



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE  
MÉXICO**

**Facultad de Planeación Urbana y Regional**



**Detección de problemas ambientales generados en el área del  
proceso de una empresa química mediante la Cédula de  
Operación Anual.**

# Tesis

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**P R E S E N T A:**

**Maribel del Carmen Peña Laurencio**

**Director de tesis:**

**Dr. En C. A. Eduardo Campos Medina**

**Toluca de Lerdo, Estado de México; Marzo de 2018**

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

## **Resumen**

Dado que las industrias representan una fuente de emisión de contaminantes al medio físico por sus diversos procesos industriales, en el presente trabajo de investigación se analiza como propuesta de control, el proceso de producción general de plaguicidas en fase seca, a través de la Cédula de Operación Anual (COA).

Se analizaron los rubros de generación de residuos peligrosos, emisiones a la atmósfera, descargas de aguas residuales, emisiones y transferencia de contaminantes (RETC) y las emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero, contenidos en la COA, por lo cual se obtuvieron algunos datos de empresas del giro industrial químico y otros fueron propuestos, dado que el acceso a la información del proceso es confidencial y específico de cada empresa.

## **Summary**

The industries represent a source of emission of pollutants to the physical environment due to its various industrial processes, in the present research work the general production process of pesticides in the dry phase is analyzed as a control proposal, through the Cédula de Operación Anual (COA).

The categories are generation of dangerous residues, emissions to the atmosphere, wastewater discharges, emissions, and transfer of pollutants (RETC) and emissions of gases or greenhouse compounds, contained in the COA, were analyzed, so some data were taken of industrial chemical and other companies were proposed, because the access to the information of the process is confidential and specific of each company.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

## Contenido

<b>Capítulo I. Industria química</b> .....	11
1. Industria química .....	12
1.1 Clasificación de la Industria química .....	14
1.1.1 Gama de productos generados por las industrias .....	15
1.1.2 Productos de la química básica .....	15
1.2 Problemas ambientales generados por la industria.....	16
1.2.1 Problemas ambientales.....	17
1.2.1.3 Problemas ambientales en suelo.....	26
1.3 Normas, reglamentos y leyes que regulan la contaminación por industria .....	31
1.3.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).....	31
1.3.1.1 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. ....	35
1.3.1.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. ....	36
1.3.1.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Residuos Peligrosos .....	37
1.3.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos .....	37
1.3.3 Ley General de Cambio Climático.....	38
1.3.4 Licencia Ambiental Única.....	39
1.3.5 Normas Oficiales Mexicanas.....	40
<b>Capítulo II Cédula de Operación Anual (COA)</b> .....	43
2. Cédula de Operación Anual (COA).....	44
2.1 Función de la Cédula de Operación Anual.....	45
2.2 Elementos que constituyen la Cédula de Operación Anual.....	47
2.2.1 Generación de residuos peligrosos .....	48
2.2.2 Emisiones a la atmósfera.....	50
2.2.3 Descarga de aguas residuales.....	51
2.2.4 Registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC) y prevención de la contaminación.....	52

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una  
empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

2.2.5 Registro de emisiones de Gases o compuestos de Efecto Invernadero (GEI).....	52
<b>Capítulo III- Metodología</b> .....	<b>57</b>
3.1 Selección de la Industria Química del giro “Producción de Plaguicidas” .....	59
3.2 Recopilación de información de la Industria en el proceso de fabricación de un plaguicida. ....	60
3.3 Análisis de la Información fraccionándola en diferentes áreas acordes a la Cédula de Operación Anual .....	93
3.4 Evaluación del control ambiental de los parámetros que se operan en la Cédula de Operación Anual .....	93
3.5 Conclusiones y recomendaciones.....	93
<b>Capítulo IV- Resultados</b> .....	<b>94</b>
4.1 Datos de registro.....	95
4.2 Materias prima utilizadas en el proceso de producción de un plaguicida en formulación seca.....	99
4.3 Fases del proceso de producción .....	99
4.4 Resultados del análisis de la Cédula de Operación Anual para el proceso de producción de plaguicidas .....	134
4.4.1 Generación de residuos peligrosos .....	134
4.4.2 Emisiones a la atmósfera .....	136
4.4.3 Descarga de aguas residuales.....	138
<b>Capítulo V- Conclusiones</b> .....	<b>140</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>143</b>
<b>Referencias:</b> .....	<b>146</b>

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### **Introducción**

La contaminación industrial está relacionada con la emisión de sustancias nocivas, tóxicas o peligrosas al medio natural, que se generan de manera directa o indirecta de las empresas, así como de sus procesos productivos. Estas acciones han generado problemas ambientales relacionados con actividades industriales tales como contaminación del agua, aire y suelo, trayendo como consecuencias la alteración y/o modificación del estado del tiempo en varias regiones del planeta, el desacelerado derretimiento de los polos, y por ende el desenfrenado efecto del calentamiento global, que si bien, son problemas que se manifiestan en la actualidad relacionándose directamente con el fenómeno de cambio climático. Asimismo, este último está asociado directa o indirectamente con actividades del hombre que alteran la composición de la atmósfera y del medio físico. Dados estos problemas ambientales, ha surgido la necesidad de generar e implementar instrumentos de control que regulen las actividades productivas industriales.

Es por ello que, en México, la Cédula de Operación Anual (COA) funge como instrumento de reporte y recopilación de información anual de los procesos de producción de las industrias, en materia de emisiones y transferencia de contaminantes. En el contenido de la COA se solicita información del proceso productivo relacionada con insumos, productos, subproductos y consumo energético, con la finalidad de apoyar al particular a actualizar la información sobre su proceso de operación y facilitar su seguimiento a la autoridad ambiental gubernamental, contribuyendo a la correcta toma de decisiones en materia de protección ambiental, así como en la atribución de recomendaciones con actividades de control, prevención de la contaminación y proyección de los volúmenes de la contaminación para el siguiente período de reporte.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### **Planteamiento del problema**

Actualmente, las empresas industriales son puntos generadores importantes de contaminación para el medio ambiente, principalmente porque la mayoría de las industrias se encuentran ubicadas cerca de cuerpos de agua. Estas industrias representan un factor significativo por la peligrosidad de las sustancias químicas que se vierten a esos cuerpos de agua, y que van ampliamente ligadas al desarrollo económico.

El sector químico es uno de los distintos giros industriales que operan en México y en el mundo, de la cual se generan grandes dividendos económicos. Sin embargo, este sector es un problema tanto en sus puntos de fabricación como en muchos de sus productos finales, debido a que generan: a) contaminación del terreno donde está situada la planta industrial, b) provocan el agotamiento de recursos naturales y c) el aumento en consumo de materias primas de las que se suministra la industria.

De igual manera, las aguas residuales industriales generadas y el inadecuado manejo de residuos peligrosos generan mayor índice de contaminación. Descrito lo anterior, se deben de tomar en consideración diversos factores derivados de la manipulación, proceso de producción y transporte de sustancias tóxicas, corrosivas o venenosas, que repercuten en el medio ambiente, en la salud de los trabajadores y en la población. Derivado de los puntos antes mencionados, la calidad del aire también disminuye al generarse combustiones en los distintos procesos con los que opera la industria, reduciendo la calidad del mismo (Riojas, Schilman, López y Finkelman; 2013).

En México, la Industria Química está integrada por más de 350 empresas que operan más de 400 plantas productivas, ubicadas principalmente en los estados de Veracruz, Estado de México, Distrito Federal, Nuevo León y Tamaulipas (Scribd, 2010).

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

Con base en el sondeo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el Estado de México cuenta con 585,000 empresas de distintos giros económicos, entre ellos el sector químico (INEGI, 2009). De este censo una parte importante de concentración de industrias están ubicadas en el corredor industrial Toluca-Lerma, las cuales contribuyen con altos índices de contaminación que son emitidas a la atmósfera, suelo y cuerpos de agua.

Toluca es una de las ciudades más contaminadas del país por emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, mismos que provienen de fuentes móviles y fijas entre ellas las industrias, siendo estas las de mayor aportación de emisiones en el municipio y en el Estado de México (Inventario de emisiones de la ZMVT, 2004). Así mismo, esta problemática no solo afecta de manera directa al medio ambiente, deteriorando, agotando y contaminando cada vez más los recursos naturales, sino que también la población es afectada a través de un incremento de enfermedades respiratorias por el alto grado de contaminantes que son emitidos a la atmósfera y por descargas de metales pesados que son arrojados a los cuerpos de agua.

Dados los índices de contaminación que generan las industrias químicas, la identificación de problemas ambientales se pueden determinar mediante el análisis de la Cédula de Operación Anual (COA), la cual sirve para detectar y reportar las emisiones y transferencias de los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal, enfocándose en sus procesos productivos que puedan ser la causa de grandes generadores de residuos y sustancias peligrosas como lo son las plaguicidas, la descarga de aguas residuales a aguas nacionales, así como 25,000 toneladas o más de CO<sub>2</sub> equivalente de Compuestos y Gases Efecto Invernadero (CyGEI) de los diferentes sectores productivos, incluidos el sector Químico (SEMARNAT, 2015).

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

De la descripción del escenario explicado, en este trabajo se plantea analizar y desglosar la problemática ambiental que genera una empresa química en la producción de plaguicidas, empleando la Cédula de Operación Anual. Esto debido a que dada la naturaleza de su proceso industrial se utilizan y se manipulan gran cantidad de insumos que son de carácter químico.

### **Justificación**

Cada año, la industria química produce una gama de materiales sintéticos, gases, compuestos químicos y sustancias orgánicas simples a gran escala. En México se producen millones de toneladas de estos productos, lo cual solamente es posible si las empresas poseen un gran capital y tecnología moderna que les permita producir a gran escala. (Scribd, 2010).

Actualmente los efectos negativos de las actividades antropogénicas en el planeta han generado grandes problemas de contaminación y sobre explotación de recursos naturales en el mundo. Dentro de estas, la actividad industrial es una de las principales fuentes que actúan de manera dañina sobre el medio ambiente con la elaboración de diversos productos que han venido ocasionando la contaminación de recursos tales como agua, aire y suelo, lo cual, propicia una alteración considerable dentro de estos, y cuyas consecuencias son observadas en los seres vivos, incluida la salud de la población.

Ejemplo de ello son productos que contienen sustancias tóxicas, como lo son los plaguicidas (tan solo en la República Mexicana se utiliza el 60 % de los 22 plaguicidas clasificados como perjudiciales para la salud y el ambiente, el 42 % de los cuales se fabrican en el país. Así mismo, se emplean 30 plaguicidas de 90 que han sido cancelados o restringidos en los Estados Unidos de América (INEGI 1998)), los cuales han venido a revolucionar las formas de controlar y mitigar plagas en el sector agrícola principalmente. Sin embargo, las consecuencias por sus componentes activos e inertes repercuten directamente sobre el medio

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

ambiente, desde su proceso de elaboración por parte de las industrias (en el que se incluyen descargas de aguas residuales con componentes activos, emisiones de polvos y partículas finas, así como la generación de residuos peligrosos por la maquinaria empleada en el proceso de producción), durante su uso agrícola (propiciando contaminación en el agua por el arrastre de sustancias activas de los campos de cultivo hasta los ríos y mares introduciéndose en las cadenas alimenticias, provocando la muerte de varias formas de vida necesarias en el balance de algunos ecosistemas) y al término de este, al generar automáticamente residuos peligrosos para el medio ambiente y residuos tóxicos para el ser humano, si no se le brinda un adecuado tratamiento de disposición final al embase del producto utilizado, es por ello que deben existir condiciones que prevengan y controlen la contaminación sobre el ambiente.

Descrito lo anterior, la propuesta del presente trabajo de investigación, está orientada a desarrollar la relación entre el proceso de producción de una empresa química en la elaboración de plaguicidas, y la información generada del mismo proceso que se ve reflejado en la Cédula de Operación Anual (COA), (vista como un instrumento de política ambiental) la cual debe relacionarse de manera rigurosa con las Normas Oficiales Mexicanas, para enfatizar en los problemas ambientales que incurre una empresa química con la elaboración de estos productos, dado que por tratarse de sustancias tóxicas y peligrosas para el ambiente, deben adoptarse todas las medidas de prevención y control necesarias para evitar en la medida de lo posible el incremento de contaminación sobre el ambiente.

