Algunos de los requisitos que van verificando los inspectores durante el recorrido.
1) Durante el recorrido por las instalaciones el inspector se cerciora de que el visitado cuente con los requerimientos desde el punto de vista de proceso que prevé la legislación en materia ambiental aplicable en materia de residuos peligrosos y emisiones a la atmósfera.
2) No se encuentren residuos peligrosos fuera del almacén temporal de residuos peligrosos.
3) Los puntos del proceso en los que se generan residuos peligrosos en el proceso de obtención del detergente biodegradable.
4) Los puntos del proceso en los que se generan emisiones a la atmósfera en el proceso de obtención del detergente biodegradable.
5) Entre otros.

Tabla.4.1: Algunos de los requerimientos que son verificados por los inspectores durante el recorrido por las instalaciones de la empresa.

- ❖ Producto terminado y empaquetado: En esta área la persona que acompaña a la diligencia describe a los inspectores las actividades que se realizan en ella y se realiza la verificación de los requerimientos de acuerdo a la tabla 4.1.
- ❖ Residuos producidos en el taller y otras aéreas no específicas: En estas áreas los inspectores verifican principalmente que no se encuentren residuos peligrosos fuera del almacén temporal.

➤ Como se indica en el punto trece del procedimiento general de Inspección:

“A continuación, solicitan a la persona que atendió la diligencia y a los testigos de asistencia que firmen en cada una de las hojas que conforman el acta de Inspección, y en la última hoja deberán hacerlo en el espacio en el que aparezca su nombre; además deben firmar cada una de las hojas de aquella documentación que el visitado agregue como anexo al acta de Inspección.”

La documentación a la que se refiere el párrafo anterior son las copias de los estudios realizados por un laboratorio certificado por la EMA (Entidad Mexicana de Acreditación), entre estos estudios de laboratorio se encuentran: determinación de peligrosidad de residuos peligrosos, estudio isocinético (ver tabla 4.11), etc. En este punto el inspector se encarga de revisar cada uno de los estudios de laboratorio (cuando aplique cada uno), en lo que se refiere en materia de emisiones a la atmósfera el inspector se encarga de verificar que los estudios cumplan con los límites máximos permisibles establecidos en las normas.

i. Los conocimientos, habilidades y competencias que aplica el Ingeniero Químico en la Inspección Industrial.

Los fundamentos de la ingeniería química se generan a partir de la combinación de ciencias y empirismo. El conocimiento empírico es una noción que abarca los conocimientos no científicos, comprobados por la experiencia de su uso: ecuaciones empíricas, criterios y reglas. Los conocimientos de física, química, fenómenos de transporte, fisicoquímica, flujo de fluidos, procesos de separación y la economía son la materia prima o soporte conceptual que el ingeniero maneja, con auxilio de las matemáticas y la computación.

Las habilidades son el potencial para aplicar lo que se sabe y comprende. Las habilidades funcionan como operadores mentales para manejar los conocimientos en situaciones novedosas. Siete habilidades apuntan a ser relevantes para el quehacer del Ingeniero Químico en la Inspección Industrial: crear, innovar, hacer juicios críticamente, comunicar, aprender por sí mismo, trabajar en equipo y resolver problemas. Con estas habilidades el Ingeniero Químico es capaz de procesar los conceptos que tiene en circunstancias siempre novedosas o dinámicas.

Se entiende que una competencia es un conjunto identificable y evaluable de conocimientos, actitudes, valores y habilidades relacionadas entre sí que permiten desempeñarse satisfactoriamente en situaciones de trabajo según estándares en el área ocupacional.

En la Inspección Industriales necesario definir una serie de competencias que debe poseer el Ingeniero Químico, para desarrollar su labor profesional de forma eficiente. Para un mejor análisis de las competencias del Ingeniero Químico es necesario agruparlas en diferentes ámbitos:

- ❖ Las competencias transversales: son las habilidades o destrezas que debe poseer el Ingeniero Químico para desempeñar la labor de inspector industrial. En este grupo se incluyen habilidades como la capacidad de aprender, analizar, sintetizar y trabajar en equipo (ver tabla 4.2).

Competencias transversales.
Instrumentales: Habilidades cognoscitivas (capacidad de comprender ideas y pensamientos), metodologías (capacidad organizativa, estrategias toma de decisiones y resolución de problemas) y tecnologías.
➤ Capacidad de análisis y síntesis.
➤ Capacidad de organización y planificación.
➤ Resolución de problemas.
➤ Toma de decisiones.
Personales: interacción social y cooperación con el ámbito social: capacidad de exteriorizar los propios sentimientos, habilidad crítica y autocrítica.
➤ Trabajo en equipo.
➤ Razonamiento crítico.
➤ Compromiso ético.
Sistémicas: Capacidades o habilidades de visión y análisis de realidades totales y multidimensionales: correspondientes a los sistemas como un todo.
➤ Aprendizaje autónomo.
➤ Adaptación a nuevas situaciones.
➤ Creatividad.
➤ Motivación por la calidad y mejora continua.
➤ Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
➤ Conocimientos de ingeniería química.

Tabla.4.2: Competencias transversales que debe tener el Ingeniero Químico que quiera participar en la Inspección Industrial.

- ❖ **Competencias específicas:** engloban aquellos conocimientos relativos al área de estudio y que son resultado del aprendizaje. Estas competencias vienen especificadas por las competencias académicas y disciplinarias, que resultan directamente de la formación académica (resultado del aprendizaje) y las competencias profesionales, que describen las capacidades y actuaciones por desarrollar por el Ingeniero Químico. Las competencias académicas responden a los conocimientos aprendidos y a los métodos utilizados para el aprendizaje (ver tabla 4.3).

Competencias específicas.
Importancia de conocimientos:
➤ Redacción e interpretación de documentación técnica.
➤ Conocimientos de tecnología.
Importancia de capacidades y habilidades.
➤ Razonamiento crítico.
➤ Iniciativa.
➤ Habilidad para integrarse en equipos multidisciplinares.
➤ Solución de problemas.
➤ Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
➤ Principios económicos, medioambientales y legislativos en materia ambiental.

Tabla.4.3: Competencias específicas que debe tener el Ingeniero Químico que quiera participar en el proceso de Inspección Industrial.

IV.IV.I.I.- Procedimiento General de Inspección Industrial aplicado a las materias de: residuos peligrosos, emisiones a la atmósfera y actividades altamente riesgosas.

Una vez que se analizaron las principales funciones de un inspector durante una visita de Inspección industrial, se tiene lo siguiente en las materias de residuos peligrosos, emisiones a la atmósfera y actividades altamente riesgosas para una empresa que tiene como proceso productivo la obtención de detergente biodegradable en polvo:

A) En materia de residuos peligrosos.

i. Residuos producidos por área en la empresa Ejemplo S.A de C.V.

Para efectos de representar el procedimiento de Inspección Industrial en la materia de residuos peligrosos, se considerara que la cantidad de residuos peligrosos generados por la empresa Ejemplo S.A. de C.V. es igual a 10 toneladas al año.

La planta que produce detergente biodegradable, por sus actividades se encuentra clasificada dentro del giro “químico”, en el subgiro llamado de “Agentes Tensoactivos, detergentes y cosméticos” como ya se había mencionado anteriormente. Las empresas participantes en el marco de la elaboración de los conceptos de manejo y minimización de residuos en este subgiro, elaboran principalmente los productos o subproductos de agentes tensoactivos.

Los principales residuos que se producen en el proceso para la obtención de detergente biodegradable son los siguientes en las de zonas: almacenaje, área de proceso, taller y otras:

1) Almacenamiento de materia prima.

- Tambos vacíos usados en el manejo de carboximetilcelulosa (CMC).
- Tambores de fibra usados en el almacenamiento del azul ultramar.
- Tambores de plástico usados en el almacenamiento de Difenilurea.
- Tambores de plástico usados en el almacenamiento de Salicilanilidas.
- Tambores herméticamente cerrados de sulfato de sodio.

2) Proceso.

- Filtros contaminados del proceso del trióxido de azufre.
- Pentóxido de vanadio (catalizador gastado).
- Lodos de la planta de tratamiento terciario.

La empresa Ejemplo S.A de C.V. cuenta con una Planta de Tratamiento de Agua Residual con tratamiento terciario (físicoquímico, biológico facultativo y osmosis inversa), en esta planta se trata el agua proveniente de las siguientes áreas de la empresa: agua de oficinas, comedores y parte del agua pluvial, y de la sección 3 del proceso de obtención del detergente en polvo biodegradable en la compactación de la pasta en el filtro prensa. El 70% del agua tratada se utiliza en generadores de vapor, otro porcentaje en torres de enfriamiento y el resto se descarga al drenaje municipal cumpliendo con los parámetros especificados en la NOM-002-SEMARNAT-1996 que le aplica.

3) Producto terminado y empaquetado.

- Polvos.

Del atomizador sale (además del detergente) vapor de agua, que se libera a la atmósfera, y polvo fino de detergente. Este polvo se filtra y se reintroduce al principio del proceso, como también el detergente demasiado fino o grueso que se obtiene de los filtros. La maquinaria se limpia con agua, que también se puede reutilizar llevándola al principio del proceso.

4) Residuos producidos en el taller y otras áreas no específicas⁶.

- Aceites gastados.
- Trapos impregnados con aceite.
- Estopa impregnada con aceite.

⁶ Fuente: Manual de Minimización, Tratamiento y Disposición (“Conceptos de Manejo de Residuos Peligrosos e Industriales para el giro Químico”); Comisión Ambiental Metropolitana.

ii. Características CRETIB de los residuos producidos en la empresa EJEMPLO S.A. de C.V.

Zonas:	Residuos generados.	C	R	E	T	I	B
Zona 1a, Fig. 4.11	Tambos vacíos usados en el manejo de carboximetilcelulosa (CMC). ⁷				X	X	
Zona 1a, Fig. 4.11	Tambores vacíos de fibra usados en el almacenamiento del azul ultramar. ⁸	-	-	-	-	-	-
Zona 1a, Fig. 4.11	Tambores vacíos de plástico usados en el almacenamiento de Difenilurea. ⁹				X		
Zona 1a, Fig. 4.11	Tambores vacíos de plástico usados en el almacenamiento de Salicilanilidas.	-	-	-	-	-	-
Zona 1a, Fig. 4.11	Tambores vacíos herméticamente cerrados de sulfato de sodio.				X		
Zona 4b, Fig. 4.12	Filtros contaminados con impurezas (proceso de obtención del Trióxido de azufre).					X	
Zona 5, Fig. 4.12	Pentóxido de vanadio (catalizador gastado).				X		
Taller y otras áreas	Aceites gastados.				X	X	
Taller y otras áreas	Trapos impregnados con aceite.				X	X	
Taller y otras áreas	Estopa impregnada con aceite.				X	X	
Otras áreas	Lodos de la planta de tratamiento terciario.				X		

Tabla.4.4: Características CRETIB de los residuos producidos en los dos procesos de la empresa Ejemplo S.A. de C.

⁷ Carboximetilcelulosa (CMC): es un polímero natural derivado de la celulosa. A diferencia de la celulosa, la CMC es altamente soluble en agua. La CMC se utiliza en algunos detergentes para ropa a bajos niveles (0.5-1%). Este polímero ayuda mantenimiento la suciedad dispersa en el agua de lavado, lo que previene que vuelva a depositarse en los tejidos que se han blanqueado. La CMC es biodegradada por bacterias aeróbicas y anaeróbicas comúnmente encontradas en el medio ambiente.

Sin embargo, su las tasas de biodegradación son lentas. La biodegradación produce pequeños fragmentos de CMC y azúcares. Los datos disponibles indican que el CMC tiene un bajo nivel tóxico para los organismos acuáticos. Tiene un bajo nivel de bioconcentración potencial, ya que la molécula es demasiado grande para que esta pueda penetrar en las células de los organismos vivos (Fuente: http://www.scienceinthebox.com/es_ES/glossary/ingsafe_es.html).

Polvo inflamable (CAS: 9004-32-4) al ser finamente dividido y suspendido en el aire. Dicho polvo puede causar irritación ocular leve o irritación respiratoria si se inhala (Fuente: <http://www.amtex.com.mx/seguridad.htm>).

⁸El Azul Ultramar es un pigmento mineral inorgánico. Químicamente es un silico-aluminato de sodio polisulfurado. Este pigmento es la forma sintética del mineral lapislázuli o lazurita.

Propiedades:

- No tóxico, es un pigmento de uso seguro tanto en el procesado como en su aplicación final.
- Aprobado por las legislaciones internacionales (USA, Europa, Japón) para usos donde la seguridad es un requisito indispensable por ejemplo: embalaje alimentario, juguetes, cosmética.
- Excelente resistencia a la temperatura (350°C / 660°F).

⁹ Difenilurea: tiene menos toxicidad que la Permetrina (Permetrina, es muy eficaz y tiene un gran espectro de cobertura pero tiene mucha toxicidad acuática), pero es poco biodegradable (Fuente: Red Panamericana de Manejo Ambiental de Residuos).

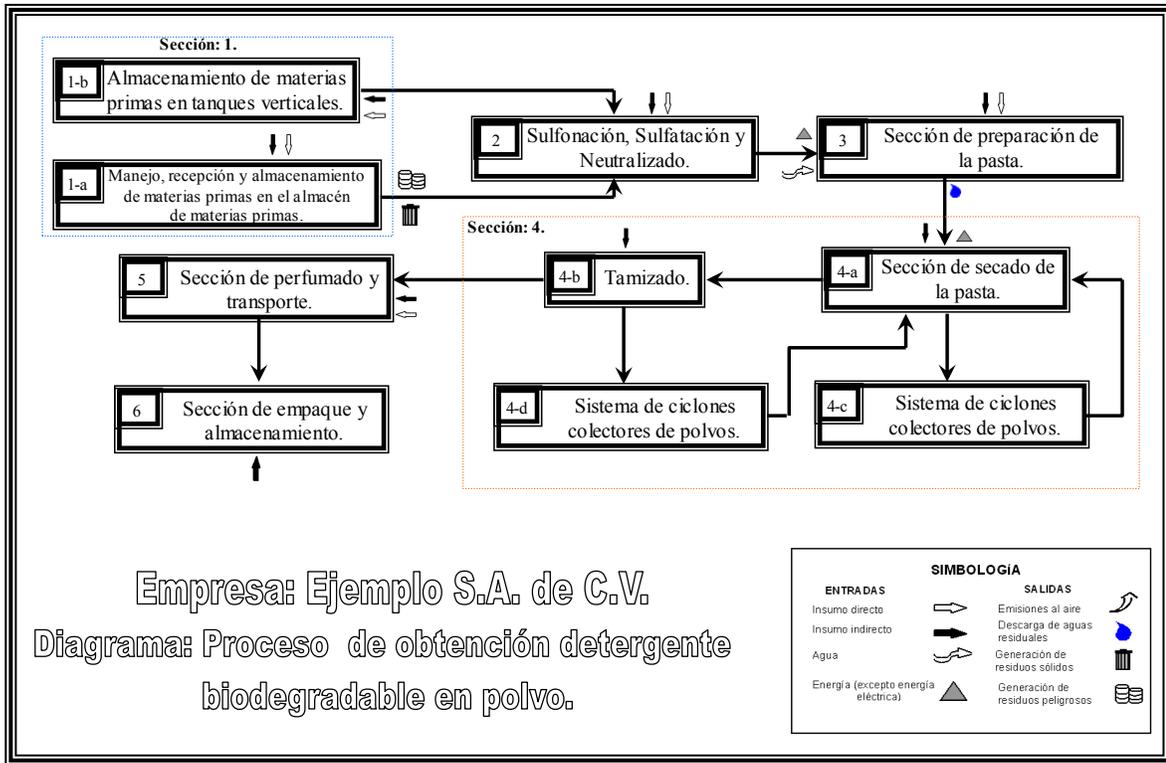


Figura.4.11: Diagrama que muestra las zonas en las que se producen residuos en el proceso del detergente biodegradable en polvo en base a la nomenclatura de la Licencia Ambiental Única (LAU).

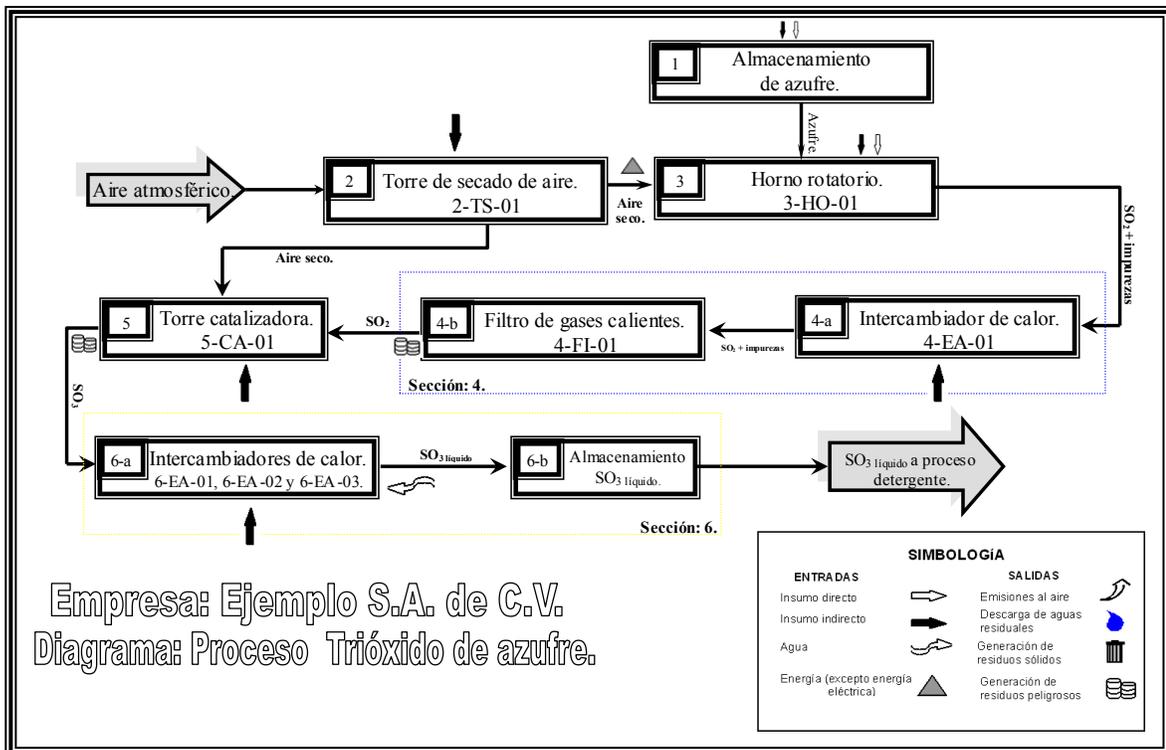


Figura.4.12: Diagrama que muestra las zonas donde se producen residuos en el proceso de la obtención del Trióxido de azufre en base a la nomenclatura de la Licencia Ambiental Única (LAU).

iii. Residuos peligrosos:

De acuerdo a lo anterior, los residuos peligrosos son los siguientes (ver tabla 3.4):

Zonas.	Residuos Peligrosos.	C	R	E	T	I	B
Zona 1a, Fig.3.8	Tambos vacios usados en el manejo de carboximetilcelulosa (CMC).				X	X	
Zona 1a, Fig.3.8	Tambores de plástico usados en el almacenamiento de Difenilurea.				X		
Zona 1a, Fig.3.8	Tambores vacios herméticamente cerrados de sulfato de sodio.				X		
Zona 4b, Fig.3.9	Filtros contaminados con impurezas (proceso de obtención del Trióxido de azufre).					X	
Zona 5, Fig.3.9	Pentóxido de vanadio (catalizador gastado).				X		
Taller y otras áreas	Aceites gastados.				X	X	
Taller y otras áreas	Tapos impregnados con aceite.				X	X	
Taller y otras áreas	Estopa impregnada con aceite.				X	X	
Otras áreas.	Lodos de la planta de tratamiento terciario.				X		

Tabla.4.5: Residuos peligrosos producidos en los dos procesos de la empresa Ejemplo S.A. de C.V

El pentóxido de vanadio se encuentra en el listado 3 de la NOM-052-SEMARNAT-2005 (clasificación de residuos peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificación o caducos (tóxicos agudos)), con un número de CAS¹⁰: 1314-62-1, con característica CRETIB: Th (tóxico agudo).

Los residuos siguientes son considerados como peligrosos porque presentan características CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico y biológico-infeccioso):

- Tambos vacios usados en el manejo de carboximetilcelulosa (CMC).
- Tambores de plástico usados en el almacenamiento de Difenilurea.
- Tambores vacios herméticamente cerrados de sulfato de sodio.
- Filtros contaminados con impurezas (proceso de obtención del Trióxido de azufre).
- Aceites gastados.
- Tapos impregnados con aceite.
- Estopa impregnada con aceite.
- Tambores vacios herméticamente cerrados de sulfato de sodio.
- Lodos de la planta de tratamiento terciario.

¹⁰ CAS (Chemical Abstract Service): El Chemical Abstract Service (CAS) lleva un registro de sustancias químicas desde 1965. Este sistema identifica las sustancias unívocamente con una descripción de su estructura molecular, incluyendo todos los detalles estereoquímicos, en un lenguaje computacional. A cada sustancia se le asigna un número (conocido como número CAS). Este número no tiene significado químico y es asignado en el orden secuencial en que la sustancia fue ingresada en el registro.

iv. Requerimientos en materia de residuos peligrosos con los que debe cumplir el generador.

Los requerimientos desde el punto de vista documental y desde el punto de vista de proceso en materia de residuos peligrosos son los siguientes (ver punto III.I, inciso “A” del capítulo III):

- 1) Licencia Ambiental Única (LAU).
- 2) Registro como generador de residuos peligrosos.
- 3) Declaración de autodeterminación de Categoría como empresa generadora de Residuos Peligrosos, presentada ante la secretaria.
- 4) Resultados de las pruebas y los análisis de determinación de peligrosidad, indicando la fecha del análisis correspondiente, nombre del laboratorio acreditado por EMA y vigencia del acreditamiento.
- 5) Cuenta con una Bitácora de Generación y Manejo de Residuos peligrosos.
- 6) Almacén Temporal de Residuos Peligrosos.
- 7) Bitácora en los que se registren los movimientos de entrada y salida de los residuos peligrosos del almacén temporal de residuos peligrosos.
- 8) Envasa los residuos peligrosos generados de acuerdo a su estado físico.
- 9) Marca o etiqueta los envases que contienen los residuos peligrosos.
- 10) Exhibe los manifiestos de entrega, transporte y recepción para el o los residuos peligrosos transportados por empresa autorizada.
- 11) Exhibe el informe anual de los Residuos Peligrosos generados en el que se actúa, presentando ante la SEMARNAT el formato de COA.
- 12) Presenta el plan de manejo para sus residuos peligrosos, productos caducos, retirados del comercio o que se desechen o que estén clasificados como tales en la Norma Oficial Mexicana.
- 13) Cuenta con el seguro ambiental a que se refiere el artículo 46 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Los puntos 5, 6 y 7 se verifican durante el recorrido que se realiza por las instalaciones de la empresa; así como se hace la verificación si se encuentran residuos peligrosos fuera del área de almacenamiento asignada, o en caso de carecer de almacén de residuos peligrosos se describe el lugar donde se hayan encontrado los residuos peligrosos.

v. Procedimientos aplicados por la Empresa:

Metodología aplicada para la administración de Residuos Peligrosos en la Empresa Ejemplo S.A de C.V.

- I. Identificar y clasificar las sustancias, materiales manejadas, los residuos peligrosos generados y sus características de peligrosidad (ver figura 4.13).

Conforme al artículo 6º del Reglamento de la LGEEPA en Materia de residuos peligrosos, las personas físicas o morales, públicas o privadas que con motivo de sus actividades generen residuos, están obligadas a determinar si éstos son peligrosos.

Para determinar si los residuos de las sustancias anteriores y sus envases de desecho son residuos peligrosos, debe solicitarse a los proveedores de dichas sustancias las Hojas de Datos de Seguridad de los materiales que proveen, donde se describen las características de peligrosidad de dichos materiales.

- II. Conocer las características de incompatibilidad de almacenamiento de materiales, sustancias y residuos peligrosos.
- III. Determinar las áreas, procesos y puntos específicos de generación de residuos peligrosos en las actividades de la empresa.

Para poder implantar medidas de control y minimización de la generación de residuos peligrosos, es imprescindible determinar las áreas, procesos y puntos específicos donde se generan y manejan los residuos peligrosos o susceptibles de convertirse en peligrosos, y establecer un croquis e inventario de puntos de generación y manejo de residuos por volumen y característica de peligrosidad y sus posibles incompatibilidades de manejo. El contar con esta información permite:

- a) Identificar los tipos y volúmenes de residuos generados en cada punto específico de los procesos y áreas de la planta.
 - b) Analizar las causas que originan la generación de residuos peligrosos, (actividades y procedimientos, rendimiento de materiales, agua, energía y otros recursos utilizados, equipos y tecnología disponible, etc.), enfatizando en la prevención de contaminación de otros materiales con residuos o sustancias peligrosas y la detección de causas de desperdicio de recursos.
 - c) Contabilizar los costos asociados a los recursos y materiales utilizados, (mano de obra, materiales, agua, energía, mantenimiento, limpieza, envasado y traslado, etc.) en la generación y manejo de residuos peligrosos por punto de generación.
 - d) Diseñar sistemas simplificados de registro del volumen de residuos generados, generando indicadores unitarios por área, proceso y/o punto de generación que permitan identificar oportunidades de mejora y racionalizar la utilización de recursos.
 - e) Definir prioridades para el establecimiento de medidas de control y administración de las actividades, procesos e instalaciones que generan residuos peligrosos, conforme al volumen generado, la magnitud de los costos y riesgos involucrados y la factibilidad técnica o económica de llevar a cabo las medidas conducentes.
- IV. Establecer sistemas, métodos y procedimientos para el manejo adecuado de los residuos peligrosos.
 - V. Habilitar áreas de almacenamiento de residuos peligrosos.

Es conveniente asignar e identificar mediante letreros, áreas específicas en el interior del almacén general de residuos peligrosos, destinadas al manejo de los diferentes residuos por separado.

El identificar las áreas disminuirá errores del personal en el alojamiento de residuos en el almacén de residuos peligrosos, y evitará tener que identificar cada contenedor o recipiente con las características de peligrosidad y tipo de residuo almacenado.

El contar con contenedores de capacidad estándar para trasladar residuos desde los puntos de generación al área de almacenamiento, en conjunción con la especificación de traslado de contenedores llenos en el procedimiento que corresponda, puede simplificar la contabilidad de entradas diarias al almacén de residuos peligrosos. Un inventario semanal de residuos almacenados permitirá hacer los ajustes correspondientes, contribuirá para detectar anomalías y revisar las necesidades de programación de recolección por prestadores de servicio para el envío a disposición final de los residuos peligrosos.

- VI. Evaluar opciones y alternativas de manejo y procesamiento de residuos peligrosos generados en el centro de trabajo.
- VII. Informar y capacitar al personal responsable del manejo de sustancias y residuos peligrosos.

Para tener éxito en la correcta aplicación de los sistemas, programas y procedimientos de manejo de residuos peligrosos, es necesario informar al personal responsable del manejo de sustancias y residuos peligrosos, de los riesgos de trabajo involucrados en su manejo, estableciendo los programas de capacitación sobre los sistemas, métodos y procedimientos involucrados, así como de las medidas de prevención y control de riesgos, y de atención a contingencias asociados.

- En la inducción destinada al personal de nuevo ingreso que tenga contacto con sustancias o materiales peligrosos, incluir temas de seguridad e higiene laboral, y la información relativa al manejo de residuos peligrosos y no peligrosos, y las restricciones de almacenamiento de residuos en la planta.
- Capacitación específica en los procedimientos de manejo de residuos y sustancias peligrosas.
- Capacitación en manejo de contingencias (incendios, derrames, primeros auxilios ante exposición del personal a las sustancias manejadas, etc.).

VIII. Administración documental del manejo de residuos peligrosos.

- Definición de residuos a registrar: Se propone registrar los residuos peligrosos de ser posible en forma genérica, para no enlistar todos los residuos por su nombre específico.
- Registro como generador de residuos peligrosos.
- Identificación de prestadores de servicio de recolección, transporte, acopio, tratamiento, rehúso, reciclado o disposición final que cuenten con las autorizaciones correspondientes y que garanticen el manejo adecuado de los residuos peligrosos hasta su disposición final.
- Obtención de la documentación completa de los manifiestos de entrega transporte y recepción de los residuos enviados a disposición final.
- Presentación de los informes semestrales de movimientos de residuos peligrosos en tiempo y forma ante la SEMARNAT.
- Conservar la información y documentación relativa al manejo de residuos peligrosos durante 10 años.