### **Hipótesis**

Si se analiza la información de la Cédula de Operación Anual en la producción de plaguicidas de una empresa química, entonces se dimensionan los problemas ambientales relacionados con la contaminación del agua, residuos peligrosos y emisiones a la atmósfera.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### **Objetivo general**

Analizar la información recabada en la Cédula de Operación Anual para dimensionar los problemas ambientales en los cuales está incurriendo una empresa química en la producción de plaguicidas.

### **Objetivos particulares:**

- Analizar mediante la Cédula de Operación Anual el proceso industrial de una empresa química en la producción de plaguicidas.
- Detectar las emisiones a la atmósfera en las diferentes etapas del proceso de producción de plaguicidas a través de la Cédula de Operación Anual.
- Identificar por medio de la Cédula de Operación Anual la generación de residuos peligrosos en las diferentes etapas del proceso de producción de plaguicidas.
- Conocer los principales contaminantes presentes en el agua que es utilizada durante las diferentes etapas de producción de plaguicidas por medio de la Cédula de Operación Anual.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

## ***Capítulo I. Industria química***

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

En el presente capítulo se aborda el tema de la problemática ambiental con respecto a la industria química, debido a que las materias primas utilizadas para el proceso de producción son una gran variedad de productos, entre ellos la elaboración de plaguicidas, lo que a su vez repercute en el ambiente, emitiendo grandes cantidades de gases de efecto invernadero a la atmósfera, así como la constante contaminación del agua y suelo. Debido a este escenario, el Gobierno de México ha generado una legislación ambiental, a través de leyes, reglamentos y formatos como la Cédula de Operación Anual, los cuales son tratados en el presente apartado, con la finalidad de regular las acciones perjudiciales de las industrias sobre el medio natural.

### **1. Industria química**

La industria química tiene como finalidad, convertir la energía y materias primas que recibe en productos elaborados, a través de un conjunto de procesos y actividades de transformación que involucran los cambios químicos de los materiales, para obtener productos destinados al mercado y satisfacer las necesidades del ser humano.

De esta manera, se ocupa del proceso que se inicia desde la extracción, procesamiento de materias primas, y su transformación en nuevas sustancias con características diferentes a las que tenía inicialmente (Romero, 2009).

La materia prima utilizada para los procesos de producción puede ser natural (la cual se obtiene directamente de los recursos naturales), sintética (conformada por sustancias químicas) y materia prima de recuperación (capaces de ser reciclados para volver a utilizarse) (EcuRed, 2016).

A continuación, se muestran los siguientes tipos de materia prima que se mencionan anteriormente:

- Natural: agua, aire, petróleo, azufre, carbón y minerales

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

- Sintética: ácido sulfúrico, amoníaco, cloro, benceno, y otros compuestos, que sirven para obtener fertilizantes, pinturas plásticas, etc.
- De recuperación: papel, vidrio, cartón.

Según INEGI (2010a) En México, las actividades económicas se agrupan en tres sectores:

*Sector Primario:*

En este sector los recursos naturales se aprovechan tal como se obtienen de la naturaleza, sin ningún proceso de transformación. Conforma actividades como la agricultura, ganadería, pesca, explotación forestal, minería y en general las actividades para explotar directamente los recursos naturales.

*Sector Secundario:*

Este sector se caracteriza por el uso predominante de maquinaria para transformar las materias primas que se obtienen del sector primario.

Se encarga de la transformación de productos o sustancias en nuevos productos e incluye las fábricas, talleres y laboratorios de todos los tipos de industrias. Así mismo, conforma actividades como la construcción e industria manufacturera.

*Sector Terciario:*

Este sector no produce productos tangibles, es decir no se producen bienes materiales; si no que, se reciben los productos elaborados del sector secundario para su venta. Asimismo, el sector terciario incluye las comunicaciones, servicios y transportes.

De esta manera, la industria química cumple con las características del sector secundario al ser una industria manufacturera, encargada de transformar las materias prima en nuevos productos o sustancias.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

De acuerdo a Navarro y colaboradores (2011), la naturaleza o giro de las industrias químicas pueden tener dos tipos de clasificaciones, entre ellas la industria química de base y la industria química de transformación, que son empleadas para determinados procesos de producción.

### **1.1 Clasificación de la Industria química**

#### *Industria química de base*

Principalmente esta industria labora con materias primas naturales, y fabrica productos sencillos semielaborados, que son utilizados como materias primas por otros sectores industriales. Asimismo, de acuerdo a la materia prima, estas materias prima pueden ser:

- Oxígeno, nitrógeno e hidrogeno (obtenidos de agua y aire)
- Carbón, petróleo y minerales. (recabados del suelo)
- De la biósfera, un ejemplo de materia prima es la madera.

#### *Industria química de transformación*

En este giro las materias primas que utiliza la industria química de base (también llamados semielaborados) se emplean para generar productos finales de uso comercial, industrial o de venta al público.

De esta manera, transforma los productos semielaborados en nuevos productos que pueden ir al mercado directamente o ser aprovechados por otros sectores.

De esta ordenación se enlistan los tipos de productos:

- Productos químicos básicos incluyen ácidos, bases, sales y compuestos orgánicos comunes.
- Productos químicos que se emplean en procesos de elaboración, tales como fibras sintéticas, pigmentos y plásticos.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

- Productos químicos terminados son aquellos destinados al consumo final como son los fármacos, jabones, detergentes, y cosméticos, o bien son utilizados como suministros de otras industrias, por ejemplo, pinturas, materiales para industrias de construcción, así como fertilizantes, plaguicidas, funguicidas, entre otros.

### **1.1.1 Gama de productos generados por las industrias**

Hoy en día las industrias de los distintos giros industriales, tales como farmacéutica, textil, alimenticia, química, metal-mecánica, metalúrgica, entre otros sectores industriales, han contribuido con la generación de una gran cantidad de productos, que si bien, hacen posibles muchas de las tecnologías, entre ellos la producción de electrodomésticos, alimentos, medicinas, y demás artículos que se utilizan como parte de una vida cotidiana. Sin embargo, el exceso de fabricación y elaboración de productos, así como una sobreexplotación de los recursos naturales, ha sido un factor de observación e investigación para identificar su impacto dentro del medio ambiente, como en aire, agua y suelo (INEGI,1999).

Con base en el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), a través de la Dirección General de Estadística y de la Coordinación de Encuestas de Empleo, se presenta dentro de la segunda edición de la Clasificación de Actividades Económicas de la Encuesta Nacional de Empleo, algunos ejemplos de productos. (INEGI, 1995).

### **1.1.2 Productos de la química básica**

Genéricamente los productos más importantes dentro de la química básica son ácidos, alcoholes, bases o hidróxidos, sales orgánicas e inorgánicas.

Como primer ejemplo es la petroquímica básica, donde se encuentran los establecimientos dedicados a la producción de sustancias químicas básicas derivadas del gas natural, el petróleo y el carbón, tales como hidrocarburos

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

acíclicos (etano, hexano, etileno, propileno) hidrocarburos cíclicos (tolueno, benceno); e hidrocarburos alicíclicos (ciclohexano, ciclopropano).

De esta manera, los productos básicos de la petroquímica básica, incluyen la producción de productos como amoniaco, butadieno, etano, dodecibenceno, etileno, heptano, hexano, materia prima para negro de humo, metanol, N-parafinas, ortoxileno, paraxileno, penta-nos, propileno, teramil, metil, éter (tame), tetramero de propileno, tolueno y xilenos.

Por otra parte, dentro de los productos farmacéuticos se encuentran los establecimientos dedicados a la fabricación y elaboración de productos farmacéuticos y medicamentos, incluidos los productos biológicos tales como vacunas bactericas y viroides, sueros, plasmas y sustancias químicas farmacéuticas como esteroides, analgésicos, enzimáticos, y acondicionamiento de otros productos para uso médico y veterinario.

Asimismo, sobresalen los establecimientos dedicados a la fabricación de productos, tales como insecticidas, raticidas, fungicidas, herbicidas, productos antigerminantes, desinfectantes, fumigantes, raidolitos, cucarachicidas, así como plaguicidas; también la elaboración de pinturas y lacas, aceites esenciales a base de cítricos, explosivos y fuegos artificiales, pegamentos, tintas, compuestos para tratamiento de superficies, reveladores y fijadores fotográficos; grasas y aceites de origen animal no comestibles, y otros productos químicos no considerados en otras ramas.

## **1.2 Problemas ambientales generados por la industria**

El análisis de los problemas ambientales se ha convertido en un tema de interés en las últimas décadas, ya que la transferencia de tecnología en la parte ambiental y los nuevos marcos legislativos ambientales, están en el centro de atención de los países desarrollados y en desarrollo, así como de organismos internacionales entre las que se encuentran la Organización para la Cooperación y Desarrollo

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

Económico (OCDE), la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y el Banco Mundial (BM), debido a que la economía depende en gran medida de los recursos naturales y a su vez estos forman parte del medio ambiente. (Mercado y Fernández, 1998).

Mercado y Fernández (1998) señalaron que, en la década de los años 90, las pequeñas y medianas empresas afrontaban tres obstáculos importantes para la inversión en tecnologías menos contaminantes: el financiero, el de la falta de incentivos y el del insuficiente acceso a información sobre tecnologías limpias. El primero hasta el día de hoy ha sido el más importante, pues restringe severamente la inversión en la mayoría de las empresas, más aún si se considera que los establecimientos pequeños y medianos representan un porcentaje elevado del número de empresas totales en el país.

La contaminación industrial está relacionada con la emisión de sustancias nocivas, tóxicas o peligrosas, que resultan de manera directa o indirecta de las industrias, así como de sus procesos productivos al medio natural.

De acuerdo a la Cédula de Operación Anual, estas emisiones pueden ser (SEMARNAT, 2015):

- Emisiones a la atmósfera
- Almacenamiento o disposición de residuos peligrosos
- Vertidos a aguas superficiales
- Almacenamiento o disposición de residuos sólidos

### **1.2.1 Problemas ambientales**

Los principales problemas ambientales que se presentan en la actualidad están relacionados con el fenómeno de cambio climático, este a su vez, se encuentra asociado directa o indirectamente con actividades antropogénicas (entre ellas el sector industrial) que alteran la composición de la atmósfera, tales como, la

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

modificación del clima y estado del tiempo en varias regiones del planeta por emisiones de gases de efecto invernadero, entre ellos los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y vapor de agua, los cuales aprisionan el calor en nuestra atmósfera, originando más fenómenos meteorológicos como el aumento de sequías y huracanes. Asimismo, la contaminación de los cuerpos de agua (ríos, lagos, lagunas y aguas subterráneas) explotación de recursos naturales (deforestación desmedida), contaminación del aire (emisiones de gases de efecto invernadero) y de suelo (contaminación por hidrocarburos, residuos sólidos y peligrosos), generan una variabilidad en la temperatura, por medio de la emisión de miles de toneladas de gases contaminantes que son emitidos al medio ambiente diariamente.

El derretimiento de los polos y los glaciares es una realidad. Se proveen cambios en los patrones de lluvia y consecuencias en las actividades agropecuarias mundiales, así como el abasto de agua para todas las actividades humanas como el uso doméstico, industrial, producción de energía y para consumo propio (CEMDA, FEA, Presencia Ciudadana Mexicana, 2006).

### **1.2.1.1 Problemas ambientales en Agua**

La problemática de contaminación y escases de agua representa una amenaza ambiental alarmante. En la actualidad, más de 80 países que albergan al 40% de la población mundial sufre una escasez de agua grave (CEMDA, *et. al.*, 2006).

Sin embargo, la problemática del agua es generada por las actividades humanas, que modifican la cantidad y calidad del agua, afectando de esta manera el ciclo hidrológico natural (CEMDA, *et. al.*, 2006).

Entre los problemas principales se encuentran:

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

*Contaminación o envenenamiento del agua por la industria (Aguas usadas en los procesos industriales) y la agricultura.*

En México, gran parte de los recursos hídricos que son utilizados para el sector industrial y agropecuario, son contaminados por los diferentes procesos industriales, como los colorantes, metales pesados como mercurio, cadmio, plomo, níquel, cromo, entre otros, los cuales representan una fuente de contaminación extrema para los ríos con las descargas de estas aguas residuales.