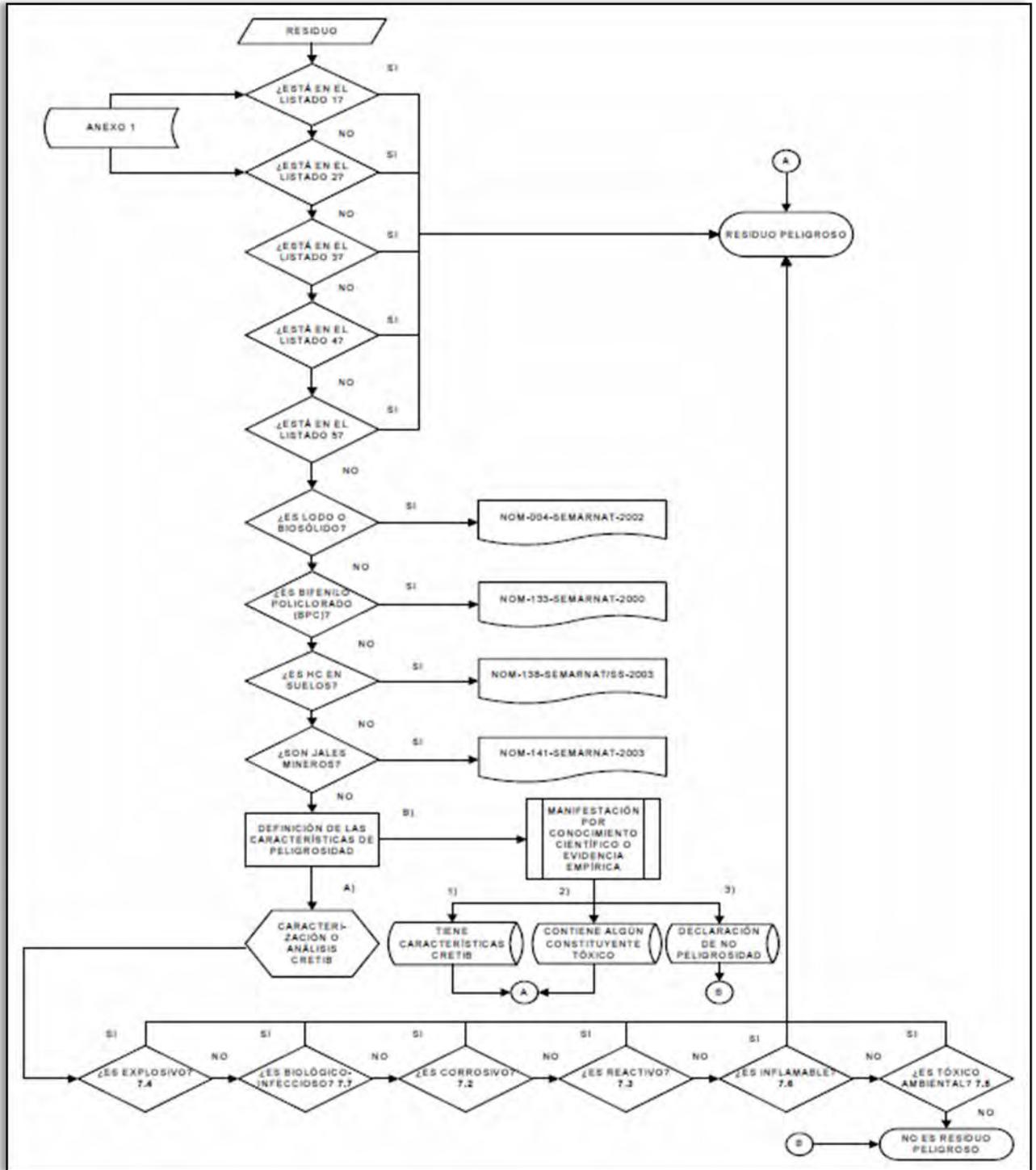


Figura. 4.13: Diagrama de flujo para la identificación de Residuos Peligrosos.
 Fuente.: NOM-052-SEMARNAT-2005

vi. Responsables de realizar cada una de las actividades en la Empresa Ejemplo S.A de C.V.

Función.	Actividades.	Posible responsable.
1. Identificación de residuos peligrosos que se manejan en la planta de detergente.	<ul style="list-style-type: none"> a) Inventario de sustancias y materiales peligrosos manejados. b) Obtención de hojas de datos de seguridad de sustancias y materiales peligrosos manejados. c) Identificación de características de peligrosidad de las sustancias y materiales peligrosos manejados. d) Identificación, volumen y puntos de generación de residuos peligrosos generados a partir de sustancias peligrosas. 	Realización: Responsables de compras, de los almacenes de la empresa y/o de actividades que generan residuos.
2. Trámite de alta como generador de residuos peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> a) Obtención de formato. b) Llenado de formato, indicar volumen y residuos generados c) Pago de derechos. (Formato 5 de la S. H. C. P.). d) Ingresar original y copia en la delegación local de la SEMARNAT. e) Obtención de constancia de Número de Registro Ambiental (conservar los documentos por 10 años). 	<p>Realización: Responsable administrativo de la empresa o asesor externo.</p> <p>Supervisión: Representante legal.</p>
3. Control de manifiestos de recolección, transporte y disposición final	<ul style="list-style-type: none"> a) Obtención de formato b) Llenar formato indicando los volúmenes y residuos generados reportados en los manifiestos de recolección, transporte y disposición final de residuos peligrosos. c) Preparar carta de entrega dirigida al delegado federal del SEMARNAT en la entidad. d) Ingresar original y copia de los documentos en la delegación local de SEMARNAT. e) Obtener el documento sellado por ingreso del reporte semestral. 	<p>Realización: Responsable administrativo de la empresa o asesor externo.</p> <p>Supervisión: Representante legal.</p>
5. Llenado de bitácoras de entrada y salida de residuos del ATRP.	<p><u>Bitácora de entrada y salida.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> a) Registrar en este documento el volumen y tipo de residuo ingresado al almacén temporal de residuos peligrosos diariamente b) Registrar el volumen y residuo recolectado por el transportista. <p><u>Bitácora de generación y manejo de residuos peligrosos.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> a) Registrar los residuos y volúmenes generados. b) Reportar el volumen y residuos recolectados por el transportista. 	Encargado del almacén temporal de residuos peligrosos.
6. Revisión del estado del almacén temporal de residuos peligrosos	<p><u>Verificar que el almacén mantenga las siguientes características:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> a) Separado de áreas de proceso y oficinas. b) Aislado de líneas de drenaje y agua potable. c) Techo, paredes y piso impermeables y no inflamables. d) Fosas de contención de derrames con capacidad de 1/5 del volumen almacenado. e) Sistemas de extinción contra incendios disponible. f) Señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos almacenados. g) No mezclar residuos incompatibles. Cumplir con la separación indicada en el almacén. h) Ventilación natural o forzada disponible. i) Iluminación a prueba de explosión funcionando. j) Sistema de alarma en caso de incendio disponible. k) Pararrayos (en caso de áreas abiertas) 	Encargado del almacén temporal de residuos peligrosos o Jefe de Taller.

Tabla.4.6: Responsables de realizar cada una de las actividades en la Empresa Ejemplo S.A. de C.V.

vii. Estructura de las instalaciones del Almacén Temporal de Residuos Peligrosos (ATRP) de la empresa EJEMPLO S.A. de C.V.

- ✓ Se encuentra el ATRP separado de áreas productivas, oficinas y áreas de almacenamiento de materias primas.
- ✓ Maneja separadamente los residuos peligrosos que sean Incompatibles.
- ✓ Envasa los residuos peligrosos en recipientes que reúnan las condiciones de seguridad.
- ✓ Cuentan los residuos peligrosos con identificación en la planta.
- ✓ Almacena los residuos peligrosos en condiciones de seguridad.
- ✓ Cuenta el ATRP con muros de contención, y fosas de retención de líquidos con capacidad de 1/5 parte de lo almacenado.
- ✓ Los pisos del ATRP son impermeables y de material antiderrapante, además cuentan con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames hacia una fosa.
- ✓ Cuenta el ATRP con sistemas de extinción contra incendios (extintor en condiciones de usarse).
- ✓ Cuenta con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los Residuos.
- ✓ Carece de conexiones al drenaje el ATRP.
- ✓ Están construidas las paredes del ATRP con materiales no Inflamables.
- ✓ Cuenta con ventilación natural o forzada (por lo menos 6 cambios de aire por hora).
- ✓ Cuenta con pararrayos (Cuando el ATRP está en áreas abiertas).
- ✓ El ATRP cuenta con detectores de gases o vapores con alarma audible (cuando se almacenan materiales volátiles).

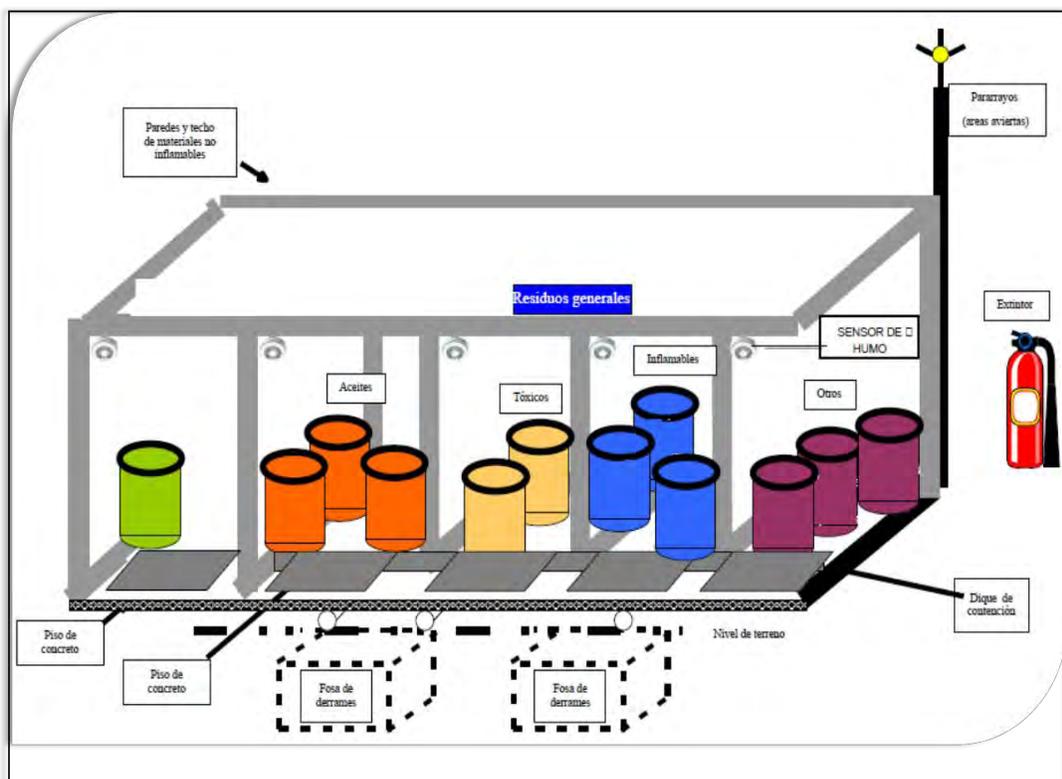


Figura.4.14: Estructura del almacén temporal de residuos Peligrosos de la Empresa Ejemplo S.A. de C.V.

B) Emisiones¹¹ a la atmósfera.

i. Puntos del proceso donde se producen emisiones a la atmósfera.

Las emisiones a la atmósfera que se generan en las empresas se clasifican por fuente de emisión en: Fuentes Fijas y Fuentes Móviles. La planta de detergente biodegradable está catalogada como fuente fija, las emisiones a la atmósfera se producen principalmente en la caldera y en el horno rotatorio, al momento de quemar el gas natural como combustible.

De acuerdo a lo anterior, a continuación se describen los equipos que generan emisiones a la atmósfera:

a) Descripción de una caldera.

Una caldera puede describirse como un generador de vapor o como “la combinación de equipos para producir o recuperar calor, junto con aparatos para transferir el calor disponible a un fluido” (de acuerdo con el código ASME¹²).

La figura 4.15 muestra el diagrama básico de una caldera con economizador en donde puede distinguirse dos sistemas independientes. Uno de los sistemas está relacionado con el agua y vapor mientras el otro sistema lo forma el conjunto de combustible, aire y gases efluentes de la combustión. En el primer sistema se introduce el agua, y después de recibir el calor procedente del segundo, se transforma en vapor, abandonando la caldera en forma de vapor.

La combustión resultado del segundo sistema convierte la energía química del combustible en energía calorífica, la cual se transfiere al agua en la zona de radiación. Después los gases efluentes abandonan el hogar pasando a través de tubos de agua situados en la zona donde estos tubos no pueden ver la flama, por lo que allí el calor se transfiere por convección.

Posteriormente los gases efluente pasan a través de un economizador. En el economizador se transfiere calor al agua de entrada al calderín, enfriando los gases, consiguiendo de esta manera un ahorro de combustible aproximadamente del 1% por cada 5 °C de aumento en la temperatura del agua.

Otro método de recuperar calor es la utilización de un precalentador de aire de combustión. El aire pasa a través de un intercambiador de calor antes de ser mezclado con el combustible y dado que la temperatura de los gases es superior a la temperatura ambiente se transfiere una cantidad de calor que reduce las pérdidas de energía. El calor añadido al aire pasa al hogar, reduciendo el combustible necesario en una cantidad igual, en valor calorífico, al que sido transferido al aire. Aproximadamente por cada 25 °C que se eleve la temperatura del air, se ahorra 1% de combustible.

¹¹ Emisión: La descarga directa o indirecta a la atmósfera de toda sustancia o energía incluyendo pero no limitándose a olores, partículas, vapores, gases o cualquiera de sus combinaciones.

¹² American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos).

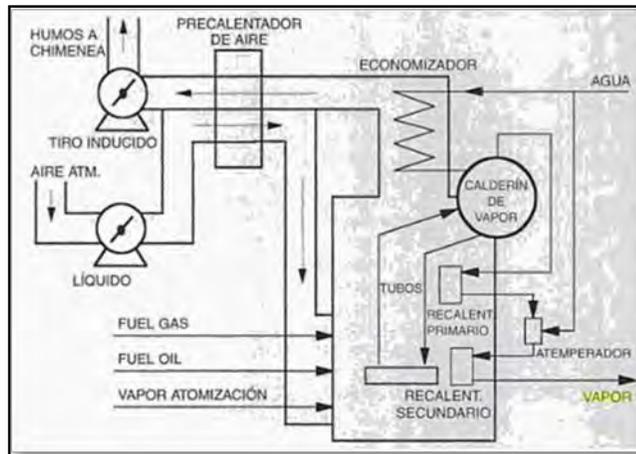


Figura.4.15: Diagrama básico de una caldera con economizador.

Existen dos tipos de calderas (ver tabla 4.7): Acuotubular (en la cual el agua va por dentro de los tubos), Piro-tubular (en la cual el fuego va por dentro de los tubos).

Tipo de caldera.	Características.	
Acuotubular.	<p>Su principio de funcionamiento radica en que el agua de alimentación pasa a través de los tubos que están calentados externamente por los gases de combustión. El vapor se produce dentro de los tubos que están inclinados con objeto de que dicho vapor pueda subir hasta la bóveda. El vapor pasa a dos bóvedas superiores a través de un sobrecalentador, antes de entrar al sistema de distribución de vapor. El vapor se calienta con los gases de combustión una segunda vez en el sobrecalentador, produciéndose así vapor sobrecalentado. De esta forma se obtiene un vapor más seco. La bóveda inferior se utiliza para recoger los lodos o impurezas que se encontraban presentes en el agua de alimentación. Dichos sedimentos se eliminan mediante purgado del fondo de la caldera.</p>	
Piro-tubular.	<p>Los gases calientes son impulsados por un ventilador a través de los tubos. El calor de los gases de combustión se transmite a través de las paredes de los tubos hasta el agua que rodea la superficie exterior de los tubos. El agua se calienta en la caldera hasta el punto de ebullición. El vapor se recoge en la parte superior de la caldera desde donde parte la red de distribución de calor. Cuando la presión en dicha bóveda alcanza el nivel requerido (preestablecido) la válvula de vapor abre y el vapor fluye hacia los puntos de consumo. El quemador arranca y para de forma automática, manteniendo la presión en el nivel deseado. También se añade agua de alimentación con objeto de mantener el nivel apropiado de agua dentro de la caldera. La válvula de seguridad se abre si la máxima presión permitida es sobrepasada en el interior de la caldera.</p>	

Tabla.4.7: Tipos de calderas.

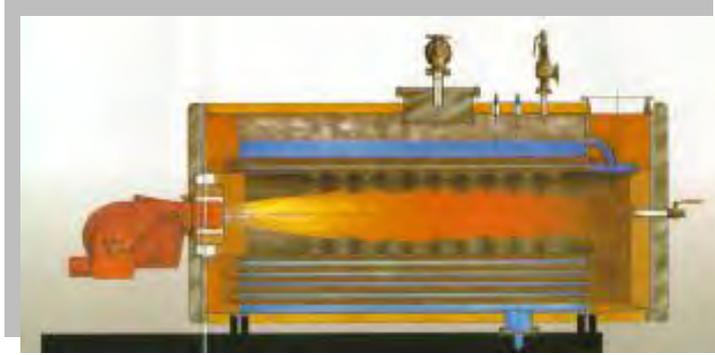


Figura.4.16: Ejemplo de una caldera acuotubular.

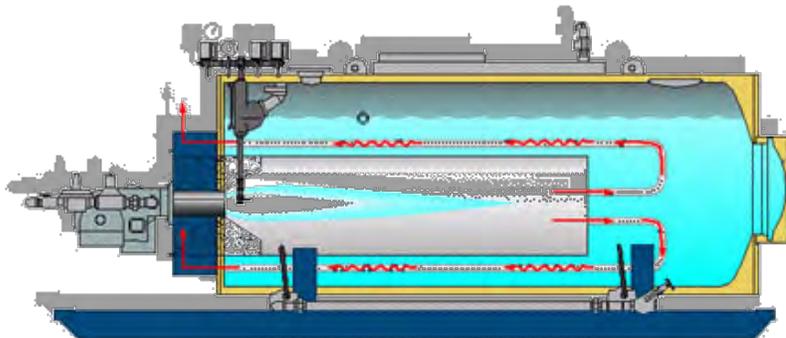


Figura.4.17: Ejemplo de una caldera piro-tubular.

Como se observa en la tabla 4.7, en las calderas piro-tubulares el vapor se forma en el exterior de los tubos, mientras que los gases de combustión van en el interior de los tubos. Este tipo de calderas se utilizan mucho en la industria ya que producen vapor a baja presión y normalmente saturado; mientras las acuotubulares como se observo el agua de alimentación circula por el interior de los tubos. Tienen la ventaja de producir vapor sobrecalentado a elevadas presiones, lo que hace su uso más adecuado por ejemplo en centrales de vapor de gran potencia.

b) Descripción de un horno¹³ rotatorio.

Un horno rotatorio esta constituido por un cilindro metálico revestido interiormente de refractario, que gira lentamente sobre su eje. En una cara, tiene el sistema de combustión con el quemador, y en la cara opuesta tiene una salida a través de la cual escapan los gases de combustión, pasando a la chimenea (ver figuras 4.18, 4.19 y 4.20).

¹³ Horno: Aparato para trabajar o transformar las sustancias a temperaturas superiores al ambiente, y donde al menos uno de los materiales que intervienen en el proceso del equipo es calentado a temperaturas de ignición. Se considera fuente fija.

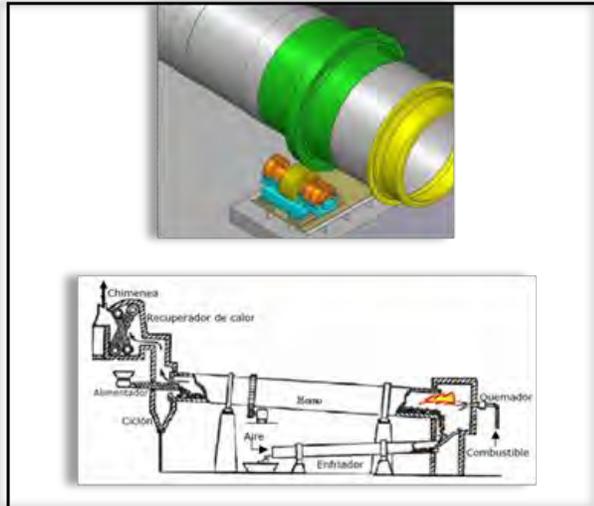


Figura.4.18: Esquema de un horno rotatorio.

Los hornos rotatorios tienen mucha flexibilidad en sus parámetros y se puede utilizar fácilmente en procesos continuos.

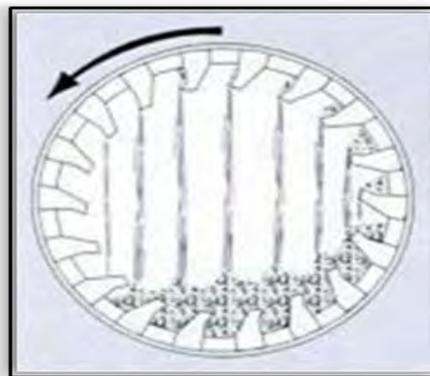


Figura.4.19: Sección transversal de un horno rotatorio en funcionamiento.

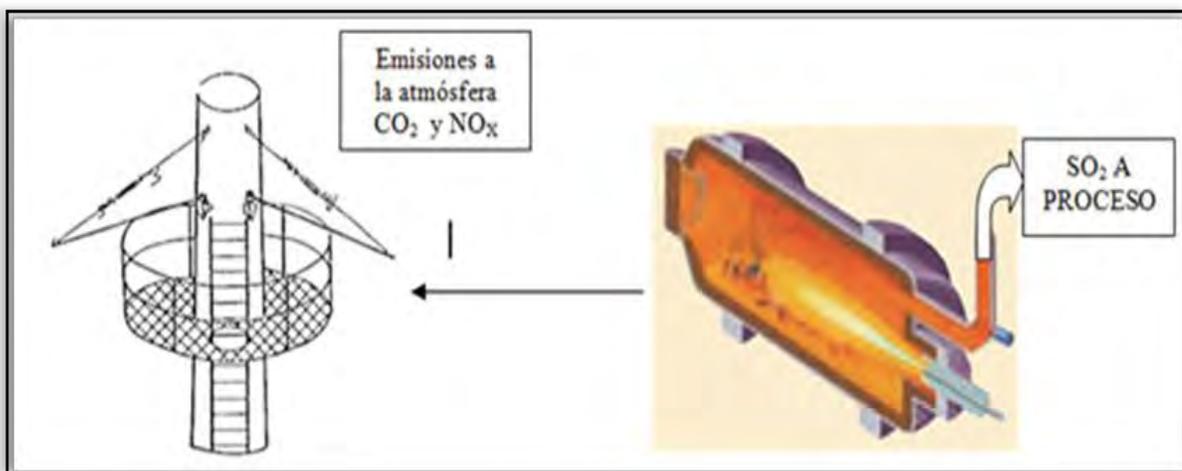


Figura.4.20: Emisiones a la atmósfera producidas por el horno rotatorio.

ii. Combustible usado en la caldera y en el horno rotatorio.

El gas natural.

Con el nombre de combustible se designa a las sustancias utilizadas para obtener calor, según sea su estado físico de esas sustancias, los combustibles se clasifican en sólidos, líquidos y gaseosos.

De la definición anterior se desprende la propiedad fundamental de las sustancias combustibles es su poder calorífico, es decir la cantidad de calor que puede desarrollarse por la combustión de una unidad de combustible.

El gas natural, es una mezcla de hidrocarburos compuesta principalmente por metano (CH₄). El metano tiene una gravedad específica con relación al aire mucho menor, la cual es de 0.60 por lo cual se difunde rápidamente en la atmósfera. Es una mezcla combustible muy recomendable. El gas se mezcla fácilmente con el aire, lo que favorece una combustión completa y disminuye la cantidad de CO emitido a la atmósfera.

En comparación con otros combustibles fósiles, el gas natural es el más limpio y puede ayudar a mejorar la calidad del aire y el agua, especialmente en lugar de otro combustible fósil más contaminante. De la combustión del gas natural resultan las emisiones a la atmósfera de SO₂ o de pequeñas partículas de materia. Pero tiene menores emisiones de CO_x, NO_x, de hidrocarburos reactivos debido a que se compone de metano. Cuando el CH₄ se quema completamente, el principal producto de combustión es el CO₂ y vapor de agua.

Reacción de combustión¹⁴: aire - gas natural:



Reacción de combustión: oxígeno - gas natural:



iii. Aplicación de la Normatividad en materia de emisiones a la atmósfera.

a) NOM-085-SEMARNAT-1994.

Hasta hoy en día, no existe una nueva alternativa para la generación de energía en las industrias, que no sea la de quemar combustibles fósiles (ver tabla 4.8), con la finalidad de obtener el calor que requieren sus procesos de transformación (ver tabla 4.10).

¹⁴ La reacción de combustión se basa en la reacción química exotérmica de una sustancia o mezcla de sustancias llamada *combustible* con el oxígeno. Es característica de esta reacción la formación de una llama, que es la masa gaseosa incandescente que emite luz y calor, que está en contacto con la sustancia combustible. La reacción de combustión puede llevarse a cabo directamente con el oxígeno o bien con una mezcla de sustancias que contengan oxígeno, llamada comburente, siendo el aire atmosférico el comburente más habitual.

En virtud de lo anterior se hizo necesario regular la calidad de las emisiones de gases y humos contaminantes a la atmósfera (ver tabla 4.9), mediante un instrumento legal, de manera que se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 2 de Diciembre de 1994 la NOM-085-SEMARNAT-1994.

Para poder aplicar la NOM-085-SEMARNAT-1994 debemos conocer la capacidad del equipo de combustión, para poder emplear los límites máximos permisibles establecidos en la tabla cinco de la norma, la cual indica cuatro rangos o tamaños del equipo de combustión que son: hasta 5,250 MJ/hr, de 5,250 hasta 43,000 MJ/hr, de 43000 hasta 110,000 MJ/hr y mayores a 110,000 MJ/hr.

Por ejemplo para la caldera la factibilidad de la aplicación de la norma, cuyo campo de aplicación es "... para fuentes móviles que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos y gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, será de observancia obligatoria para el uso de equipos de calentamiento indirecto por combustión...", así mismo la definición de calentamiento directo que usa la norma es "La transferencia de calor por gases de combustión que no entran en contacto directo con los materiales de proceso, una fuente fija que utiliza un combustible líquido que al quemarse genera calor el cual se transfiere al agua que se transforma en vapor y que los gases de combustión no están en contacto con los materiales de proceso (agua).

Por otro lado para el horno rotatorio por ejemplo, que es usado para la tostación del azufre, que utiliza gas natural como combustible, en términos prácticos es un proceso de calentamiento directo, puesto que la materia prima esta en calentamiento directo con el gas natural (ver figura 4.20).

Una vez que se identifica el tamaño del equipo, se debe identificar la zona donde está instalado el equipo de combustión, ya que la norma tiene definidas tres zonas que son: la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), las Zonas Criticas (ZC) y el resto del País (RP).

Combustibles fósiles:
Carbón Mineral.
Coque de petróleo.
Petróleo diáfano.
Diesel.
Combustóleo.
Gasóleo.
Gas L. P. (butano, propano, metano, isobutano, propileno, butileno o cualquiera de sus combinaciones).

Tabla.4.8: Combustibles fósiles.

Gases producidos en la quema de combustibles fósiles.
Monóxido de Carbono (CO)
Dióxido de Carbono (CO ₂)
Dióxido de Azufre (SO ₂)
Óxidos de Nitrógeno (NO _x)

Tabla.4.9: Gases producidos en la quema de combustible fósiles.

Poder calorífico de los combustibles	
Combustible	Poder calorífico.
Metano	55 MJ/Kg
Gas Natural	52 MJ/Kg
Propano	50 MJ/Kg
Butano.	49 MJ/Kg
Gas L. P.	48 MJ/Kg
Diesel	48 MJ/Kg
Gasolina	47 MJ/Kg
Petróleo diáfano	46 MJ/Kg
Combustóleo ligero	43 MJ/Kg
Combustóleo pesado	42 MJ/Kg
Carbón mineral	Variable

Tabla.4.10: Poder calorífico de combustibles.

La medición y análisis de las emisiones deben realizarse con la frecuencia y métodos que se indican en la tabla número 6 de la norma, de acuerdo a la capacidad del equipo que se va a evaluar (ver tabla 4.11).

Contaminantes y sus métodos de evaluación para fuentes fijas	
Densidad de humo	Huella o mancha de hollín.
Densidad de humo	Estudio de Opacidad.
Partículas suspendidas totales	Estudio isocinético.
Óxidos de nitrógeno	Quimioluminiscencia.
Óxidos de carbono	Celdas electroquímicas o equipo ORSAT (O ₂ , CO ₂ y CO).
Oxígeno	Celdas electroquímicas, paramagnéticas y óxidos de zirconio.
Dióxido de azufre (SO ₂)	Medición indirecta a través de certificados de calidad de combustible

Tabla.4.11: Métodos de evaluación para fuentes fijas.

Fuente: NOM-085-SEMARNAT-1994.