*Desecación o sobreexplotación de los recursos hídricos.*

La sobreexplotación de agua se genera principalmente en el sector agrícola, ya que es el responsable de consumir el 83% del total de agua utilizada en México (61.2 km<sup>3</sup>), del cual se desperdicia alrededor de 50% por operación ineficiente, por prácticas inadecuadas, grandes demandas del recurso y mala planeación del uso del líquido en parcelas (riego por inundación), por problemas institucionales y desvío de recursos (falta de coordinación en la elaboración de las políticas públicas de los funcionarios a cargo) y por cultivos inapropiados en zonas que no son aptas para determinados tipos de cultivos (CEMDA, *et. al.*, 2006).

*Modificación de las cuencas (construcción de presas, desvío de ríos, cambios de uso de la tierra).*

Las áreas que hasta hoy se han utilizado para el aprovechamiento y explotación de los recursos naturales, en especial el agua, han correspondido a límites definidos por los seres humanos, que han establecido diversos tipos de propiedad, como la construcción de presas, y desvío de ríos, por medio de acciones de interés político y económico, que han contribuido a impedir el correcto funcionamiento de la naturaleza y de los ecosistemas, desintegrando los procesos ecológicos y productivos de las cuencas.

## DetECCIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES GENERADOS EN EL ÁREA DEL PROCESO DE UNA EMPRESA QUÍMICA MEDIANTE LA CÉDULA DE OPERACIÓN ANUAL.

### *Cambio climático global.*

La problemática no sólo es en México; el agua, animales y todo ser vivo incluida la especie humana, enfrenta una amenaza ambiental alarmante en todo el mundo: el cambio climático. La humanidad quema tal cantidad de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) que el clima en todo el planeta está cambiando de un amanaera acelerada. Miles de toneladas de gases de efecto invernadero (principalmente CO<sub>2</sub>) aprisionan el calor en nuestra atmósfera, lo cual origina más sequías, huracanes, fríos, calores, así como el derretimiento de los polos y glaciares.

### *Deforestación.*

Con base en CEMDA, *et. al.* (2006), en México, durante los últimos 20 años se ha perdido el 58% de los bosques y únicamente se conserva el 2% de las selvas. La deforestación se debe principalmente a la expansión de la frontera agropecuaria, compuesta por el sector agrícola y el sector ganadero o pecuario, ante la carencia de otras opciones productivas; a los altos niveles de pobreza de la población rural, el establecimiento de políticas públicas de fomento agropecuario que afectan en forma directa las zonas arboladas, la tala ilegal de árboles, el crecimiento acelerado de los asentamientos humanos y la falta de valoración de los servicios ambientales que brindan los bosques y selvas.

### **Contexto en México**

La actividad industrial en el país se concentra en centros urbanos donde el agua es escasa, lo que ha resultado en sobreexplotación de acuíferos, contaminación de ecosistemas, altos costos para hacer disponible el agua y conflictos por el uso y explotación del recurso. El volumen de agua usada en la industria es de 6 km<sup>3</sup> /año, del cual se descargan cerca de 5.36 km<sup>3</sup> /año como aguas residuales; es decir, más de 6 millones de toneladas al año de carga orgánica expresada como

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

demanda bioquímica de oxígeno (DBO), de las cuales son tratadas únicamente el 15%. Entre las actividades más contaminantes destacan la industria azucarera, química, petrolera, metalúrgica, así como papel y celulosa. (Aguilar, 2013).

En México la industria y la agricultura son las responsables de la mayoría de los contaminantes y menos del 25% de agua residual que se vierte a ríos y lagos es tratada (CEMDA, *et. al.*, 2006).

Sin embargo, muchos de los ríos que alguna vez fueron fuente de recursos hídricos en México, ahora están convertidos en canales de desagüe, ciertas zonas de los ríos Lerma y Santiago en el centro del país, el Pánuco, el Balsas y el Río Tijuana son ejemplos de los muchos ríos y lagos mexicanos que tienen serios problemas con la calidad de sus aguas (SEMARNAT, 2014).

Los mayores problemas de contaminación en el agua se presentan en el Valle de México y el Sistema Cutzamala, seguidos por la península de Baja California. La contaminación del agua puede provocar enfermedades infecciosas intestinales; en el 2010, en nuestro país, estos padecimientos fueron la tercera causa de muerte en niños menores de un año, registrando 1,277 fallecimientos. La contaminación que se genera en los ríos de México llega por este medio al mar, afectando la calidad del agua en las zonas costeras. De acuerdo con la SEMARNAT, en 2009 se monitorearon 338 playas, de las cuales 99% resultaron con niveles de contaminación aceptables (INEGI, 2010b).

El agua se contamina por desechos industriales, los cuales, son desperdicios orgánicos e inorgánicos producidos por empresas industriales o comerciales en sus procesos de producción. Los orgánicos tienen su origen en las industrias de alimentos, lecherías, empacadoras de pescado, fábricas de cerveza, fábricas de papel, procesos petroquímicos, fábricas textiles y lavanderías. Mientras que los desechos inorgánicos incluyen ácidos, álcalis, cianuros, sulfuros y sales de arsénico, plomo, cobre, cromo y zinc. (INEGI, 2010b).

## DetECCIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES GENERADOS EN EL ÁREA DEL PROCESO DE UNA EMPRESA QUÍMICA MEDIANTE LA CÉDULA DE OPERACIÓN ANUAL.

De esta manera, los efectos de la contaminación del agua por empresas industriales o comerciales se pueden generar mediante dos formas, las cuales son (García, 2002):

### *a) Directos:*

Producida por ingestión directa de agua contaminada, proveniente de abastecimientos de grandes poblaciones o de pozos contaminados (por actividades industriales), así como por contacto cutáneo o mucoso, lo que conlleva a originar infecciones en la piel u otros daños a la salud.

### *b) Indirectos:*

El agua actúa como medio para el desarrollo de infecciones, que pueden transmitirse a través de alimentos contaminados por descargas de aguas residuales, por algunos insectos que se reproducen en el agua, actuando como transmisores de enfermedades como paludismo o fiebre amarilla.

Así mismo, existen contaminantes del agua donde participan procesos industriales, los cuales pueden clasificarse en los siguientes dos grupos (García, 2002):

#### 1. Sustancias químicas inorgánicas:

Conformado por ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Los cuales en elevadas cantidades pueden causar graves daños a los seres vivos.

#### 2. Compuestos orgánicos:

Muchos de los productos elaborados por el hombre poseen moléculas orgánicas como el petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, entre otros, que acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, durante largos períodos de tiempo, debido a que poseen estructuras moleculares complejas, difíciles de degradar por los microorganismos.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### 1.2.1.2 Problemas ambientales en atmósfera

Dentro de los principales gases de contaminación atmosférica, contemplados en el protocolo de Kioto son: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), perflourocarbonos (PFC's) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) así como otros Gases de Efecto Invernadero (GEI) (INECC, 2013).

En cuanto a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), se observa un incremento en el año 2010. (Ver tabla 1). Así mismo, es importante señalar que el aumento más importante se da en el sector procesos industriales, debido al incremento de la producción de cemento y productos del sector químico.

Tabla 1. Tendencias de emisiones de GEI por el sector industrial 2005-2010

Sector	2005	2010	Incremento
	Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	%
Procesos Industriales	1,266.90	3,237.05	155.49

Donde Gg= Gigagramos (1x10<sup>9</sup> gr), eq= Equivalente

Fuente: INECC, 2013.

Dentro de los procesos Industriales, las fuentes que más contribuyeron a las emisiones de CO<sub>2</sub> para el sector procesos industriales en el año 2005 fue la elaboración de cemento (972.36 Gg) seguida de la producción de cal (137.43 Gg) y en el 2010 fue nuevamente la industria cementera (1,331.38 Gg) seguida de la producción de aluminio (290.39 Gg). Las emisiones totales de CO<sub>2</sub> eq en este sector son de 1,266.90 Gg y de 3,237.05 Gg para los años 2005 y 2010 respectivamente. (INECC, 2013).

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

**Combustibles más contaminantes utilizados por las Industrias manufactureras.**

Con base en el INECC (2013), en el 2010, el combustible más empleado fue el gas natural con 55.43% del total, seguido del gas LP con 26.4%, otros combustibles (como el combustóleo, carbón y coque de petróleo) con el 9.5% y finalmente el diésel con 8.6% (Ver tabla 2).

Tabla 2. Consumo de combustibles en el sector industrial en TJ

<b>Combustible</b>		<b>Consumo de combustibles (TJ)</b>
		<b>Año 2010</b>
Gas Natural		57,061.82
Gas LP		27,175.04
Diésel		8,867.85
Otros	Combustóleo	4,294.47
	Carbón	89.26
	Coque de Petróleo	5,462.04
<b>Total</b>		<b>102,950.48</b>

Donde TJ= Tera Joule

Fuente: INEEC, 2013.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

El consumo de combustible por las diferentes actividades industriales muestra una distribución del mismo, donde se observa que la industria alimenticia, bebidas y tabaco consumen 19.5% del total, la del papel y productos minerales no metálicos el 17.9% y 17%, respectivamente, la industria química el 14.6%, los productos metálicos, maquinaria y equipo el 11.9%, las industrias metálicas básicas el 10.3% y el resto de las industrias el 8.7% (como la industria textil, otras industrias manufactureras y la industria de la madera con 4.5%, 4.2% y 0.2%) para el año 2010 (Ver tabla 3).

Tabla 3. Consumo de combustibles por las industrias manufactureras en TJ en el Estado de México para el año 2010

Subsector	Consumo de energía (TJ)
	Año 2010
Industria Alimenticia, bebidas y tabaco	18, 827.35
Industria textil	4,300.24
Industria de la Madera	208.68
Papel y productos de papel, imprentas y editoriales	17,237.32
<b>Industria Química</b>	<b>14,091.97</b>
Productos minerales no metálicos	16,378.73
Industrias metálicas básicas	9,958.90
Productos metálicos, maquinaria y equipo	11,487.36
Otras industrias manufactureras	3,876.77
Total	96,367.32

Fuente: INECC, 2013.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

En la tabla anterior se muestra que la industria química se encuentra dentro de los primeros lugares en consumo de combustibles, ubicándose en el cuarto lugar, con un total de 14,091.97 TJ en el año 2010. Lo que tiene que ver directamente con la cantidad de emisiones de GEI a la atmósfera, derivados de los componentes de los combustibles que son utilizados por los distintos giros económicos.

### **1.2.1.3 Problemas ambientales en suelo**

Las fuentes fijas como las industrias, también repercuten sobre la contaminación del suelo, modificando sus características iniciales por la presencia de altas concentraciones de compuestos químicos que superan los límites permisibles aceptables, estos compuestos representan un riesgo inaceptable para la salud humana y el medio ambiente (Alonso, 2012).

A continuación, se muestran algunas de las causas y efectos de la contaminación del suelo producida por industrias fijas (Alonso, 2012):

#### **Causas:**

##### *Almacenamiento incorrecto de productos y/o residuos en actividades industriales*

Uno de los principales problemas de la actualidad, es la generación de residuos sólidos peligrosos en las industrias, mismas que conllevan a un almacenamiento inadecuado de estos, generando problemas ambientales por los posibles derrames de sustancias tóxicas al suelo, o a través de reacciones que se lleven a cabo por medio de calor, ocasionando problemas serios al ambiente. Es por ello que el mal manejo, tratamiento y almacenamiento de los residuos sólidos peligrosos, son una causa de contaminación al medio físico.

##### *Vertidos incontrolados de residuos*

Gran variedad de residuos, son vertidos a lugares en donde las industrias las denotan como áreas de descargas, ya que en muchas ocasiones se evitan pagos

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

por el tratamiento de los residuos, en especial de aquellos que son peligrosos y que por tanto requieren de un manejo especial. Es por ello que el aumento excesivo de residuos aunado a un mal manejo de estos, genera un descontrol por parte de las industrias, causantes de una fuente importante de contaminación del *suelo*.

### *Escombros industrial*

Los escombros industriales representan fuentes de contaminación directas para la atmósfera y suelo, debido a que en su mayoría están expuestos al medio, lo que a su vez repercute en la calidad del aire, y en la disminución de fertilidad del suelo, tal es el caso de los escombros mineros.