Se exceptúan los equipos domésticos de calentamiento de agua, de calefacción y las estufas utilizadas en hospitales, escuelas, casas habitación, centros recreativos, y en las industrias cuando estos sean usados en áreas de servicio al personal, sin embargo aplicará cuando los equipos y sistemas de combustión en lo individual o en suma rebasen los 10 C. C. (caballos caldera).

Nivel de emisión¹⁵ del gas natural.

De acuerdo con la NOM-085-SEMARNAT-1994.

Los combustibles que se distribuyen en México deberán cumplir con la calidad ecológica necesaria para cumplir con los límites máximos permisibles de contaminación establecidos en esta norma. La descarga de SO₂ a la atmósfera de equipos que usan combustibles gaseosos, se calculará con base en el consumo mensual de estos y al contenido de azufre.

¹⁵ Nivel de emisión es la concentración máxima admisible de cada tipo de contaminante en los vertidos a la atmósfera, medida en peso o volumen, según la práctica corriente internacional, y en las unidades de aplicación que corresponda a cada uno de ellos. El nivel de emisión puede también venir fijado por el peso máximo de cada sustancia contaminante vertida a la atmósfera sistemáticamente en un periodo determinado o por unidad de producción.

El nivel de emisión de calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Ne = (\sum Qi * FECi * FCi) / (\sum Qi * FCi)$$

Ecuación. 4.1: Calculo del nivel de emisión de acuerdo a la NOM-085-SEMARNAT-1994.

Donde:

i = número de combustibles/equipos que se utilizan.

Q = cantidad de combustible consumo en un equipo durante un periodo determinado.

FECi = factor de emisión al tipo de combustible según los datos de la tabla 3 de la norma.

FCi = factor de conversión para obtener el nivel de emisiones en Kg de SO₂/10⁶ Kcal.

Ne = nivel de emisión.

De la tabla 3 de la norma:

Combustible	Factor de emisión Kg de SO ₂ /10 ⁶ Kcal
Combustóleo con 1% en peso de azufre	2.04
Combustóleo con 1% en peso de azufre	4.08
Combustóleo con 1% en peso de azufre	8.16
Diesel con 0.5% en peso de azufre	0.91
Gas natural	0 (cero)

Tabla.4.12: Valores para el factor de emisión de acuerdo a la NOM-085-SEMARNAT-1994.

Sustituyendo este valor en la ecuación para el gas natural:

$$Ne = (\sum Qi * 0 * FCi) / (\sum Qi * FCi)$$

Ecuación. 4.2: Sustitución del valor del factor de emisión específico para el gas natural en la ecuación 3.1.

Por lo tanto el nivel de emisión (Ne) de SO₂ para el gas natural es cero de acuerdo a la ecuación de la norma; se concluye que la emisión de SO₂ producida por el gas natural es nulo, por lo que no se realiza mediciones de calidad de combustible para el gas natural como es: la Medición indirecta a través de certificados de calidad de combustible (ver tabla 4.11).

b) NOM-043-SEMARNAT-1993.

La norma NOM-043-SEMARNAT-1993, cuyo campo de aplicación señala "... es de observancia obligatoria para los responsables de las fuentes fijas que emitan partículas sólidas a la atmósfera con la excepción de los que se rigen por las normas oficiales mexicanas específicas...". Para poder aplicar esta norma se debe tomar en cuenta el gasto volumétrico en metros cúbicos por minuto o gases de descarga corregidos a condiciones normales y base seca¹⁶, ya que los niveles máximos permisibles están en función de esta variable.

¹⁶ Condiciones normales: La temperatura de referencia es de 25°C (298,15 K) y la presión de 1 atm (definida como 101325 Pa).
Base seca: La medida de una sustancia sin considerar su contenido de humedad.

En la figura 4.21, se observan de manera grafica los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas de las fuentes fijas de los dos tipos de zonas:

- Zonas críticas: Las Zonas Metropolitanas de la Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara, los centros de población de Coatzacoalcos-Minatitlán, Estado de Veracruz; Irapuato-Celaya-Salamanca, Estado de Guanajuato; Tula-Vito-Apasco, Estados de Hidalgo y de México; Corredor Industrial de Tampico- Madero-Altamira, Estado de Tamaulipas y la zona fronteriza norte.
- Resto del país.

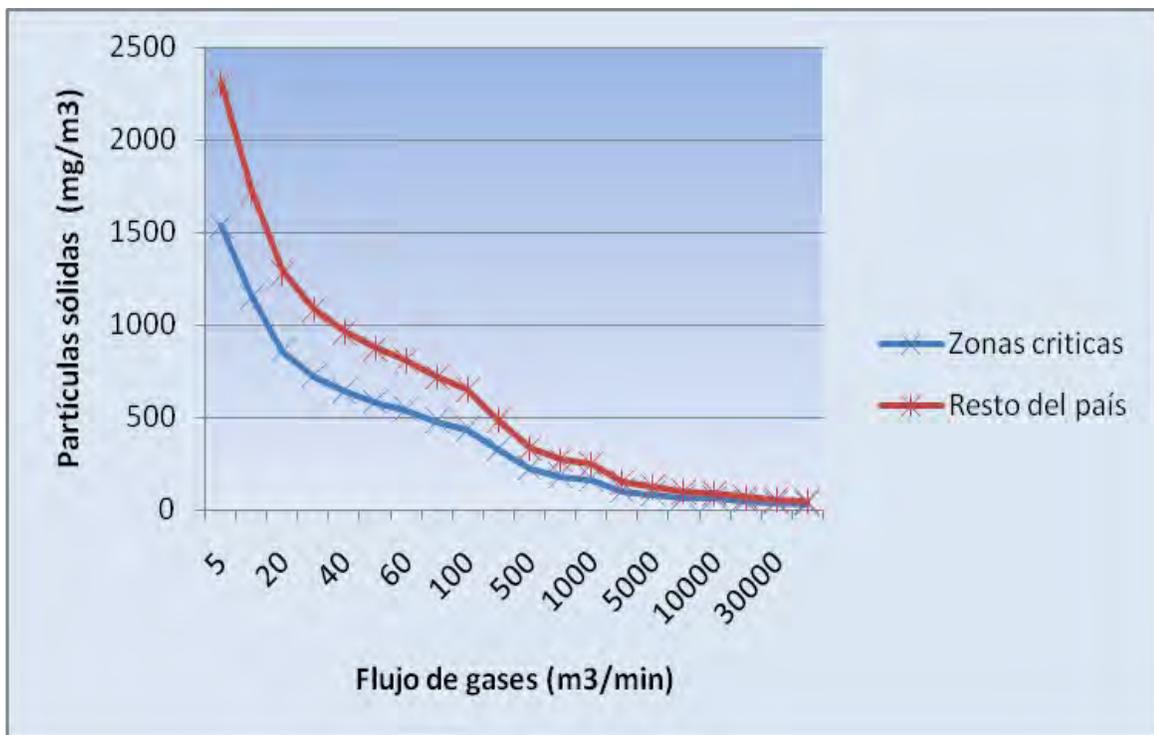


Figura.4.21: Límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas.
Fuente: Tabla 1, NOM-043-SEMARNAT-1993.

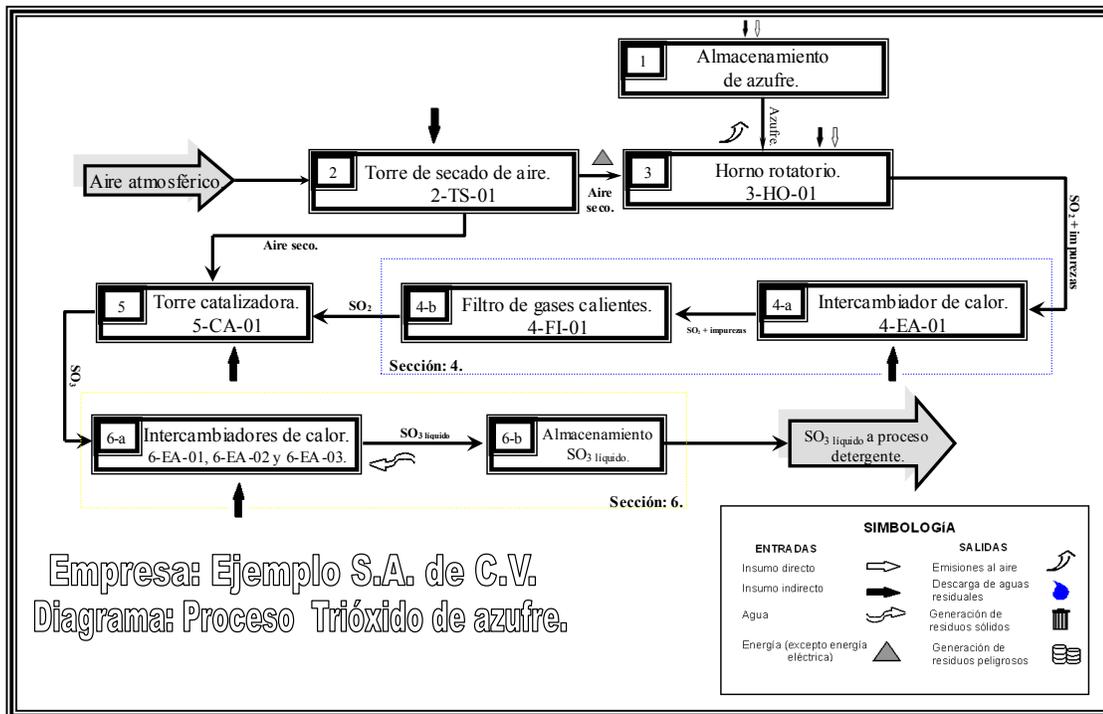


Figura.4.22: Diagrama que muestra las zonas donde se producen emisiones a la atmósfera en el proceso de la obtención del Trióxido de azufre en base a la nomenclatura de la Licencia Ambiental Única (LAU).

iv. Emisiones generadas por el gas natural.

a) Óxidos de azufre.

El SO_2 es el principal causante de la lluvia ácida, que a su vez es el responsable de la destrucción de los bosques y la acidificación de los lagos. El gas natural tiene un contenido en azufre inferior a las 10ppm (partes por millón) en forma de odorizante, por lo que la emisión de SO_2 en su combustión es 150 veces menor a la del gas-oil

Para el SO_2 como método de evaluación de fuentes fijas, le corresponde el método: Medición indirecta a través de certificados de calidad de combustible, por lo que se observo anteriormente el nivel de emisión de SO_2 del gas natural es nulo, por lo cual la aplicación de esta metodología no es requerida para el caso del gas natural.

b) Partículas Suspendidas Totales (PST).

En contaminación atmosférica se reconoce como partícula a cualquier material sólido o líquido con un diámetro que oscila entre 0.0002 y 500 micrómetros (μm). En conjunto se designan como partículas suspendidas totales o PST.

El gas natural se caracteriza por la ausencia de cualquier tipo de impurezas y residuos, lo que descarta cualquier emisión de partículas sólidas, hollines, humos, etc. y además permite, en muchos casos el uso de los gases de combustión de forma directa (cogeneración) o el empleo en motores de combustión interna.

En la tabla 4.11 puede observarse que la metodología empleada para la evaluación de las PST, es el estudio isocinético.

En las tablas 4 y 5 de la NOM-085-SEMARNAT -1994, para cada una de las diferentes capacidad de los equipos de combustión y para el tipo de combustible empleado en nuestro caso en estado gaseoso (gas natural), puede observarse que los límites máximos permisibles por cada una de las zonas que se encuentran en la norma: ZMCM (Zona Metropolitana de la Ciudad de México), ZC (Zonas Criticas) y RP (Resto del País) tiene la leyenda NA (no aplica), por lo tanto para el caso del gas natural no se requiere un estudio isocinético de partículas.

c) Óxidos de nitrógeno (NO_x).

En las tablas 4 y 5 de la NOM-085-SEMARNAT -1994, se encuentran registrados los límites máximos permisibles para óxidos de nitrógeno para cada una de las zonas que contempla la norma, los cuales se encuentran en función de la capacidad del equipo de combustión (MJ/hr), la zona en la que se encuentra instalado el equipo y el tipo de combustible empleado.

Los óxidos de nitrógeno se producen en la combustión al combinarse radicales de nitrógeno, procedentes del propio combustible o bien, del propio aire, con el oxígeno de la combustión. Este fenómeno tiene lugar en reacciones de elevada temperatura, especialmente procesos industriales y en motores alternativos, alcanzándole proporciones del 95-98% de NO y del 2-5% de NO₂. Dichos óxidos, por su carácter ácido contribuyen, junto con el SO₂ a la lluvia ácida y a la formación del "smog" (término anglosajón que se refiere a la mezcla de humedad y humo que se produce en invierno sobre las grandes ciudades).

La naturaleza del gas (su combustión tiene lugar en fase gaseosa) permite alcanzar una mezcla mas perfecta con el aire de combustión lo que conduce a combustiones completas y más eficientes, con un menor exceso de aire.

La propia composición del gas natural genera dos veces menos emisiones de NO_x que el carbón y 2,5 veces menos que el fuel-oil. Las modernas instalaciones tienen a reducir las emisiones actuando sobre la temperatura, concentración de nitrógeno y tiempos de residencia o eliminándolo una vez formado mediante dispositivos de reducción catalítica.

De acuerdo a la tabla 4.11 cuando se va a realizar la evaluación para los óxidos de nitrógeno es utilizada la metodología: quimioluminiscencia; para el caso del gas natural se requiere una evaluación por esta metodología.

d) Óxidos de carbono.

El gas natural como cualquier otro combustible produce CO₂; sin embargo, debido a la alta proporción de hidrógeno-carbono de sus moléculas, sus emisiones son un 40-50% menor de las del carbón y un 25-30% menor de las del fuel-oil (ver figura 4.23).

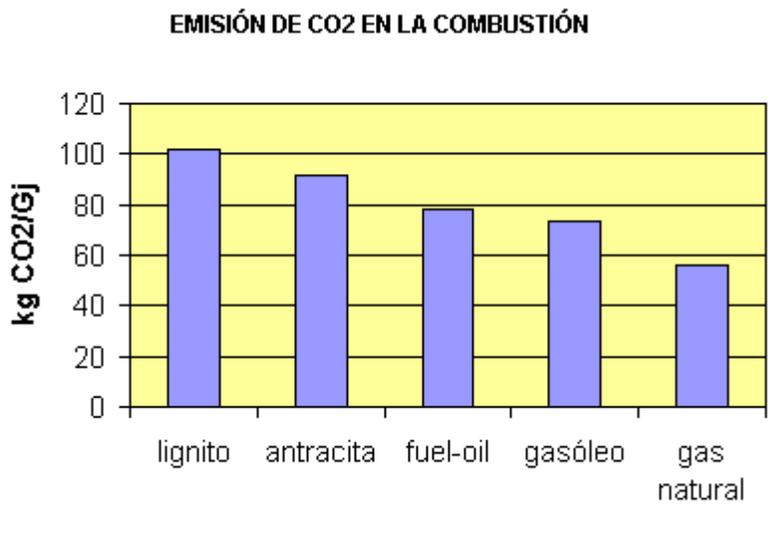


Figura.4.23: Grafico representativo de la emisión de CO₂ en la combustión.