### *Accidentes en el transporte de mercancías*

El transporte de materiales incide en posibles accidentes que una vez acontecidos, conllevan a la contaminación directa del suelo, aire o agua, ya que todo depende de la sustancia que es transportada, y de las características químicas y físicas de estas, por lo que es de suma importancia el que se lleve un manejo adecuado de todas las mercancías y/o sustancias que son transferidas a otro sitio.

### *Fugas en tanques*

Las fugas de sustancias peligrosas, son un factor importante en la generación de accidentes graves en las industrias, pues en varias ocasiones los tanques se encuentran en malas condiciones, por fallas de instalación, o mal almacenamiento de estos, ocasionando una fuente directa de contaminación a la atmósfera y suelo, lo que a su vez pone en riesgo la salud de los trabajadores presentes en el área de trabajo, y así mismo el riesgo de la propia industria.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### *Vertidos incontrolados de aguas residuales*

Uno de los temas de contaminación graves en México, son las descargas de aguas residuales, que son utilizadas como fuentes de drenaje por las industrias a los cuerpos de agua, tal es el caso de los ríos que están contaminados por metales pesados y demás sustancias tóxicas, ocasionando graves problemas ambientales en suelo, aire y agua.

### *Deposición de contaminantes atmosféricos*

Otro de los factores que son causa de contaminación directa, son las deposiciones de contaminantes hacia la atmósfera, destacándose principalmente el CO<sub>2</sub>, el cual es emitido en gran parte por las industrias, ya que muchos de los combustibles que son utilizados en los distintos procesos de producción, generan emisiones que van directamente a la atmósfera, contribuyendo con el calentamiento global y disminuyendo la calidad del aire, suelo y cuerpos de agua.

### **Efectos:**

#### *Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas*

Se debe principalmente, al mal manejo de las aguas residuales que son generadas por las industrias (ya que en ocasiones el agua que es tratada en una planta específica, no garantiza que se obtenga una calidad adecuada del líquido para ser consumida), o por accidentes industriales, como el rompimiento de tuberías, derrames incontrolados, entre otros, disminuyendo la calidad del agua superficial, y afectando aquella que se encuentra en el subsuelo, la cual es la más utilizada para consumo humano, al ser extraída de pozos.

#### *Evaporación de compuestos volátiles*

Varias sustancias químicas, poseen la característica de ser volátiles, es decir, son transformadas fácilmente a vapor o gas cuando estas son expuestas al aire, lo que

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

genera que muchas de las sustancias tóxicas que son utilizadas por las industrias, tengan contacto con la atmósfera y también con el suelo al estar a ciertos grados de temperatura, aumentando la contaminación y mala calidad del aire.

*Contaminación de pozos de abastecimiento para el uso agrícola, industrial o municipal*

Este es uno de los efectos más graves que se generan por causa de las fábricas y/o empresas, que no han adquirido una responsabilidad ambiental, ya que la contaminación de los mantos acuíferos, es ocasionada por la filtración directa de contaminantes que provienen de las industrias sin un tratamiento previo, lo cual repercute directamente en el agua que es utilizada para consumo humano y para uso agrícola.

*Contaminación de hortalizas y animales.*

La contaminación del suelo afecta directamente las especies diversas de seres vivos, incluidas la especie humana. Sin embargo, la flora y fauna han sido las más vulnerables al obtener las consecuencias de los actos de los seres humanos, al irrumpir con el ciclo natural del agua, generando la contaminación y degradación de los ecosistemas, por medio de la degradación del ambiente.

### **Contaminación del suelo por hidrocarburos**

Según INEGI (2010c), en México cerca del 88% de la energía primaria que se consume proviene del petróleo, el cual es la principal fuente de insumos para generar energía eléctrica, lo que permite la producción de combustibles para los sectores de transporte e industrial.

Los hidrocarburos representan una importante fuente de actividad económica a nivel mundial, ya que son los principales combustibles fósiles que se utilizan como

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

materia prima para la elaboración de un sin fin de productos como, plásticos, ceras, telas, lubricantes, entre otros.

Sin embargo, estas actividades y formas de producción son las responsables de muchos de los problemas de contaminación en el medio ambiente, dando como resultado la degradación de los recursos naturales. (Alonso, 2012).

Dentro de las principales actividades consideradas como fuentes de contaminación de hidrocarburos son (Alonso, 2012):

- Gasolineras y talleres automotrices
- Talleres de pinturas y esmaltes
- Depósito final de residuos sólidos
- La manufactura de plaguicidas (fenoles, hidrocarburos halogenados, arsénico y metales pesados).

Esta última actividad, involucra la manufactura de plaguicidas, los cuales son productos que, al ser utilizados en forma conjunta con los fertilizantes, sirven como agente de prevención y control de los distintos tipos de plagas, que pueden afectar la productividad del sector agropecuario. Sin embargo, los plaguicidas pueden ser perjudiciales o influir de alguna otra manera en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de los alimentos, productos agrícolas, madera y otros productos forestales, así como el forraje de los animales (INEGI, 2010d).

Se clasifican en:

### *a) Insecticidas:*

Los cuales son sustancias que se aplican para combatir, controlar o evitar el desarrollo de insectos, a través de su acción química, física o biológica.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

*b) Herbicidas:*

Los cuales son sustancias que se aplican para combatir, controlar o evitar el desarrollo de malezas u otro tipo de plagas que atacan a los cultivos.

*c) Fungicidas:*

Son sustancias que inhiben o eliminan el desarrollo del hongo que causa la enfermedad.

### **1.3 Normas, reglamentos y leyes que regulan la contaminación por industria**

Debido a las problemáticas ambientales que se han citado en los puntos anteriores, el gobierno de México tomó la decisión de empezar a regular todos los rubros relacionados en los controles ambientales. Por lo cual, desde este punto se tocan los elementos jurídicos que regulan estos rubros, tratando con ello de mostrar, como las empresas industriales tienen la obligación de regular sus actividades, por medio de leyes, normas y reglamentos aplicables al proceso de producción correspondiente a la empresa productora. Esto con la finalidad de que continúen con su objetivo primordial que es la generación de productos que satisfagan las necesidades de la sociedad, pero sin perder la visión de respetar al ambiente.

#### **1.3.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)**

Esta ley fue publicada en enero de 1988, modificándose el 13 de diciembre de 1996. Hace referencia en la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como en la protección al ambiente en el territorio nacional, y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, teniendo por objetivo propiciar el desarrollo sustentable (LGEEPA, 2012). Es preciso destacar los reglamentos que surgen de esta ley, los cuales han sido una guía para aquellos sectores que generan un impacto sobre el ambiente, en diversas actividades y formas de

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

producción de los distintos giros económicos en México, incluida la industria química.

Esta ley posee cuatro reglamentos:

- 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

Con excepción del recurso agua, la función de inspección y fiscalización del cumplimiento de la LGEEPA recae en la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Asimismo, para cumplir con los formatos pertenecientes a la Cédula de Operación Anual se requiere de datos precisos, mismos que deben ser registrados por los encargados en turno de las industrias, los cuales deben estar apegados a varios artículos de la LGEEPA en relación con la industria, para cumplir con los artículos que se mencionan en ella, lo que conlleva a un cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y con el buen llenado de las tablas que emite la COA.

De esta manera, la LGEEPA hace mención en algunos de sus artículos referidos a la industria (incluida la producción de plaguicidas), donde se consideran aspectos relacionados con la emisión de contaminantes en agua, aire y suelo, así como en la generación de residuos sólidos y residuos peligrosos con relación al ambiente, así como su proceso de producción, los cuales se muestran a continuación:

**Artículo 1º.- VI.-** Prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

**Artículo 7°.-** III.- La prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales.

**Artículo 15°.-** IV.- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique.

**Artículo 28°.-** Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica.

**Artículo 38°.-** Los productores, empresas u organizaciones empresariales podrán desarrollar procesos voluntarios de autorregulación ambiental, a través de los cuales mejoren su desempeño ambiental, respetando la legislación y normatividad vigente en la materia y se comprometan a superar o cumplir mayores niveles, metas o beneficios en materia de protección ambiental.

I.- El desarrollo de procesos productivos y generación de servicios adecuados y compatibles con el ambiente, así como sistemas de protección y restauración en la materia.

**Artículo 110°.-** II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas.

**Artículo 111°.-** III.- Expedir las normas oficiales mexicanas que establezcan por contaminante y por fuente de contaminación, los niveles máximos permisibles de emisión de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera provenientes de fuentes fijas y móviles.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

**Artículo 113º.-** No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente.

**Artículo 117º.-** III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas.

**Artículo 120º.-** Para evitar la contaminación del agua, quedan sujetos a regulación federal o local: I. Las descargas de origen industrial.

**Artículo 121º.-** No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal.

**Artículo 134º.-** II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos.

**Artículo 135º.-** Los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo se consideran, en los siguientes casos: IV. El otorgamiento de todo tipo de autorizaciones para la fabricación, importación, utilización y en general la realización de actividades relacionadas con plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas.

**Artículo 143º.-** Los plaguicidas, fertilizantes y demás materiales peligrosos, quedarán sujetos a las normas oficiales mexicanas que expidan en el ámbito de sus respectivas competencias, la Secretaría y las Secretarías de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, de Salud y de Economía. El Reglamento de esta Ley establecerá la regulación, que dentro del mismo marco de coordinación deba observarse en actividades relacionadas con dichos materiales, incluyendo la disposición final de sus residuos, empaques y envases

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

vacíos, medidas para evitar efectos adversos en los ecosistemas y los procedimientos para el otorgamiento de las autorizaciones correspondientes.

**Artículo 150º.-** Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría (LGEEPA, 2012).

### **1.3.1.1 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.**

El presente reglamento rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, el cual tiene por objetivo reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera.

El reglamento define los procedimientos técnico-administrativos a que están sujetas las fuentes emisoras de contaminantes de jurisdicción federal, como son las licencias de funcionamiento y la Cédula de Operación Anual. Cabe destacar que, derivado de los cambios relativamente recientes a la LGEEPA, se inició la aplicación de nuevos mecanismos de regulación directa de las actividades industriales, de tal forma que se creó una Licencia Ambiental Única y una Cédula de Operación Anual (RLGEEPAPCCA, 2014).

Asimismo, este reglamento es importante para la regulación de las emisiones a la atmósfera, mismas que deben ser registradas en la Cédula de Operación Anual, para prevenir y controlar la contaminación por parte de las industrias.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### **1.3.1.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.**

De acuerdo a la SEMARNAT (2016). Este reglamento se basa en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), el cual es una base de datos nacional con información de sustancias contaminantes emitidas al ambiente: aire, agua, suelo y subsuelo que son transferidas en el agua residual y/o en los residuos peligrosos.

La información pública del RETC es: nombre del establecimiento, ubicación y cantidad emitida o transferida de una lista de 104 sustancias, además de las emisiones de contaminantes criterio de las fuentes fijas. Este registro emana del artículo 109 bis de la LGEEPA e integrará información de las diferentes fuentes emisoras de competencia de los tres órdenes de gobierno. La información del RETC será actualizada anualmente. El instrumento para recopilar la información del sector industrial de competencia federal es la Cédula de Operación Anual (SEMARNAT, 2016).

El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas en donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en lo que se refiere al registro de emisiones y transferencia de contaminantes.

Mientras que la aplicación de este Reglamento corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal (RLGEEPARETC, 2014).

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### **1.3.1.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Residuos Peligrosos**

Este reglamento rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, el cual tiene por objetivo reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que se refiere a residuos peligrosos.

La aplicación de este reglamento compete al ejecutivo federal por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del propio ejecutivo federal, de conformidad con las disposiciones legales aplicables. Las autoridades de la Ciudad de México, de los estados y de los municipios, podrán participar como auxiliares de la federación en la aplicación del presente reglamento, en los términos de los instrumentos de coordinación correspondientes (RLGEEPAP, 1988).

El presente reglamento, regula la generación de residuos peligrosos que son producidos por las industrias, los cuales deben de ser registrados en la Cédula de Operación Anual, para llevar un conteo de la cantidad de toneladas que se generan al año.