En la tabla 4.11, se observan los métodos de evaluación para fuentes fijas por óxidos de carbono, que para el caso del gas natural se requiere la aplicación de una de estas metodologías como son: las celdas electroquímicas.

v. Requerimientos en materia de atmósfera con los que debe cumplir el generador:

Requerimientos desde el punto de vista documental y desde el punto de vista del proceso en materia de emisiones a la atmósfera (ver capítulo III, punto III.I inciso “B”).

1. Licencia Ambiental Única ante la SEMARNAT ó Licencia de funcionamiento.
2. En caso de presentar licencia de funcionamiento, esta ampara a todos los equipos emisores de contaminantes a la atmósfera (caldera y horno rotatorio).
3. Presentar ante la SEMARNAT su Cédula de Operación Anual Única.
4. Instalar plataformas y puertos de muestreo de acuerdo a la NMX-AA-009-1993-SCFI.
5. Integrar un inventario de emisiones a la atmósfera.
6. Emplear equipos y sistemas que controlen las emisiones a la atmósfera a que se refiere el artículo 17 fracción II del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.
7. Llevar una bitácora de operación y mantenimiento de sus equipos de proceso (caldera y horno rotatorio) y de control de emisiones a la atmósfera.
8. Canalizar sus emisiones a través de ductos o chimeneas¹⁷ de descarga.
9. Medir sus emisiones contaminantes a la atmósfera, registrar los resultados en el formato que determine la SEMARNAT a lo que se refieren los artículos 17 fracción IV y 25 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación.

¹⁷ Chimenea: Ducto vertical que permite la salida a la atmósfera de gases provenientes de un proceso.

10. Llevar a cabo el monitoreo perimetral de sus emisiones contaminantes a la atmósfera.
11. Se cuenta con el plan de contingencias ambientales por contaminación atmosférica.

Los puntos 4, 6 y 8 se verifican durante el recorrido que se realiza por las instalaciones de la empresa; así como se hace la verificación de los sistemas de control con los que cuenta la empresa para controlar sus emisiones a la atmósfera.

C) Actividades altamente riesgosas.

i. Actividades altamente riesgosas en el proceso del detergente biodegradable.

El acuerdo de SEMARNAT (Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas) del 28-03-90; define a una “actividad altamente riesgosa”, como el manejo de sustancias peligrosas en un volumen igual o superior a la cantidad de reporte. Donde la cantidad de reporte es 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.

En el capítulo uno se analizó la principal legislación en materia de actividades altamente riesgosas, como se menciona en el capítulo uno, existen dos listados de actividades altamente riesgosas donde el primer listado corresponde a sustancias tóxicas y el segundo a sustancias inflamables y explosivas.

Haciendo referencia a las características CRETIB de las principales sustancias que participan en los dos procesos de la empresa Ejemplo S.A. de C.V., tomamos en cuenta aquellas que tengan características de acuerdo a los dos listados existentes hasta el momento (características tóxicas e inflamables – explosivas). Haciendo una búsqueda entre los contenidos de ambos listados se tiene la siguiente tabla:

Nombre sustancia	CRETIB	Estado proceso	Estado en listado	Cantidad de reporte
Dióxido de azufre.	C	Gas	-----	-----
Trióxido de azufre.	T	Gas	Sólido	1 Kg
Trióxido de azufre.	T	Líquido	Sólido	1Kg
Hidróxido de sodio.	C	Solución	-----	-----
Pentóxido de vanadio.	T	Sólido	Sólido	1Kg

Tabla.4.13: Comparación entre características CRETIB, los estados de las sustancias en el proceso y los contenidos de los dos listados de actividades altamente riesgosas.

De acuerdo a la tabla, la única sustancia que cumple con los requerimientos es el pentóxido de vanadio utilizado como catalizador en el proceso del trióxido de azufre en la torre catalítica con una cantidad de reporte a partir de 1Kg en estado sólido.

Los requerimientos del cumplimiento de la legislación en materia de actividades altamente riesgosas estarán orientados hacia el manejo del pentóxido de vanadio.

ii. Requerimientos en materia de actividades altamente riesgosas:

Los requerimientos en materia de actividades altamente riesgosas son los siguientes (ver capítulo III, punto III.I inciso “C”):

1. Estudio de riesgo ambiental en base al artículo 147 de la LGEEPA.

En el capítulo III en la tabla 3.22, se observo que se establecen diversas modalidades de estudio de riesgo en base al nivel de complejidad de acuerdo a las características de las instalaciones de la planta, por lo tanto para la empresa denominada como Ejemplo S.A. de C.V. se tiene lo siguiente:

- ❖ Se trata de un complejo que involucra dos procesos.
- ❖ Pertenece al giro químico.
- ❖ Existe reacción química, intercambio de calor, presiones diferentes a la atmosférica y temperaturas diferentes a la ambiental.
- ❖ Se maneja el pentóxido de vanadio como catalizador en la torre catalizadora en el proceso para la obtención del trióxido de azufre, cuya sustancia se encuentra contemplada en el primer listado de actividades altamente riesgosas (Tóxicas e Inflamables).

De acuerdo a lo anterior esta empresa esta ubicada en el nivel de complejidad dos, por lo cual se le requiere un estudio de riesgo ambiental en la modalidad de análisis de riesgo.

2. Programa de prevención de accidentes en base al artículo 147 de la LGEEPA.

3) Termina del Procedimiento General de Inspección industrial.

Una vez que se realizo el recorrido por la planta, se procede al término de la visita realizando las actividades de acuerdo al procedimiento descrito en los puntos 12 a 14 en la parte denominada “durante la Inspección en el capítulo dos.

Una vez realizada las actividades anteriores se procede al cierre del procedimiento de Inspección elaborando un reporte de la visita por el que se remite orden y acta de inspección, así como la documentación recabada durante la diligencia. En el reporte de visita quedara reflejada la gravedad de las irregularidades detectadas por el personal de Inspección que realizo la visita a la empresa: Ejemplo S.A. de C.V.

ANÁLISIS DE RESULTADOS.

A lo largo del presente trabajo se ha hecho notar que la creciente actividad industrial, y la acelerada degradación ambiental hacen necesario la aplicación de diferentes instrumentos de orden federal como es la Inspección Industrial para garantizar el cuidado del medio ambiente.

Se observó que la Inspección Industrial debe garantizar el cumplimiento de la legislación, reglamentación y normatividad en materia ambiental efectuándose de forma oportuna, justa, honesta, etc. a través del personal técnico (Inspector Industrial) de campo que recaba la información para determinar el nivel de cumplimiento del establecimiento visitado siempre bajo derecho.

Asimismo se mencionó que es necesario que mas profesionales como son los Ingenieros Químicos participen en el cumplimiento de la legislación, reglamentación y normatividad a través del Proceso General de Inspección Industrial.

En el capítulo uno se examinó conceptualmente la principal problemática ambiental en las materias de: residuos peligrosos, suelo, impacto ambiental, emisiones a la atmósfera, riesgo ambiental y actividades altamente riesgosas; así como los principales tratamientos y tecnologías que pueden ser utilizadas para minimizar su efecto hacia el ambiente o hacia la sociedad, donde se observo que entre las principales fuentes generadoras se encuentra el giro químico.

En el capítulo cuatro se ejemplificó el Procedimiento General de Inspección Industrial aplicándolo a una empresa que tiene como proceso productivo la obtención de detergente biodegradable, perteneciente al giro químico y al subgiro Agentes Tensoactivos, detergentes y cosméticos en las materias de residuos peligrosos, emisiones a la atmósfera y actividades altamente riesgosas.

Durante la aplicación del Procedimiento General de Inspección Industrial se analizó como el Ingeniero Químico aplica sus conocimientos y experiencias, que en conjunto con la adecuada comprensión y aplicación de la legislación, la reglamentación y la normatividad ambiental vigente le dan la oportunidad de laborar como Inspector Industrial.

Se concluyó que el Ingeniero Químico, debe saber trabajar en equipo, sus herramientas de trabajo principales siempre serán: los diagramas de bloques, las descripciones de proceso, los Diagramas de Flujo de Proceso (DFP) y los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI) y algo que el ingeniero químico aprende desde los primeros semestres de su formación profesional y que es de vital importancia que se aplique durante el Procedimiento General de Inspección Industrial es siempre consultar las hojas de seguridad o algún otro elemento a través del cual se informe acerca de los peligros potenciales de las sustancias peligrosas.

En el capítulo tres se analizaron los principales requerimientos desde el punto de vista documental y desde el punto de vista de proceso, como instrumento para el cumplimiento de la normatividad ambiental.

Desde el punto de vista documental se comprendió que entre las principales funciones del inspector esta: revisar cada uno de los estudios de laboratorio cerciorándose que cumplen con los límites máximos permisibles de acuerdo a las normas ambientales aplicables; y desde el punto de vista de proceso: cuente con almacén de residuos peligrosos, no se encuentren residuos peligrosos fuera del almacén de residuos peligrosos, los puntos del proceso en los que se generan residuos peligrosos, los puntos del proceso en los que se generan emisiones a la atmósfera, etc.

El inspector debe conocer las normas voluntarias aplicables por materia ambiental, ya que en ellas están estipulados las condiciones con las que deben cumplir algunos de los requerimientos desde el punto de vista de proceso (por ejemplo la NMX-AA-009-1993 que involucra a las plataformas y a los puestos de muestreo) ó la forma en la que se efectúan algunas de las metodologías de evaluación de fuentes fijas como por ejemplo la NMX-AA-010-SCFI-2001 (estudio isocinético); las normas (NOM ó NMX) involucran muchos de los conceptos que el ingeniero químico aprende durante su formación profesional.

Los principales conocimientos que aplica el Ingeniero Químico durante el Procedimiento General de Inspección Industrial son: la fisicoquímica, los Fenómenos de transporte, transferencia de masa, transferencia de calor, balances de materia y flujo de fluidos; al realizar el recorrido por las instalaciones de la planta y al poder identificar los equipos de proceso, al entender las interrelaciones que se establecen entre los fenómenos físicos y químicos, al interpretar los fenómenos utilizando el lenguaje matemático, al poder entender o realizar el balance de los residuos peligrosos que se generan en la empresa, etc.

Para el caso de la empresa que se tomo como ejemplo se obtuvo lo siguiente en materias de: residuos peligrosos, emisiones a la atmósfera y actividades altamente riesgosas:

- i. En el proceso de obtención de detergente biodegradable se identificaron los puntos y las características CRETIB de los residuos que se producen en el proceso de obtención del detergente biodegradable, de los cuales los residuos peligrosos fueron:
 1. Tambos vacíos usados en el manejo de carboximetilcelulosa (CMC).
 - CRETIB: T, I.
 2. Tambores de plástico usados en el almacenamiento de Difenilurea.
 - CRETIB: T.
 3. Tambores herméticamente cerrados de sulfato de sodio.
 - CRETIB: T.
 4. Filtros contaminados con impurezas (proceso de obtención del Trióxido de azufre).
 - CRETIB: I.
 5. Pentóxido de vanadio (catalizador gastado).
 - CRETIB: T.
 6. Aceites gastados.
 - CRETIB: T, I.
 7. Trapos impregnados con aceite.
 - CRETIB: T, I.
 8. Estopa impregnada con aceite.

- CRETIB: T, I.
- 9. Lodos de la planta de tratamiento terciario.
- CRETIB: T.

De los cuales el pentóxido de vanadio se encuentra en el listado 3 de la NOM-052-SEMARNAT-2005 y los demás residuos son considerados como peligrosos porque presentan característica CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico y biológico-infeccioso).

- ii. En lo que se refiere a emisiones a la atmósfera, la planta que tiene como proceso la obtención de detergente biodegradable esta considerado como una fuente fija y que las emisiones a la atmósfera se producen en la caldera y en el horno rotatorio al momento de quemar el gas natural como combustible.

En las tablas 4 y 5 de la NOM-085-SEMARNAT -1994 se encuentran contemplados los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera en función de la capacidad del equipo de combustión (MJ/hr), la zona en la que se encuentra instalado el equipo y el tipo de combustible empleado y los métodos de evaluación para fuentes fijas por cada uno de los tipos de contaminante que contempla la norma se encuentran en el anexo 3; de los cuales, los que aplican para el gas natural son los siguientes:

- Óxidos de azufre: De acuerdo a la teoría las emisiones generadas por el gas natural son pequeñas, 150 veces menores a las del gas-oil.

La descarga de SO₂ a la atmósfera de equipos que utilizan combustibles gaseosos, se calcula en base al consumo mensual de estos y al contenido de azufre, de acuerdo a la NOM-085-SEMARNAT-1994.

El nivel de emisión se definió como la concentración máximas de cada tipo de contaminante en los vertidos a la atmósfera medida en peso o volumen; para el caso del gas natural al momento de sustituir el factor de emisión para el gas natural (cero para el gas natural) en la ecuación de calculo del nivel se emisión, se obtuvo que las emisiones generadas por gas natural son nulas y por lo tanto no se requiere que realice mediciones de calidad de combustible para el gas natural como es: la Medición indirecta a través de certificados de calidad de combustible.

- Partículas Suspendidas Totales (PST). De acuerdo a la teoría el gas natural se caracteriza por la ausencia de cualquier tipo de impurezas y residuos, lo que descarta cualquier emisión de partículas solidas, hollines, humos, etc.

De acuerdo a lo anterior no se requiere la aplicación de una metodología para evaluación de PST como es: el estudio isocinético y tampoco la aplicación de una metodología para fuentes fijas por densidad de humo.

- Óxidos de nitrógeno (NO_x). De acuerdo a la teoría dentro de las emisiones generadas por gas natural se encuentran los óxidos de nitrógeno, la propia composición del gas natural genera dos veces menos emisiones de NO_x que el carbón y 2,5 veces menos que el fuel-oil.

De acuerdo a lo anterior se requiere la aplicación de una metodología de evaluación de fuentes fijas para óxidos de nitrógeno como es: la quimioluminiscencia.

- Óxidos de carbono. De acuerdo a la teoría el gas natural es uno de los combustibles más limpios, el cual esta compuesto principalmente de metano (CH₄), cuando se quema el metano, el principal producto de la combustión es CO₂ y vapor de agua.

De acuerdo a lo anterior se requiere la aplicación de una metodología de evaluación de fuentes fijas para óxidos de carbono como es: las celdas electroquímicas.

Los requerimientos del cumplimiento de la legislación en materia de emisiones a la atmósfera están orientados hacia las emisiones generadas (NO_x y CO_x) por la caldera y por el horno rotatorio, al momento de quemar el gas natural.

Los estudios (metodologías de evaluación de fuentes fijas) solicitados por los inspectores serán por lo tanto: quimioluminiscencia para NO_x y celdas electroquímicas para CO_x.

- iii. En lo que se refiere a actividades altamente riesgosas: se hizo referencia a las características CRETIB de las principales sustancias que participan en los dos procesos de la empresa que se propuso como ejemplo, se tomaron en cuenta aquellas que tuvieron características de acuerdo a los dos listados existentes hasta el momento (características tóxicas e inflamables – explosivas); se realizó una búsqueda entre los contenidos de ambos listados y se obtuvo lo que se muestra a continuación:

Nombre sustancia	CRETIB	Estado proceso	Estado en listado	Cantidad de reporte
Dióxido de azufre	C	Gas	-----	-----
Trióxido de azufre	T	Gas	Sólido	1 Kg
Trióxido de azufre	T	Líquido	Sólido	1Kg
Hidróxido de sodio.	C	Solución	-----	-----
Pentóxido de vanadio	T	Sólido	Sólido	1Kg

Tabla.4.1: Comparación entre características CRETIB, de las sustancias que participan en los dos procesos con los dos listados de actividades altamente riesgosas existentes hasta el momento.

De la tabla puede distinguirse lo siguiente:

- ❖ El dióxido de azufre: en el proceso se encuentra en estado gaseoso con característica CRETIB: corrosivo; en los listados, este no esta contemplado por lo cual no se considera como actividad altamente riesgosa.
- ❖ Trióxido de azufre:

El trióxido de azufre en el proceso se encuentra en dos estados: gaseoso y liquido, con característica CRETIB: tóxico; en los listados se encuentra en estado sólido con cantidad de reporte a partir de 1Kg. Por lo tanto debido a lo anterior no se considera como actividad altamente riesgosa.

❖ Hidróxido de sodio:

El hidróxido de sodio en el proceso se encuentra en solución con característica CRETIB: corrosivo, pero puede observarse que este no figura dentro los contenidos en los dos listados, por lo tanto este no se considera actividad altamente riesgosa.

❖ Pentóxido de vanadio:

De acuerdo a la tabla, la única sustancia que cumple con los requerimientos es el pentóxido de vanadio utilizado como catalizador en el proceso del trióxido de azufre en la torre catalítica con una cantidad de reporte a partir de 1Kg en estado sólido.

Los requerimientos del cumplimiento de la legislación en materia de actividades altamente riesgosas fueron orientados hacia el manejo del pentóxido de vanadio como actividad altamente riesgosa.

Se observó que entre los requerimientos solicitados en esta materia se encuentra: el estudio de riesgo ambiental el cual tiene diferentes modalidades; la modalidad asignada para el ejemplo propuesto es el análisis de riesgo debido a que:

- ❖ Se trata de un complejo que involucra dos procesos.
- ❖ Pertenece al giro químico.
- ❖ Existe reacción química, intercambio de calor, presiones diferentes a la atmosférica y temperaturas diferentes a la ambiental.
- ❖ Se maneja el pentóxido de vanadio como catalizador en la torre catalizadora en el proceso para la obtención del trióxido de azufre, cuya sustancia se encuentra contemplada en el primer listado de actividades altamente riesgosas (Tóxicas e Inflamables).

En la Inspección Industrial, el Ingeniero Químico aplica su conocimiento, su experiencia y buen criterio, debe luchar por mantener los más altos niveles de calidad, capacitarse constantemente, siendo siempre sus piedras angulares la justicia, la equidad, la integridad y ser siempre lo más objetivo posible en su trabajo.

CONCLUSIONES.

Los diferentes problemas ambientales causados por el rápido crecimiento industrial y por la acelerada degradación del medio ambiente, lo cual originó que diferentes naciones entre la que se encuentra México tomaran medidas para garantizar el cuidado del medio ambiente, entre estas medidas se encuentra la Inspección Industrial.

El Ingeniero Químico cumple con los requerimientos para participar como el personal de campo que recaba la información para determinar el nivel de cumplimiento del establecimiento visitado. Al aplicar sus conocimientos, experiencias y su buen criterio en conjunto con la normatividad en materia ambiental, puede participar en el área de Inspección Industrial para asegurar el cumplimiento de la legislación, reglamentación y normatividad en materia ambiental en los diferentes giros de jurisdicción federal.

La legislación, reglamentación y normatividad en materia ambiental definen una serie de condiciones mínimas bajo las cuales deben llevarse a cabo las operaciones en la industria que tengan un efecto adverso hacia el medio ambiente o la sociedad. Las leyes, reglamentos y normas, son cruciales para que el Ingeniero Químico pueda participar en el Proceso General de Inspección Industrial; siendo de gran relevancia que el Ingeniero Químico las conozca y las aplique adecuadamente, ya que en ellas se encuentran implícitas los requerimientos desde el punto de vista documental y desde el punto de vista de proceso con los que debe cumplir el generador, los límites máximos permisibles, entre otros.

El Ingeniero Químico debe conocer los principales tratamientos y tecnologías que pueden ser utilizadas para minimizar el efecto de las diferentes problemáticas ambientales (residuos peligrosos, emisiones a la atmósfera y suelos contaminados) hacia el ambiente o hacia la sociedad, ya que se requiere el empleo de estos conocimientos cuando se hace la verificación de los requerimientos desde el punto de vista de proceso, por ejemplo: la verificación de las tecnologías aplicadas para el control de emisiones a la atmósfera.

Es de gran importancia que el Ingeniero Químico sepa trabajar en equipo ya que las visitas de inspección por lo general se realizan por más de una persona; los diagramas de bloques, las descripciones de proceso, los Diagramas de Flujo de Proceso (DFP) y los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI) son herramientas base con las que siempre estará en contacto el Ingeniero Químico al realizar la búsqueda de información en el archivo al requerir documentarse sobre la empresa que será visitada.

Al ejemplificar el Procedimiento General de Inspección Industrial aplicándolo a un proceso para la obtención de detergente biodegradable en las materias de residuos peligrosos, emisiones a la atmósfera y actividades altamente riesgosas en donde se observó que los requerimientos de los dos diferentes puntos, el documental y el de proceso son elementos que están especificados en las leyes, reglamentos y normas aplicables por materia ambiental y que el inspector debe conocer a fondo ya que forma parte de su trabajo cerciorarse que el generador cuente con ellos.

El Ingeniero Químico egresado de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (UNAM), aplica los conocimientos y experiencias que adquiere durante su formación profesional en el Procedimiento General de Inspección Industrial al asegurar el cumplimiento de la normatividad ambiental en los diferentes giros de jurisdicción federal, pero para que el egresado de la carrera de Ingeniería Química pueda laborar como: Inspector Federal en Medio Ambiente y de los Recursos Naturales debe también conocer y aplicar la legislación, la reglamentación y la normatividad en materia ambiental vigente en nuestro país, pero desgraciadamente en la FES – Zaragoza no se imparten asignaturas en las que el estudiante tenga contacto con temas ambientales; por lo tanto para que el egresado que este interesado en laborar en áreas como es la protección al ambiente es necesario que curse alguna especialidad posterior a sus estudios de licenciatura o que se impartieran asignaturas que contemplen los temas de: la prevención y control de la contaminación, ingeniería y tecnología del medio ambiente ó teoría y práctica de la legislación ambiental.

La Inspección Industrial en nuestro país es realizada por profesionales capacitados para asegurar el cumplimiento de la legislación en las diferentes materias ambientales sus esfuerzos constituyen un gran avance en lo que se refiere a las medidas que se han tomado para minorar los efectos adversos que ha causado el rápido crecimiento industrial y la acelerada degradación ambiental; aun así se requiere de mas trabajo para solventar los efectos que se han causado por las actividades industriales desde el inicio de la revolución industrial.

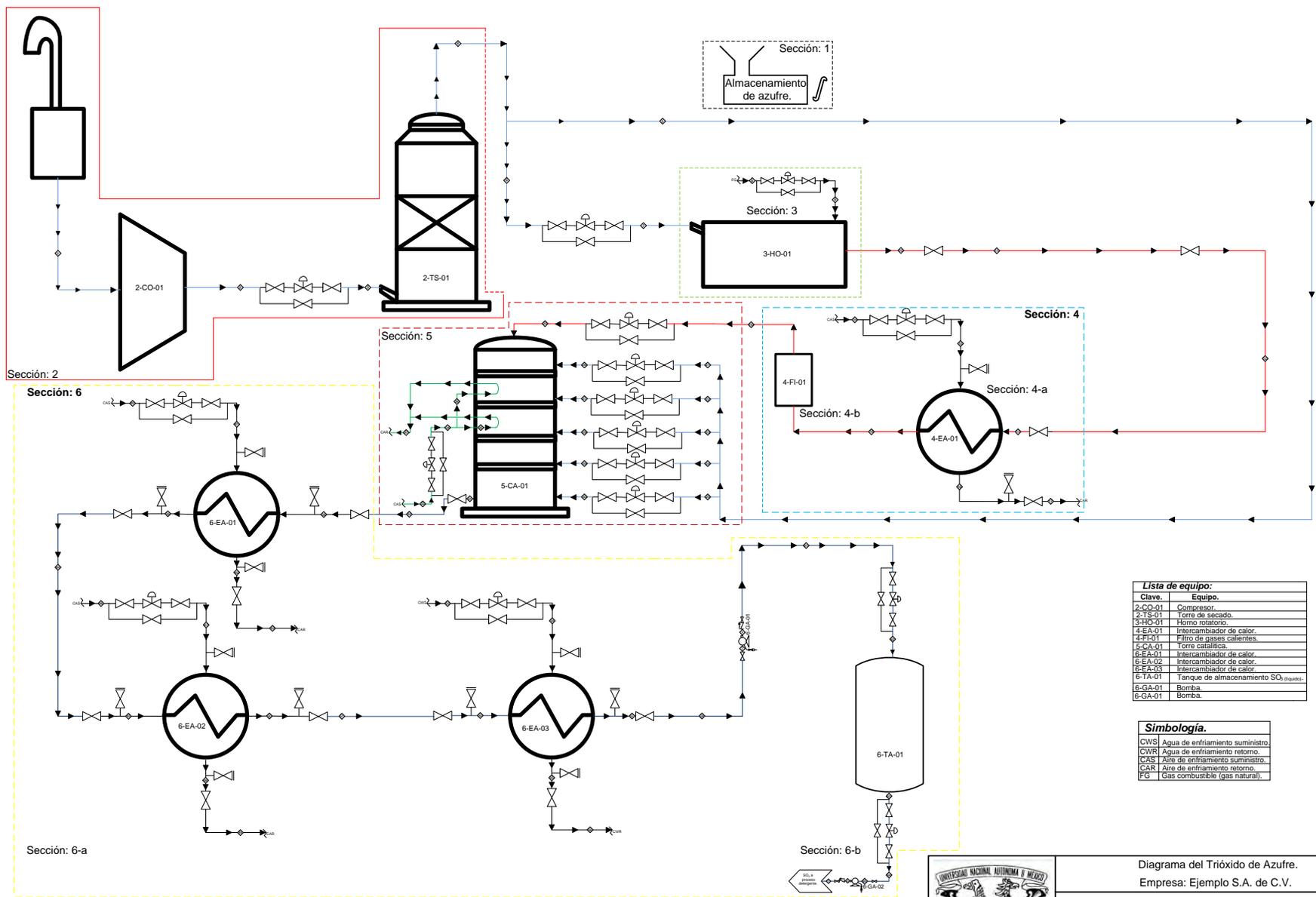
ANEXOS

Anexo.1-A: Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental.

Contaminación atmosférica (medición de concentraciones).	
NOM-034-SEMARNAT-1993	Métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
NOM-035-SEMARNAT-1993	Métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición.
NOM-036-SEMARNAT-1993	Métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
NOM-037-SEMARNAT-1993	Métodos de medición para determinar la concentración de dióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
NOM-038-SEMARNAT-1993	Métodos de medición para determinar la concentración de dióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
Emisiones de fuentes fijas.	
NOM-039-SEMARNAT-1993	Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de dióxido y trióxido de azufre y neblinas de ácido sulfúrico, en plantas productoras de ácido sulfúrico.
NOM-040-SEMARNAT-2002	Protección ambiental-fabricación de cemento hidráulico-niveles máximos de emisión a la atmósfera.
NOM-043-SEMARNAT-1993	Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.
NOM-046-SEMARNAT-1993	Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de dióxido de azufre, neblinas de trióxido de azufre y ácido sulfúrico, provenientes de procesos de producción de ácido dodecilsulfónico en fuentes fijas.
NOM-075-SEMARNAT-1995	Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles provenientes del proceso de los separadores agua-aceite de las refinerías de petróleo.
NOM-085-SEMARNAT-1994	Fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones. Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno. Requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como niveles máximos permisibles de emisión de dióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.
NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005	Norma oficial mexicana, especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental.
NOM-092-SEMARNAT-1995	Requisitos, especificaciones y parámetros para la instalación de sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo ubicadas en el valle de México.
NOM-097-SEMARNAT-1995	Límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de material particulado y óxidos de nitrógeno en los procesos de fabricación de vidrio en el país.
NOM-105-SEMARNAT-1996	Niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de partículas sólidas totales y compuestos de azufre reducido total provenientes de los procesos de recuperación de químicos de las plantas de fabricación de celulosa
NOM-121-SEMARNAT-1997	Límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles (COVs) provenientes de las operaciones de recubrimiento de carrocerías nuevas en planta de automóviles, unidades de uso múltiple, de pasajeros y utilitarios; carga y camiones ligeros, así como el método para calcular sus emisiones.
NOM-123-SEMARNAT-1998	Contenido máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles (COV's), en la fabricación de pinturas de secado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en pinturas y recubrimientos.
NOM-137-SEMARNAT-2003	Contaminación atmosférica - plantas desulfuradoras de gas y condensados amargos – control de emisiones de compuestos de azufre
NOM-148-SEMARNAT-2006	Contaminación atmosférica - recuperación de azufre proveniente de los procesos de refinación de petróleo
Residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial	
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos
NOM-053-SEMARNAT-1993	Procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-Ecol-1993.
NOM-055-SEMARNAT-2003	Que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos excepto de los radiactivos
NOM-057-SEMARNAT-1993	Requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos
NOM-058-SEMARNAT-1993	Requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos
NOM-083-SEMARNAT-2003	Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA AMBIENTAL (CONTINUACIÓN).	
Residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial (continuación)	
NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002	Protección ambiental-salud ambiental-residuos peligrosos biológico-infecciosos-clasificación y especificaciones de manejo.
NOM-133-SEMARNAT-2000	Protección ambiental - bifenilos policlorados (BPCs) especificaciones de manejo.
NOM-145-SEMARNAT-2003	Confinamiento de residuos en cavidades construidas por disolución en domos salinos geológicamente estables.
Suelos	
NOM-020-SEMARNAT-2001	Procedimientos y lineamientos que se deberán observar para la rehabilitación, mejoramiento y conservación de los terrenos forestales de pastoreo
NOM-021-SEMARNAT-2000	Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis
NOM-023-SEMARNAT-2001	Especificaciones técnicas que deberá contener la cartografía y la clasificación para la elaboración de los inventarios de suelos
NOM-060-SEMARNAT-1994	Especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal
Impacto ambiental	
NOM-115-SEMARNAT-2003	Norma oficial mexicana, que establece las especificaciones de protección ambiental para prospecciones sismológicas terrestres que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas y eriales
NOM-117-SEMARNAT-1998	Especificaciones de protección ambiental para la instalación y mantenimiento mayor de los sistemas para el transporte y distribución de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso, que realicen en derechos de vía terrestres existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.
NOM-120-SEMARNAT-1997	Especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos.
NOM-129-SEMARNAT-2006	Redes de distribución de gas natural - que establece las especificaciones de protección ambiental para la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono de redes de distribución de gas natural que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas e industriales, de equipamiento urbano o de servicios.
NOM-130-SEMARNAT-2000	Sistemas de telecomunicaciones por red de fibra óptica - especificaciones para la planeación, diseño, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.
NOM-143-SEMARNAT-2003	Que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos.
NOM-149-SEMARNAT-2006	Que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación, mantenimiento y abandono de pozos petroleros en las zonas marinas mexicanas.
NOM-150-SEMARNAT-2006	Que establece las especificaciones técnicas de protección ambiental que deben observarse en las actividades de construcción y evaluación preliminar de pozos geotérmicos para exploración, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales, fuera de áreas naturales protegidas y terrenos forestales.