### **1.3.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**

En octubre del 2003 se publicó la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) en donde se establecieron los principios básicos para la formulación de la política ambiental para la prevención y gestión integral de residuos en México.

En su artículo primero se hace mención en que la presente ley, es reglamentaria de las disposiciones de la constitución política de los estados unidos mexicanos, que se refieren a la protección al ambiente, en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

Sus disposiciones son de orden público e interés social, teniendo por objetivo garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano, propiciando el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y de manejo especial; para prevenir la contaminación de sitios con residuos y llevar a cabo su remediación.

Según la propia ley, las entidades federativas y los municipios poseen la responsabilidad de elaborar e instrumentar sus programas locales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos y de manejo especial (LGPEGIR, 2015).

De esta manera, para el cumplimiento de la Cédula de Operación Anual, es importante la prevención, control, gestión integral y registro continuo de la generación de residuos que son producidos por las industrias, con la finalidad de cumplir con los requerimientos que exige la COA, y para el cumplimiento de la presente ley.

### **1.3.3 Ley General de Cambio Climático.**

El 6 de junio de 2012 se publicó la Ley General de Cambio Climático (LGCC) que entró en vigor en octubre de ese mismo año y que convirtió a México en el primer país en desarrollo en contar con una ley en la materia.

En su artículo primero se hace mención en que la presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

Esta ley tiene por objetivo garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y regulación y mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera (LGCC, 2012).

Por otra parte, la Cédula de Operación Anual aunado a la Ley General de Cambio Climático, contribuyen en la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, al tener un registro controlado de las emisiones por parte de las industrias.

#### **1.3.4 Licencia Ambiental Única**

La Licencia Ambiental Única (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.

En correspondencia con el enfoque de la LAU, la Cedula de Operación Anual (COA) se constituye en un reporte anual multimedios relativo a la emisión y transferencia de contaminantes ocurridos en el año calendario anterior. Por lo que su presentación, forma parte de las obligaciones fijadas en la Licencia de Funcionamiento y la Licencia Ambiental Única (SEMARNAT, 2016b).

Cuando se refiera a fuentes fijas de jurisdicción federal en atmósfera (artículo 111 Bis de la LGEEPA, párrafo segundo), es decir, las industrias: química, petróleo y petroquímica, pinturas y tintas, automotriz, celulosa y papel, metalúrgica, vidrio, generación de energía eléctrica, asbesto, cementera y calera y tratamiento de residuos peligrosos. Únicamente los subsectores establecidos en el artículo 17 bis de la reforma del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

de la Atmósfera, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de junio de 2004. Las fuentes fijas de jurisdicción federal que tienen una Licencia Ambiental Única deberán de actualizarse cuando cambien sus procesos industriales, incrementen la producción anual, y/o cambien su razón social (SEMARNAT, 2016b).

### **1.3.5 Normas Oficiales Mexicanas**

La SEMARNAT (2016) emite una serie de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que regulan las emisiones de contaminantes provenientes de fuentes fijas (como la industria química, la industria del vestido, la industria mineral metálica, entre otros) y fuentes móviles (como ejemplo, autos particulares, camiones, entre otros); dichas normas están dirigidas a restringir a ciertos niveles las emisiones de óxidos de azufre, óxido de nitrógeno, partículas, compuestos orgánicos volátiles y monóxido de carbono. También establece la normatividad que regula la calidad de los combustibles y establece los requerimientos técnicos de los métodos empleados para medir los contaminantes más comunes en el aire.

Descrito lo anterior, la SEMARNAT (2016) emite una clasificación de normas, en donde se incluyen las fuentes fijas tales como los establecimientos industriales, las cuales se muestran a continuación:

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

Tabla 4. Normas Oficiales Mexicanas aplicables en materia ambiental

<b>Norma Oficial Mexicana (NOM)</b>	<b>Materia que aplica</b>
Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica que establece los niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.	Contaminación atmosférica
Norma Oficial Mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	Contaminantes Industriales
Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Residuos peligrosos
Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	Calidad de agua residual
Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Descarga de aguas residuales
Norma Oficial Mexicana NOM-165-SEMARNAT-2013, Que establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el registro de emisiones y transferencia de contaminantes.	Sustancias peligrosas-Calidad del aire

Fuente: SEMARNAT,2018.

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

En este capítulo, se abordó el tema de las industrias y su relación con los problemas ambientales a los cuales hacemos frente hoy en día, derivado de los diversos productos que son elaborados en la actualidad. De esta manera, las empresas son agentes importantes que influyen en el tema de contaminación en agua, suelo y aire, las cuales deben estar bajo ciertos reglamentos y leyes que permitan cumplir con lo establecido en la Cédula de Operación Anual, para un mejoramiento en los procesos de producción y lograr un beneficio en el ambiente.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

## ***Capítulo II Cédula de Operación Anual (COA)***

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

El presente capítulo introduce sobre la importancia, función y contribución de la Cédula de Operación Anual (COA), como un instrumento de política ambiental que especifica los requerimientos necesarios para el cumplimiento de los formularios señalados en la COA, a través de información generada por las empresas con base en su proceso de producción, con la finalidad de disminuir y controlar sus emisiones sobre el ambiente, por medio de un registro y monitoreo de sus descargas de aguas residuales, emisiones a la atmósfera y generación de residuos peligrosos.

## **2. Cédula de Operación Anual (COA)**

La COA es un instrumento de reporte y recopilación de información de emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos a nivel federal, que permite reunir información actualizada para la definición de políticas ambientales prioritarias y áreas críticas, mediante el diagnóstico ambiental sectorial, regional y nacional, lo que posibilita la actualización del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) del País. (Consultoría SD- Franco Group S.C., 2016).

En correspondencia con el enfoque de la Licencia Ambiental Única (LAU), la COA se constituye en un reporte anual en el que los responsables (empresas que emiten más de 25, 000 toneladas de Bióxido de Carbono) deben presentar la Cédula de Operación Anual en el primer cuatrimestre de cada año, reportando los resultados relativos a la emisión y transferencia de contaminantes ocurridos del muestreo ambiental representativo del año anterior, el cual deberá ser realizado por laboratorios acreditados (SEMARNAT, 2016a).

Descrito lo anterior las empresas responsables de presentar la COA son (SEMARNAT, 2016):

- Fuentes fijas de jurisdicción federal (Establecimientos sujetos a reporte de competencia federal)

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

- Los grandes generadores de residuos peligrosos, (generación  $\geq 10$  ton de residuos peligrosos al año).
- Los prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos.
- Empresas que descarguen aguas residuales en cuerpos de agua nacionales.
- Empresas generadoras de 25,000 toneladas o más CO<sub>2</sub> equivalente de Compuestos y Gases Efecto Invernadero (CyGEI) de los diferentes sectores productivos del país.

## **2.1 Función de la Cédula de Operación Anual**

De acuerdo al SEMARNAT (2015), dentro de la COA se solicita información del proceso productivo relacionada con insumos, productos, subproductos y consumo energético. Con la finalidad de apoyar al particular a integrar la información solicitada en las etapas del proceso en las que se generan productos, subproductos, residuos, liberaciones al aire, así como a cuerpos de agua y al suelo. Con ello, se concentra la información de los procesos de una forma ordenada dividida en 6 secciones que facilitan la elaboración de la COA, tal y como se muestra a continuación:

- 1) Fuentes fijas de jurisdicción federal (atmósfera).
- 2) Fuentes fijas de jurisdicción federal (RETC).
- 3) Grandes generadores de residuos peligrosos.
- 4) Descargas de aguas residuales en cuerpos de aguas nacionales.
- 5) Empresas de servicio de manejo de residuos peligrosos.
- 6) Establecimientos sujetos a reporte de compuestos y gases de efecto invernadero.

*También deberán elaborar la Cédula de Operación Anual (COA), aquellos establecimientos que generen:*

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

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

*De esta manera la COA se presenta por establecimiento industrial para:*

- Actualizar la información sobre su operación y facilitar su seguimiento por parte de la autoridad ambiental.
- Ofrecer información actualizada que contribuya a la definición de políticas ambientales por regiones prioritarias o a escala nacional.
- Generar información anual sobre la emisión y transferencia de contaminantes.
- Dar seguimiento a la operación del establecimiento.
- Actualizar, si es el caso, las condiciones de licenciamiento.
- Apoyar la toma de decisiones en materia de protección ambiental.

Dado el enfoque multimedios de la COA, la empresa podrá derivar, del análisis de la misma, prioridades en materia de procesos que promuevan el uso de tecnologías limpias y la detección de problemas ambientales específicos. Ello le permitirá ampliar el concepto de lo que actualmente se conoce como tecnologías de control e incorporar la consideración de la necesidad de sustitución de materias primas y sustancias peligrosas, el cambio o modernización de procesos, racionalización del uso del agua y energía, la utilización de mejores combustibles y la implementación del reciclaje de residuos o subproductos (SEMARNAT, 2015).

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

*Así mismo:*

- La COA contribuye a integrar anualmente el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).
- A través del RETC se pueden conocer las emisiones y transferencia de contaminantes prioritarios en relación con sectores claves de la economía a nivel municipal, estatal y nacional.
- Dicho registro es uno de los componentes del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

## **2.2 Elementos que constituyen la Cédula de Operación Anual**

El sector industrial se ha caracterizado por un crecimiento acelerado y desordenado, lo que genera una mayor demanda de la capacidad ambiental, asociada al incremento del desarrollo económico y a la satisfacción de las necesidades humanas.

Cada año se suman a las ya existentes, miles de nuevas sustancias químicas, donde el ciclo de vida de estas sustancias son un ejemplo claro de la necesidad de políticas y estrategias multisectoriales, además de considerar los compromisos que existen en materia de generación de residuos peligrosos, emisiones a la atmósfera, así como descargas residuales a nivel nacional e internacional. Es por ello que la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), tiene como una de sus funciones principales, la definición de estas políticas que contribuyan a la disminución de estas sustancias altamente contaminantes (Riojas, Schilman, López, Finkelman, 2013).

Si bien, la Cédula de Operación Anual (COA) contribuye no solo a ofrecer información actualizada que colabore con la definición de políticas ambientales en el país, sino que también genera la información necesaria para identificar las emisiones y transferencia de contaminantes por sector industrial, los cuales se muestran a continuación:

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### **2.2.1 Generación de residuos peligrosos**

Con base en la LGEEPA (2012), se define un residuo peligroso, como todo aquel que, en cualquier estado físico, que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

A su vez, dentro de la LGEEPA en su artículo 111 bis. - se consideran fuentes fijas de jurisdicción federal, la industria química, del petróleo y petroquímica, de pinturas y tinta, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgica, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementera y calera, así como el tratamiento de residuos peligrosos.

En base en la COA, en materia de residuos peligrosos, los sujetos obligados serán aquellos establecimientos que generen 10 toneladas o más de residuos peligrosos (grandes generadores, dictado en el artículo 72 Reglamento LGPGIR), así como aquellas empresas de servicio (prestadora del servicio, dictado en el artículo 72 reglamento LGPGIR) de manejo de residuos peligrosos que cuenten con autorización otorgada por SEMARNAT. Los cuales estarán sujetos a generar datos de registro (Sección IV y Sección V, si transfiere sustancias RETC en cantidades igual o mayores al umbral de reporte) (SEMARNAT, 2015).

Así mismo, la LGEEPA (2012) establece en su artículo 46 que los grandes generadores de residuos peligrosos, están obligados a registrarse ante la secretaría correspondiente y someter a su consideración el plan de manejo de residuos peligrosos, así como llevar una bitácora y presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo a las que se sujetaron sus residuos peligrosos.

A través de la COA, las empresas que producen residuos peligrosos, están obligadas a registrar en una serie de formatos y registros (emitidos por la COA) la cantidad de residuos peligrosos que se generan por día, semana, mes y año, de

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

acuerdo al proceso de producción de la empresa, giro industrial en el que se encuentre, producto que se elabora, turnos de trabajo que maneje la compañía, horarios de los turnos de operación, maquinaria que es utilizada y materia prima que es empleada para el proceso.

Dentro del informe anual de generación, manejo de residuos peligrosos, suelos contaminados y reporte anual de transferencia de residuos peligrosos, perteneciente a la COA (sección IV), menciona que, se deberá integrar la información con la cual, los grandes generadores de residuos peligrosos, tienen la obligación de otorgar a la SEMARNAT el informe anual de generación de residuos peligrosos, así como el informe anual de manejo de los mismos, incluyendo su disposición final, obligaciones previstas en los artículos 42 de la Ley General para la Prevención y Control de los Residuos (LGPGIR) y 72 de su reglamento (SEMARNAT, 2015).

Así mismo, los grandes generadores integrarán la información correspondiente a sus actividades, realizando un informe de generación, almacenamiento y manejo de residuos peligrosos, así como su transferencia y el correspondiente seguimiento a las actividades de los planes de manejo de este tipo de residuos.

Del mismo modo, la información que se integra en la sección IV de la COA, permite a los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal que en términos del artículo 111-Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y 17 Bis de su Reglamento en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en los artículos 9 y 10 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, conforme a los cuales deben reportar la transferencia de residuos peligrosos (SEMARNAT, 2015).

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

De acuerdo a las obligaciones establecidas en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (2014), en sus artículos 9 y 10, se consideran establecimientos sujetos a reporte federal las industrias químicas, entre otras, así como los generadores de residuos peligrosos y aquellas empresas que descarguen aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales.

### **2.2.2 Emisiones a la atmósfera**

De acuerdo a la LGEEPA (2012) en su artículo 111 bis se menciona que para la operación y funcionamiento de las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases, partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, se requerirá autorización de la Secretaría correspondiente (SEMARNAT).

Los sujetos obligados establecidos, en los artículos 3 y 4 del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) en materia de Registro Nacional de Emisiones (RENE), deben registrar los gases o compuestos de Efecto Invernadero, para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 5 y 7 del Reglamento de la LGCC en materia de Registro Nacional de Emisiones (RENE) (SEMARNAT, 2015).

De esta manera los establecimientos que emitan 25,000 ton o más de Bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) equivalente, deben reportar obligatoriamente sus emisiones directas e indirectas de gases o compuestos de efecto invernadero, los cuales se muestran a continuación (SEMARNAT, 2016c):

- Dióxido de carbono
- Metano
- Óxido nitroso
- Carbono negro u hollín
- Gases fluorados

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

- Hexafloruro de azufre
- Trifluoruro de nitrógeno
- Éteres halogenados
- Halocarbonos
- Mezclas de estos gases y otros gases designados por la SEMARNAT

### **2.2.3 Descarga de aguas residuales**

Dentro de la COA (Sección III), se lleva a cabo un registro de descargas de contaminantes en el agua: a cuerpos de agua (emisiones) y transferencias (alcantarillado), donde se recopila información sobre los contaminantes presentes en el agua residual, que son vertidos a cuerpos de agua o se transfieren al alcantarillado municipal por parte de sujetos a los que se autorizó por concesión, asignación e incluso tratamiento de las descargas de aguas residuales (SEMARNAT, 2015).

*En esta información se incluye (SEMARNAT, 2015):*

- Reporte sobre las fuentes de extracción de agua (autorizaciones e información de su aprovechamiento).
- Los establecimientos que descarguen aguas residuales en cuerpos receptores, y que sean aguas nacionales, deben reportar las fuentes de extracción y aprovechamiento de agua, descarga de aguas residuales, así como tratamiento y otras fuentes de abastecimiento, para llevar un registro de parámetros, emisiones y transferencias en descargas de aguas residuales, conforme a lo establecido en los artículos 9 y 10 del reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

Dentro de la COA se recopila información sobre los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, las cuales deben ser identificadas a través de

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes (NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-002-SEMARNAT-1996).

#### **2.2.4 Registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC) y prevención de la contaminación.**

En esta sección, dentro de la COA se recopila información sobre las emisiones y transferencia de sustancias sujetas a reporte, identificadas en la Norma Oficial Mexicana correspondiente (NOM-165-SEMARNAT-2012), en agua, suelo y aire.

*Las empresas sujetas a reporte serán aquellas que se mencionan a continuación:*

- Empresas que generaren emisiones a cualquier medio (aire, agua o suelo) y/o hayan transferido sustancias en descargas de agua y residuos peligrosos, en cantidades iguales o mayores a las establecidas como umbral de reporte en la Norma Oficial Mexicana (NOM-165-SEMARNAT-2012).
- Acciones de prevención realizadas por la fuente y su área de aplicación.
- Actividades como las de reutilización, reciclaje, obtención de energía, tratamiento, control o disposición final en los términos previstos en el artículo 10, fracción X, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (SEMARNAT 2015).

#### **2.2.5 Registro de emisiones de Gases o compuestos de Efecto Invernadero (GEI)**

En este apartado de la COA, se recopila información sobre las emisiones directas e indirectas, de gases o compuestos de efecto invernadero de los sectores, subsectores y actividades que se identifiquen como establecimientos sujetos a reporte conforme a los artículos 3 y 4 del reglamento de la ley general de cambio climático (RLGCC), este último se muestra a continuación:

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

Artículo 4 del RLGCC (2014) dictamina que las actividades que son consideradas como establecimientos sujetos a reporte para el sector industrial-subsector en industria química son:

*Sector Industrial- Subsector industria química:*

- Fabricación de productos químicos básicos
- Fabricación de resinas y hules sintéticos y de fibras químicas
- Fabricación de fertilizantes, pesticidas y otros agroquímicos
- Fabricación de productos farmacéuticos
- Fabricación de pinturas, recubrimientos y adhesivos
- Fabricación de jabones, limpiadores y preparaciones de tocador
- Fabricación de productos de plástico
- Fabricación de productos de hule

De esta manera, la fabricación de diversos productos genera emisiones directas, las cuales conforme al artículo 2, fracción IV del reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del registro nacional de emisiones, son aquellas que se producen en los procesos y actividades del establecimiento sujeto a reporte y que emiten las fuentes fijas de dicho establecimiento.

*Se deben registrar:*

1. Las emisiones directas de gases o compuestos de efecto invernadero provenientes de procesos de combustión en fuentes fijas (fuentes con ubicación física permanente en un sitio determinado). Las emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero resultantes se deben expresar en toneladas (t), y el total de emisiones en toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2e</sub>).
2. Las emisiones directas de gases o compuestos de efecto invernadero provenientes de fuentes móviles, entendiéndose por tal, aquella maquinaria o

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

equipo que, sin constituir una instalación con ubicación física permanente, genera gases o compuestos de efecto invernadero por la operación de motores de combustión interna (todo tipo de vehículos o maquinaria, no adherida a instalaciones fijas, que operen con motores de combustión sin importar el tipo de combustible que se emplee en éstas, especificando las emisiones de bióxido de carbono, metano y óxido nitroso, expresándolas en toneladas (t)).

3. Las emisiones directas de gases o compuestos de efecto invernadero provenientes de los procesos de producción que ocurran en las fuentes fijas, exceptuando las de procesos de combustión, fugitivas y actividades agropecuarias. Entendiendo por fuente fija como aquella con ubicación física permanente en un sitio determinado que en su operación o desarrollo de su actividad emite gases o compuestos de efecto invernadero. Esta definición incluye aquellos sitios o instalaciones en donde se desarrollan actividades industriales, comerciales, de servicios, forestales; rellenos sanitarios y plantas de tratamiento de aguas residuales, especificando las emisiones de bióxido de carbono, metano, óxido nitroso, carbono negro u hollín, clorofluorocarbonos, hidroc fluorocarbonos, perfluorocarbonos, hexafluoruro de azufre, trifluoruro de nitrógeno, hidrof luorocarbonos y halocarbono.
4. El establecimiento sujeto a reporte que consuma electricidad, ya sea de la red nacional de suministro perteneciente a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) o de un proveedor que las produzca utilizando combustible que generen gases o compuestos de efecto invernadero tiene la obligación de registrar sus emisiones indirectas, entendido por emisión indirecta la consecuencia de consumo de energía eléctrica. Las emisiones se deben expresar en toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2e</sub>).
5. El establecimiento sujeto a reporte que consuma vapor o alguna forma de energía térmica, de origen diferente a la geotérmica, debe registrar sus

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

emisiones indirectas, entendido por emisión indirecta la consecuencia del consumo de energía térmica. Las emisiones se deben expresar en toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2e</sub>).

6. La sumatoria de las emisiones por gas o compuesto de efecto invernadero o bien, por familia en el caso de clorofluorocarbonos, hidroc fluorocarbonos, perfluorocarbonos, hidrof luorocarbonos y halocarbono, conforme se agrupan en el acuerdo que establece los gases o compuestos de efecto invernadero que se agrupan para efectos de reporte de emisiones, así como sus potenciales de calentamiento, empleando los potenciales que en este se establecen. En este sentido, las emisiones deben expresarse en toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2e</sub>).
7. La emisión de clorofluorocarbonos, hidroc fluorocarbonos, perfluorocarbonos, (exceptuando el hexafluoruro de azufre y trifluoruro de nitrógeno que se reportan de forma independiente), hidrof luorocarbonos y halocarbonos, considerando sus potenciales de calentamiento (SEMARNAT, 2015).

Mientras que las emisiones indirectas, conforme la Fracción V del reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia de registro de emisiones, son aquellas que se generan fuera del establecimiento sujeto a reporte como consecuencia de consumo de energía eléctrica y térmica; las cuales serán estimadas o calculadas, de conformidad con los acuerdos que para tal efecto expida la secretaría, utilizando la información siguiente:

- Consumo anual de energía eléctrica
- Reportes de forma separada de las emisiones directas provenientes del proceso y fugitivas (reportes por el sector energía).

Los sectores industriales sujetos a jurisdicción federal, tienen la obligación de cumplir con la información que es solicitada por medio de la COA, con la finalidad de llevar a cabo un mejor control, registro y monitoreo de emisiones a la

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

atmósfera, descargas de aguas residuales y generación de residuos peligrosos. Así mismo, el crecimiento de la política ambiental ha contribuido con la regulación de los procesos de producción de las empresas, por medio de normas jurídicas, reglamentos y leyes sobre la parte medioambiental, siendo estas de gran importancia para reducir, controlar y mitigar los impactos sobre el ambiente.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### ***Capítulo III- Metodología***

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

En el presente capítulo se aborda la metodología utilizada para el desarrollo de la presente investigación con respecto al proceso de producción de un plaguicida, a través del llenado de las tablas y formatos establecidos dentro de la Cédula de Operación Anual, de la cual, se tomaron únicamente las tablas y apartados correspondientes para dicho proceso de elaboración. Cabe mencionar que las tablas seleccionadas de la COA se encuentran divididas en materia de atmósfera, residuos peligrosos y descargas de aguas residuales, explicando en cada apartado, la información necesaria para el llenado de las tablas correspondientes del proceso.

Figura 1. Metodología de investigación:



Figura 1. Etapas del Trabajo de Investigación Fuente: Propia, 2016

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### **3.1 Selección de la Industria Química del giro “Producción de Plaguicidas”**

La selección de la empresa química se basó en una recopilación de información referente al proceso de producción de un plaguicida, dado que la mayor parte de éstos son compuestos químicos sintéticos preparados deliberadamente para ser tóxicos frente a determinados organismos. Sin embargo, Los efectos indeseables ocasionados por los plaguicidas generan (Navarro y Barba; 1995):

- a) Descuidos y accidentes: Tal es el caso de la muerte de peces por vertidos accidentales de las industrias o lavados sin precaución de equipos y depósitos de tratamiento.
- b) Alteración de la vida salvaje a consecuencia de la utilización indebida de un determinado plaguicida.
- c) Daños ocasionados por residuos de plaguicidas, tanto los liposolubles, capaces de degradarse lentamente y concentrarse en los tejidos grasos de los organismos (Incluidos los seres humanos), como los hidrosolubles que pueden contaminar las aguas subterráneas.
- d) Por otra parte, los plaguicidas depositados en el suelo quedan íntimamente ligados a él, ya sea por adsorción o por simple mezcla. El suelo puede actuar, por tanto, como portador del plaguicida cuando sus partículas constituyentes son arrastradas de un lugar a otro por efecto del viento o las aguas de escorrentía.
- e) Las sustancias activas que contienen los plaguicidas, en su mayoría resultan ser altamente tóxicos para el medio ambiente y para el ser humano (Navarro y Barba; 1995).