Anexo.1-B: Diagrama del proceso para la obtención del trióxido de azufre.



Lista de equipo:

Clave.	Equipo.
2-CO-01	Compresor.
2-TS-01	Torre de secado.
3-HO-01	Horno rotatorio.
4-EA-01	Intercambiador de calor.
4-FI-01	Filtro de gases calientes.
5-CA-01	Torre catalítica.
6-EA-01	Intercambiador de calor.
6-EA-02	Intercambiador de calor.
6-EA-03	Intercambiador de calor.
6-TA-01	Tanque de almacenamiento SO ₃ (líquido).
6-GA-01	Bomba.
6-GA-01	Bomba.

Simbología.

CWS	Agua de enfriamiento suministro.
CWR	Agua de enfriamiento retorno.
CAS	Aire de enfriamiento suministro.
CAR	Aire de enfriamiento retorno.
FG	Gas combustible (gas natural).



Diagrama del Trióxido de Azufre.
 Empresa: Ejemplo S.A. de C.V.

Asesor: I.Q. Gonzalo Rafael Coello García.

Alumno: Oscar Martín Núñez Hernández.

Escala: Revisión: 1

ANEXO.1-D: GLOSARIO DE TÉRMINOS.

Actividad altamente riesgosa, Aquella acción, proceso u operación de fabricación industrial, distribución y ventas, en que se encuentren presentes una o más sustancias peligrosas, en cantidades iguales o mayores a su cantidad de reporte.

Almacenamiento, Acción de retener temporalmente residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección o se dispone de ellos.

Almacenamiento de residuos peligrosos, acción de retener temporalmente los residuos peligrosos en áreas que cumplen con las condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para evitar su liberación, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se les aplica un tratamiento, se transportan o se dispone finalmente de ellos.

Ambiente: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Calentamiento directo. La transferencia de calor por flama, gases de combustión o por ambos, al entrar en contacto directo con los materiales del proceso.

Calentamiento indirecto. La transferencia de calor por gases de combustión que no entran en contacto directo con los materiales del proceso.

Condiciones Particulares de Manejo, las modalidades de manejo que se proponen a la Secretaría atendiendo a las particularidades de un residuo peligroso con el objeto de lograr una gestión eficiente del mismo.

Confinamiento controlado, obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos.

Contaminación: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o al actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Contingencia ambiental: Situación de riesgo derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas.

Control: Inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas en la LGEEPA.

Compuestos orgánicos volátiles (COVs): Compuestos orgánicos que se evaporan a temperatura ambiente, incluyendo varios hidrocarburos, compuestos oxigenados y compuestos con contenido de azufre. Por convección, el metano se considera por separado. Los COV contribuyen a la formación de ozono troposférico mediante una reacción fotoquímica con los óxidos de nitrógeno.

CRETIB: Código de clasificación de las características que contienen los residuos peligrosos. Se forma con las iniciales de: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y Biológico-Infecioso.

Desarrollo Sustentable: Se define como aquél que satisface las necesidades de la presente generación sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (ONU, Comisión Brundtland, 1987).

Descarga: La acción de depositar, verter, infiltrar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor.

Disposición final: Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños al ambiente.

Equilibrio Ecológico: Estado de balance natural establecido en un ecosistema por las relaciones interactuantes entre los miembros de la comunidad y su hábitat, plenamente desarrollado y en el cual va ocurriendo lentamente la evolución, produciéndose una interacción entre estos factores.

Equipo de combustión: La fuente emisora de contaminantes a la atmósfera generados por la utilización de algún combustible fósil, sea sólido, líquido o gaseoso en dichos equipos.

Emisión contaminante: La descarga directa o indirecta de toda sustancia o energía, en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o al actuar en cualquier medio altere o modifique su composición o condición natural.

Establecimiento industrial: La unidad productiva, asentada de manera permanente en un lugar, bajo el control de una sola entidad propietaria, que realiza actividades de transformación, procesamiento, elaboración, ensamble o maquila total o parcial, de uno o varios productos.

Fuente fija: Toda instalación asentada de manera permanente en un lugar que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos que generen o puedan generar contaminantes.

Gases de combustión: Sustancias en estado gaseoso derivadas del proceso de quemado de materias combustibles. Estas pueden ser óxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre e hidrocarburos, entre otros.

ANEXO.1-D: GLOSARIO DE TÉRMINOS (CONTINUACIÓN).

Generador de residuos peligrosos: Persona física o moral que como resultado de sus actividades produzca residuos peligrosos.

Instalaciones, aquéllas en donde se desarrolla el proceso generador de residuos peligrosos o donde se realizan las actividades de manejo de este tipo de residuos. Esta definición incluye a los predios que pertenecen al generador de residuos peligrosos o aquéllos sobre los cuales tiene una posesión derivada y que tengan relación directa con su actividad.

Insumos directos: Aquellos materiales o sustancias que intervienen en el proceso productivo o de tratamiento. Incluyen materias primas.

Insumos indirectos: Aquellos materiales o sustancias que no intervienen de manera directa en los procesos productivos o de tratamiento y son empleados dentro del establecimiento en servicios auxiliares, en mantenimiento y limpieza, en laboratorios, etc.

Jales, residuos generados en las operaciones primarias de separación y concentración de minerales.

Liberación de residuos peligrosos, acción de descargar, inyectar, inocular, depositar, derramar, emitir, vaciar, arrojar, colocar, rociar, abandonar, escurrir, gotear, escapar, enterrar, tirar o verter residuos peligrosos en los elementos naturales.

Material peligroso: Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico - infecciosas.

Plataforma de muestreo: Estructura de soporte externa a una chimenea, que presente las condiciones de seguridad necesaria para el acceso y estancia en ella de al menos dos personas. Su objetivo es facilitar la realización de muestreos de contaminantes y la determinación de la velocidad y flujo de los gases.

Proceso: Cualquier operación o serie de operaciones que involucra una o más actividades físicas o químicas mediante las que se provoca un cambio físico o químico en un material o mezcla de materiales. También se le conoce como proceso productivo.

Protección ambiental: Conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y prevenir y controlar su deterioro.

Puerto de muestreo: Orificio en la chimenea que permite introducir la sonda del equipo empleado para el muestreo de contaminantes y la determinación de la velocidad y flujo de los gases.

Punto de emisión: Todo equipo, maquinaria o actividad que emite contaminantes a la atmósfera o al agua de manera directa. Un mismo punto de emisión puede corresponder a varios puntos de generación.

Punto de generación: Todo equipo, maquinaria o actividad que genera contaminantes al aire, al agua y/o residuos peligrosos. Pueden compartir un mismo punto de emisión (chimenea o ducto de descarga) y en ocasiones poseer puntos múltiples de emisión.

Representante legal: El gerente o quien represente legalmente a la empresa. Como tal es el responsable del conjunto de la información vertida en la Solicitud de la LAU y en la COA.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Residuo no específico: Residuos no específicos: son desechos provenientes de la limpieza de calles, carreteras u otras zonas abiertas al público. Contienen desechos muy variados como animales muertos, vehículos abandonados, entre otros. Su control es muy difícil ya que no se puede predecir su localización de la naturaleza del desecho.

Residuos especiales: Los que por su origen y características, claramente identificadas, requieren condiciones especiales de manejo, un ejemplo de ellos sólo residuos hospitalarios.

Residuos industriales: Son desechos que no tienen uso dentro de la industria y que por su peligrosidad son desechos junto con los residuos municipales.

Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

ANEXO.1-D: GLOSARIO DE TÉRMINOS (CONTINUACIÓN).

Residuo sólido: De acuerdo a la RCRA, “residuo sólido”: cualquier basura, desecho o fangos procedentes de las plantas de tratamiento de agua o de una instalación de depuración de aire y cualquier otro material abandonado, incluyendo los materiales sólidos, semisólidos, líquidos o materiales gaseosos que se encuentren en contenedores cerrados, que sean el resultado de actividades industriales, comerciales, mineras o de la agricultura, etc.

Sustancia peligrosa: Compuesto o elemento que puede resultar altamente nocivo para la salud humana, animal o vegetal. Sustancia que presente o implique entre otras las siguientes características intrínsecas, corrosividad, explosividad, inflamabilidad, patogenicidad o bioinfecciosidad, radiactividad, reactividad y toxicidad, de acuerdo a pruebas estándar.

Tratamiento: Acción de transformar los residuos, por medio de la cual se cambian sus características.

Tratamiento en suelos: Es un método de disposición en el cual un residuo sólido o semisólido, que contiene sustancias contaminantes, es incorporado al suelo para que sea degradado por microorganismos.

BIBLIOGRAFÍA.

- a. Elementos para un proceso inductivo de gestión ambiental. Instituto Nacional de Ecología (INE) año 2000.
- b. Juan Manuel Martínez García. Sistema integrado de Regulación Directa y gestión ambiental de la industria. INE, segunda edición 1997.
- c. Programa de Normalización Ambiental industrial 1997-2000 (México). SEMARNAP.
- d. Recomendaciones relativas al Transporte de Emergencias Peligrosas; Volumen 1, decimoquinta edición, ONU.
- e. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Subprocuraduría de Inspección Industrial, Dirección General de Inspección de Fuentes de Contaminación, “Manual Procedimiento de Inspección Industrial” Enero de 2008.
- f. Blanca E. Jiménez Cisneros. La contaminación Ambiental en México causas, efectos y tecnologías aplicadas. Editorial LIMUSA, México 2002.
- g. Juan Carlos Vega de Kuyper. Manejo de residuos de la industria química y afín. Editorial ALFAOMEGA, segunda edición, México 1999.
- h. Gabriel Quadri de la Torre. La Ciudad de México y la contaminación atmosférica. Editorial LIMUSA, México 1999.
- i. Análisis del desempeño ambiental Estados Unidos, Perspectivas OCDE 1996.
- j. Elementos a considerar para integrar las bases de política para la prevención de la contaminación del suelo y su remediación. SEMARNAT, primera edición, México 2001.
- k. Métodos de la industria química (diagramas de flujo coloreados) inorgánica; Georg Westermann Verlag, Editorial Reverté, S.A. Barcelona, Buenos Aires- México 1967. paginas(s) 126, 149-150.
- l. Introducción a la Química Industrial, Dr. A Vian Ortuña, Ed. Alambra, S.A. Madrid, 1ra edición, 1976, p 383-386.
- m. Diccionario terminológico de Química, José R. Barceto, Alambra 2da edic. 1976.
- n. Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas, H.Scott Fogler, Prentice Hall 3ra edición E.U.A. 2001.
- o. Manual de procesos químicos en la industria, George T. Austin, 5ta ed. Editorial McGraw-Hill.E.U.A.1995.
- p. Enciclopedia de Tecnología química, Kirk-Othmer, ed. Limusa Noriega editores, 1ra ed. E.U.A. 1998.

Paginas de internet.

- a. http://www.unizar.es/guiar/1/MMPP/List_MMPP.htm
- b. http://www.traficoadr.com/adr/adr_2005.htm
- c. http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/INFORMACION_MFOM/TABLON_ANUNCIOS/EXAMENES/SEGURIDAD/RID_2007.htm
- d. <http://cameochemicals.noaa.gov/>
- e. <http://www.lni.wa.gov/Spanish/Safety/Topics/AtoZ/Hazcom/default.asp>
- f. http://osha.europa.eu/en/good_practice/topics/msd/
- g. <http://www.osha.gov/SLTC/hazardcommunications/index.html>
- h. http://seveso.iespana.es/legislacion_4.htm

Leyes.

- a) Ley Canadiense de Protección Ambiental (Canadian Environmental Protection ACT, CEPA 1999).
- b) Environmental Protection Agency (EPA 1976). Resource Conservation and Recovery ACT. (RCRA).
- c) Directiva 67/548/CEE
- d) Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).
- e) Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Reglamentos.

- a) Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.
- b) Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- c) Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Normas.

- a) Normas oficiales mexicanas que se encuentran ordenadas por materia en la página:

<http://www.semarnat.gob.mx/LEYESYNORMAS/Pages/normasoficialesmexicanasvigentes.aspx>

- b) NMX-AA-023-1986. PROTECCIÓN AL AMBIENTE - CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA – TERMINOLOGÍA.
- c) NMX-AA-009-1993. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA - FUENTES FIJAS- DETERMINACIÓN DE FLUJO DE GASES EN UN CONDUCTO POR MEDIO DE TUBO DE PITOT.
- d) NOM-010-SCT2/1994. DETERMINACIÓN DE LA EMISIÓN DE PARTÍCULAS CONTENIDAS EN LOS GASES QUE FLUYEN POR UN CONDUCTO - MÉTODO ISOCINÉTICO.