Cabe señalar que, los puntos descritos anteriormente y la información recabada del proceso de producción de plaguicidas fueron obtenidos de manuales técnicos, fuentes bibliográficas y de informes técnicos correspondientes al proceso de este agroquímico.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### **3.2 Recopilación de información de la Industria en el proceso de fabricación de un plaguicida.**

De la recopilación de datos de la empresa química, se seleccionó la información relacionada con el proceso de producción del producto (en este caso un plaguicida). Para lo cual se analizaron las etapas en cuanto a la materia prima, los tipos de residuos generados, emisiones a la atmósfera y las descargas de aguas residuales.

De acuerdo a la SEMARNAT (2015), en la COA se solicitan los siguientes datos divididos por secciones los cuales se citan a continuación:

#### *Diagrama de funcionamiento*

En el cual se muestran los bloques que conforman todo el proceso de producción, especificando las áreas en donde se generan emisiones a la atmósfera, descargas de agua residuales y generación de residuos peligrosos.

Descritos los datos requeridos por la COA mencionados anteriormente, la información obtenida del proceso de producción de un plaguicida debe ser clasificada en las siguientes áreas (SEMARNAT, 2015):

#### **3.2.1 Fuentes Fijas de Jurisdicción Federal (Atmósfera)**

- Datos de registro de la empresa
- Diagrama de funcionamiento
- Llenado de las siguientes tablas con información del proceso de producción divididas por secciones

De acuerdo a la COA, en materia de atmósfera se llenaron las siguientes tablas con información derivada del proceso de producción de un plaguicida, las cuales se encuentran divididas por secciones.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

*Sección I:*

Tablas con información de los eventos programados y no programados, insumos, productos, subproductos y productos intermedios, generación de energía eléctrica, consumo anual energético, consumo anual de energía eléctrica.

*Sección II:*

Características de maquinaria, equipo o actividad que genera contaminantes, características de chimeneas y ductos de descarga de las emisiones conducidas, monitoreo de parámetros normados y específicos establecidos en autorizaciones, registro de emisiones anuales a la atmósfera.

*Sección III:*

Fuentes de extracción y aprovechamiento de agua, descarga de aguas residuales, tratamiento y otras fuentes de abastecimiento, registro de parámetros, emisiones y transferencia de descargas de aguas residuales.

*Sección IV:*

Informe de generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos, transferencia y seguimiento a las actividades de los planes de manejo de este tipo de residuos.

### **3.2.2 Fuentes Fijas de Jurisdicción Federal (RETC)**

Con base en la COA, en materia de Registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC), se llenaron las siguientes tablas con información derivada del proceso de producción de un plaguicida, las cuales se encuentran divididas por las siguientes secciones.

*Sección I:*

Eventos programados y no programados, insumos, productos, subproductos y productos intermedios, generación de energía eléctrica, consumo anual energético, consumo anual de energía eléctrica.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

*Sección II:*

Características de maquinaria, equipo o actividad que genera contaminantes, características de chimeneas y ductos de descarga de las emisiones conducidas, monitoreo de parámetros normados y específicos establecidos en autorizaciones, registro de emisiones anuales a la atmósfera.

*Sección III:*

Fuentes de extracción y aprovechamiento de agua, descarga de aguas residuales, tratamiento y otras fuentes de abastecimiento, registro de parámetros, emisiones y transferencia de descargas de aguas residuales.

*Sección IV:*

Informe de generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos, transferencia y seguimiento a las actividades de los planes de manejo de este tipo de residuos.

*Sección V:*

Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el establecimiento, emisiones y transferencia de sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programados, acciones de prevención realizadas en la fuente.

### **3.3.3 Grandes generadores de residuos peligrosos**

De acuerdo a la COA, en materia de residuos peligrosos, se llenaron las siguientes tablas con información derivada del proceso de producción de un plaguicida, las cuales se encuentran divididas por las siguientes secciones.

*Sección I:*

Eventos programados y no programados

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

*Sección IV:*

Informe de generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos, transferencia y seguimiento a las actividades de los planes de manejo de este tipo de residuos.

*Sección V:*

Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el establecimiento, emisiones y transferencia de sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programados, acciones de prevención realizadas en la fuente.

### **3.3.4 Descargas de aguas residuales en cuerpos de agua nacionales**

De acuerdo a la COA, en materia de aguas residuales se llenaron las siguientes tablas con información derivada del proceso de producción de un plaguicida, las cuales se encuentran divididas por las siguientes secciones.

*Sección I:*

Eventos programados y no programados

*Sección III:*

Fuentes de extracción y aprovechamiento de agua, descarga de aguas residuales, tratamiento y otras fuentes de abastecimiento, registro de parámetros, emisiones y transferencia de descargas de aguas residuales.

*Sección V:*

Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el establecimiento, emisiones y transferencia de sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programados, acciones de prevención realizadas en la fuente.

### **3.3.5 Empresas de servicio de manejo de residuos peligrosos**

Con base en la COA, en materia de aquella empresa que prestó servicios de manejo de residuos peligrosos, se llenaron las siguientes tablas con información

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

derivada del proceso de producción del plaguicida, las cuales se encuentran divididas por las siguientes secciones.

*Sección IV:*

Informe del manejo de residuos peligrosos de empresas prestadoras de servicios, tratamiento de suelos contaminados.

*Sección V:*

Información específica sobre manejo y/o disposición final de residuos peligrosos o de tratamiento de aguas residuales que contengan sustancias RETC.

**3.3.6 Establecimientos sujetos a reporte de compuestos y gases de efecto invernadero**

En base a la COA, en materia de compuestos y gases de efecto invernadero, se llenaron las siguientes tablas con información derivada del proceso de producción de un plaguicida, las cuales se encuentran divididas por las siguientes secciones.

*Sección I:*

Insumos, producción y uso de clorofluorocarbonos, hidroclorofluorocarbonos, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y halocarbonos, productos, subproductos y productos intermedios, generación de energía eléctrica, consumo anual energético, consumo anual de energía eléctrica, descripción y actividad de automotores y vehículos autopropulsados.

*Sección II:*

Descripción de las actividades correspondientes al sector agropecuario, subsector ganadería, descripción de las actividades correspondientes al subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos.

*Sección III:*

Tratamiento y otras fuentes de abastecimiento

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### *Sección IV:*

Registro de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero.

A continuación, se muestran las tablas emitidas por la Cédula de Operación Anual (COA), las cuales deben ser llenadas con la información correspondiente para el análisis de un proceso de producción, específicamente en empresas que sean grandes generadoras y cumplan con lo establecido en la COA para su llenado obligatorio (SEMARNAT, 2015).

Cabe mencionar que la numeración de cada una de las tablas corresponde a la numeración del Instructivo y formato de la COA. Con la finalidad de que el lector se ubique tanto en el trabajo de investigación como en la COA respectivamente.

Se enfatiza que estas tablas solamente se colocan para ubicar al lector de la información requerida por la COA, en materia de generación de residuos peligrosos, emisiones a la atmósfera, descargas de aguas residuales, emisiones y transferencia de contaminantes (RETC), así como, por las emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero.

Las Tablas 1.1.2, 1.2, 1.3.1, 1.4 y 1.4.1 corresponden a la sección I “Operación y funcionamiento”, por lo cual, esta información y numeración de las mismas se encuentran agrupadas conforme a los aspectos que se solicitan en el instructivo y formato de la Cédula de Operación Anual (SEMARNAT, 2015).

Por otra parte, algunas tablas que solicita la COA no se colocaron en este documento ya que, debido al giro de la empresa, estas tablas no aplican en cuanto a su llenado.



Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

**1.2 Insumos**

Involucra toda la materia prima, energía, entre otros, que son utilizados en el proceso de producción.

Insumos involucrados en:	Punto de consumo	Mezcla (Si/No)	Contiene Sustancia(s) RETC	Nombre			Clasificación del insumo	Estado físico	Forma de almacenamiento	Consumo anual	
				Comercial	Químico	No. CAS				Cantidad	Unidad
Proceso											
Servicio auxiliares <sup>7</sup>											

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### 1.3 Productos, subproductos y productos intermedios

Productos elaborados por el establecimiento, los subproductos (que no son parte del producto final pero que se generan en un proceso productivo y puede constituir un insumo en un proceso industrial distinto al que lo generó) y los productos intermedios (que son elaborados en una etapa intermedia del proceso para integrarlo al producto final).

	Punto relacionado con el diagrama	Nombre del producto o subproducto o producto intermedio	Nombre químico	Tipo de proceso productivo	Contiene Sustancia(s) RETC	Fracción de clínker en el cemento	Proporción de cullet en el proceso	Estado Físico	Forma de Almacenamiento	Capacidad de producción instalada	Producción anual		Uso del subproducto <sup>16</sup>	% Usado del subproducto
											Cantidad	Unidad		
Productos														
Subproductos														
Productos intermedios														

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### 1.3.1 Generación de energía eléctrica

Hace referencia a fuentes fijas de jurisdicción federal en materia de atmósfera, y establecimientos sujetos a reporte que emiten de forma directa compuestos y gases de efecto invernadero, así como de las que generan energía eléctrica (como actividad predominante).

Capacidad de producción instalada (MW)	Tipo de planta	Generación Anual (MWh)		Consumo de combustible		
		Bruta Neta	Bruta Neta	Tipo	Cantidad	Unidad

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### 1.4 Consumo anual energético

Enfatiza en fuentes fijas de jurisdicción federal en materia de atmósfera, que consuman energía de combustibles, y para las empresas que constituyan fuentes de emisión directa de gases o compuestos de efecto invernadero.

Área de consumo	Punto de consumo	Tipo de combustible	Componente	Porcentaje del componente en la composición del combustible	Número de autorización para uso de combustibles alternos	Vigencia de autorización	Consumo anual	
							Cantidad	Unidad
Proceso productivo								
Servicios Auxiliares								
Generación de energía eléctrica in situ								

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### 1.4.1 Consumo anual de energía eléctrica

Se refiere al consumo de fuentes fijas de jurisdicción federal en materia de atmósfera, que consuman energía eléctrica, y para las empresas que constituyan fuentes de emisión indirecta de gases o compuestos de efecto invernadero.

Suministro	Procedencia o modalidad	Cantidad consumida (kWh)	Tipo tecnología
Externo			
Interno			

A partir de las Tablas 2.1.1, 2.1.2, 2.1.4, 2.2 y 2.3 la información comienza a ser clasificada en cuanto a las variables ambientales que solicita la COA, en materia de “Registro de emisiones de contaminantes a la atmósfera”.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

**En cuanto al registro de emisiones de contaminantes a la atmósfera continúa con la Sección II:**

**2.1. Generación de contaminantes a la atmósfera**

**2.1.1. Características de maquinaria, equipo o actividad que genera contaminantes**

Dentro de este punto, se deben registrar el número de maquinarias que emiten contaminantes directos a la atmósfera, así como su capacidad, tipo de combustible, y el conteo de las chimeneas que están involucradas en el proceso de producción.

Así mismo, se deben reportar todos los registros de serie de los equipos que son utilizados en el proceso y actividades que generen contaminantes, enfatizando en los residuos que se van generando durante el proceso.

					Capacidad de operación del equipo			Capacidad de operación del quemador			Consumo anual de combustible				Identificación de la tecnología			Capacidad de diseño				
Tipo de emisión(es)	Identificador del equipo, maquinaria o actividad	Clave del equipo, maquinaria o actividad	Punto de generación	Puntos de emisión asociados	Tiempo de operación (hrs)	Cantidad	Unidad	Eficiencia (fracción)	Tipo de quemador	Tiempo de operación (hrs)	Cantidad	Unidad	Tipo	Cantidad	Unidad	Porcentaje de sustitución de combustible	Fecha de instalación de la maquinaria o equipo	Diseño de la tecnología de la maquinaria o equipo	Descripción de diseño de tecnología y equipo	Cantidad	Unidad	

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### 2.1.2. Características de las chimeneas y ductos de descarga de las emisiones conducidas

En este apartado se deben describir los puntos de emisión, sus especificaciones y operación (diámetro de chimeneas), así como la integración de información sobre las características especiales que le hayan sido autorizadas y la existencia de plataformas de muestreo.

Punto de emisión	Punto(s) de generación relacionados	Identificador o nombre del ducto o chimenea	Especificaciones de la chimenea o ducto					Operación de la chimenea o ducto				
			Características especiales autorizadas	Plataforma de muestreo	Altura 1 (m)	Altura 2 (m)	Diámetro interior o equivalente (m)	Velocidad de flujo de gases (m/s)	Presión gases (mmHg)	Fracción seca (%)	Gasto volumétrico (m <sup>3</sup> /min)	Temperatura de gases de salida (°C)

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

#### 2.1.4 Descripción de las actividades correspondientes al Subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos

La información contenida en esta tabla sólo aplica para los Establecimientos Sujetos a Reporte de Emisiones de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero que realicen actividades del subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos, del sector energía, previstas en el artículo 4, fracción I, inciso b) del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones, cuyas emisiones sean iguales o mayores al umbral de reporte previsto en dicho ordenamiento.

Actividad	Cantidad
Perforación de pozos petroleros y de gas (expresar en número de pozos)	
Pozos en producción en la extracción de petróleo, convencional y no convencional; y extracción de gas, asociado y no asociado a la extracción de petróleo, convencional y no convencional (expresar en número de servicios a pozos)	
Extracción de gas asociado y no asociado a la extracción de petróleo, convencional y no convencional (expresar en millones de metros cúbicos)	
Procesamiento de gas natural (expresar en millones de metros cúbicos de carga de gas de crudo en centros de procesamiento)	
Distribución de gas natural por ductos (expresar en millones de metros cúbicos de gas natural comercializado)	
Transporte de gas natural por ductos, almacenamiento (expresar en millones de metros cúbicos de gas natural almacenados)	
Suministro de gas natural al consumidor final (expresar en millones de metros cúbicos de gas natural vendido al consumidor final)	
Extracción de petróleo convencional y no convencional (expresar en millones de metros cúbicos de producción)	
Transporte de petróleo crudo por ducto (expresar en miles de metros cúbicos de petróleo transportado por ducto)	

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### 2.1 Monitoreos de parámetros normados y específicos establecidos en autorizaciones

Se registran los resultados de los muestreos y análisis de acuerdo a la normatividad aplicable, y los parámetros establecidos como sujetos a medición en las autorizaciones en materia de emisiones a la atmósfera. En el caso de contaminantes atmosféricos, cuya emisión esté regulada en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), deberán reportarse resultados y análisis de los muestreos realizados conforme dichas normas.

Punto de emisión	Equipos o actividades monitoreadas	Norma aplicable	Parámetro monitoreado	Monitoreos							Sistema o equipo de control de emisiones				
				Valor máximo permisible		Valor monitoreado					Identificador del equipo de control	Clave	Eficiencia %	Método de cálculo de la eficiencia	Tiempo de operación (h/año)
						1	2	3	4	Unidad					

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### 2.3 Registro de emisiones anuales a la atmósfera

Se deben registrar aquellas emisiones generadas en el proceso productivo y las provenientes de los servicios auxiliares.

Parámetro o contaminante	Punto de emisión	Cantidad	Unidad	Método de estimación	Factor de Emisión utilizado (valor)	Dato de actividad	Unidad de dato de actividad

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

**A partir de la tabla 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4 comienza la Sección III con el Registro de descargas de contaminantes en el agua: a cuerpos de agua (emisiones) y transferencias (alcantarillado), así como el tratamiento por terceros que tengan emisiones o transferencias.**

### 3.1 Fuentes de extracción y aprovechamiento de agua

Los establecimientos que descarguen aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales deberán reportar las siguientes tablas:

Punto(s) de uso relacionado(s) con el abastecimiento	Fuente de extracción	Región hidrológica	Aprovechamiento anual (m <sup>3</sup> )

### 3.2 Descarga de aguas residuales

Puntos de generación de aguas residuales	Número de descarga	Punto de descarga de agua residual	Origen	Destino	Nombre del cuerpo receptor de agua	Región hidrológica	Volumen de descarga de agua residual (m <sup>3</sup> )	Tipo de descarga

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### 3.3 Tratamiento y otras fuentes de abastecimiento

Fuente	Tipo de planta de tratamiento	Tipo de operaciones y procesos utilizados en el tratamiento	Volumen de agua tratada, reciclada o reusada (m <sup>3</sup> )	Uso principal o destino del agua tratada	Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/l)	Volumen anual utilizado (m <sup>3</sup> )
Tratamiento Interno						
Tratamiento Externo						
Reciclaje						
Reúso						

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### 3.4 Registro de parámetros, emisiones y transferencias en descargas de aguas residuales

Los establecimientos que descarguen aguas residuales a cuerpos de agua que sean aguas nacionales y al alcantarillado que contengan sustancias sujetas a reporte al Registro Nacional de Emisiones y Transferencia de Contaminantes establecidas en la NOM-165-SEMARNAT-2013 deberán elaborar esta tabla.

Número de descarga	Volumen de descarga de agua residual (m <sup>3</sup> )	Tipo de descarga	Parámetro de descarga	Valor medido	Unidad	Cantidad emitida o transferida por parámetro (kg/año)



Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

#### 4.2 Transferencia de residuos peligrosos

Esta tabla deberá ser elaborada por los generadores de residuos peligrosos (RPs). En el caso de generadores que manejen sus propios residuos dentro de su establecimiento, no se tendrá que elaborar el apartado de transferencia.

Clave /nombre del residuo	Seguimiento a la transferencia a manejo integral de residuos peligrosos	Modalidad de manejo	Cantidad	Nombre o Razón social	Número de autorización	Dirección				Destino
						País	Estado	Municipio	Domicilio	
	Transporte									
	Centros de Acopio									
	Empresa prestadora de servicios para el manejo de residuos peligrosos									



Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

#### 4.4 Seguimiento a las actividades de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos

En el contenido de esta tabla se deberán describir los tipos de residuos peligrosos generados por la empresa y las actividades realizadas para el cumplimiento de los planes de manejo en materia de este tipo de residuos.

Residuos peligrosos (incluyendo los considerados como subproductos), registrados en el Plan de Manejo	Actividades implementadas	Descripción de la actividad	Metas	Indicador	Avance de metas	Atendida (SI/NO)	Justificación

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

#### 4.5 Tratamiento de suelos contaminados

Esta tabla debe ser elaborada por empresas prestadoras de servicio para el tratamiento o disposición final de suelos contaminados y materiales semejantes a suelos contaminados.

Responsable de la contaminación		Ubicación del sitio contaminado		Modalidad del tratamiento	Clave del suelo a tratar	Tipos de tratamiento	Suelo tratado			Datos del transportista		Datos del destino final	
Nombre	Número de Autorización	Edo.	Municipio				Superficie en m <sup>2</sup>	Volumen en m <sup>3</sup>	Peso (ton)	Nombre	Número de autorización	Nombre	Número de autorización
				En el sitio									
				A un lado del sitio									
				Fuera del sitio									
				En el sitio									
				A un lado del sitio									
				Fuera del sitio									

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

**A partir de la tabla 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4 comienza la sección V con el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) para la prevención de la contaminación.**

**5.1 Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el Establecimiento**

Se refiere a los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal que utilicen, produzcan o comercialicen sustancias sujetas a reporte para el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).

Actividad Sustantiva		Nombre del material que contiene la sustancia	Clave de la modalidad	Sustancias RETC contenidas			Cantidad anual	Unidad
				Nombre de la sustancia	Clave o No. CAS	% peso de la sustancia		
Sustancias usadas en proceso	Uso directo							
	Uso indirecto							
Sustancias producidas								
Otros usos								

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### 5.2 Emisiones y Transferencias de Sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programados.

Esta tabla deberá ser elaborada por establecimientos sujetos a reporte de competencia federal que, como consecuencia de su actividad normal o por eventos programados y no programados, generaron emisiones a cualquier medio (aire, agua o suelo) y/o transfirieron sustancias en descargas de agua y residuos peligrosos en el año anterior.

Tipo de Operación	Emisión/Transferencia		Identificación de sustancias RETC			Área de generación	Emisión o Transferencia Anual		Método de estimación	Versión	Factor	Unidades del factor	Datos de empresa prestadora de servicios para manejo de residuos peligrosos y aguas residuales, donde fueron transferidas las sustancias							
			Nombre del material que contiene la sustancia RETC	Nombre de la sustancia	Clave o No. CAS		Cantidad	Unidad <sup>4</sup>					Nombre	Número de autorización	Modalidad de manejo	País	Domicilio			
Normal	Emisión a:	Aire																		
		Agua																		
		Suelo																		
	Transferencia a:	Reutilización																		
		Reciclado																		
		Coprocesamiento																		

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

Tipo de Operación	Emisión/ Transferencia		Identificación de sustancias RETC			Área de generación	Emisión o Transferencia Anual		Método de estimación	Versión	Factor	Unidades del factor	Datos de empresa prestadora de servicios para manejo de residuos peligrosos y aguas residuales, donde fueron transferidas las sustancias										
			Nombre del material que contiene la sustancia RETC	Nombre de la sustancia	Clave o No. CAS		Cantidad	Unidad					Nombre	Número de autorización	Modalidad de manejo	País	Domicilio						
	Transferencia a:	Tratamiento																					
		Incineración																					
		Disposición final																					
		Alcantarillado																					
		Otros (especificar)																					
		Evento (programado y no programado)	Emisión a:	Aire																			
				Agua																			

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

Tipo de Operación	Emisión/ Transferencia	Identificación de sustancias RETC			Área de generación	Emisión o Transferencia Anual		Método de estimación	Versión	Factor	Unidades del factor	Datos de empresa prestadora de servicios para manejo de residuos peligrosos y aguas residuales, donde fueron transferidas las sustancias								
		Nombre del material que contiene la sustancia RETC	Nombre de la sustancia	Clave o No. CAS		Cantidad	Unidad					Nombre	Número de autorización	Modalidad de manejo	País	Domicilio				
Evento (programado y no programado)	Suelo																			
	Transferencia a:	Reutilización																		
	Reciclado																			
	Coprocesamiento																			
	Tratamiento																			
	Incineración																			

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

Tipo de Operación	Emisión/Transferencia	Identificación de sustancias RETC			Área de generación	Emisión o Transferencia Anual		Método de estimación	Versión	Factor	Unidades del factor	Datos de empresa prestadora de servicios para manejo de residuos peligrosos y aguas residuales, donde fueron transferidas las sustancias								
		Nombre del material que contiene la sustancia RETC	Nombre de la sustancia	Clave o No. CAS		Cantidad	Unidad					Nombre	Número de autorización	Modalidad de manejo	País	Domicilio				
Evento (programado y no programado)	Transferencia a:	Disposición final																		
		Alcantarillado																		
	Otros (especificar)																			

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

**5.3 Información específica sobre manejo y/o disposición final de Residuos Peligrosos o de tratamiento de aguas residuales que contengan Sustancias RETC.**

Sólo será elaborada por prestadores de servicio de reutilización, reciclado, coprocesamiento, tratamiento, incineración y/o disposición final de residuos peligrosos o tratamiento de aguas residuales, cuando dichos residuos o aguas residuales contengan sustancias que se encuentren en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).

Sustancias contenidas en	No. de autorización de la empresa prestadora de servicios	Identificación del generador		Tipo de residuo/descarga	Identificación de sustancias listadas		Cantidad anual recibida	
		Nombre	Número de registro		Nombre	% en peso de la sustancia	Cantidad	Unidad
Residuos peligrosos								
Aguas residuales								

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

#### 5.4 Acciones de prevención realizadas en la fuente

Se reportan las acciones de prevención realizadas en la fuente y su área de aplicación, así como las de reutilización, reciclaje, obtención de energía, tratamiento, control o disposición final, en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).

Punto del diagrama en el que se realizó la acción de prevención	Aspecto en el que impactó la acción	Material o residuo objetivo de la acción	Identificación de sustancias listadas		Nivel original de la emisión, descarga o transferencia	Unidad de medida del nivel original	Acción preventiva realizada	Temporalidad	Nivel alcanzado	Unidad de medida del nivel alcanzado	Resultado alcanzado en el proceso
			Nombre	Clave o No. CAS							
							Reducción				
							Reutilización				
							Reciclaje				
							Obtención de energía				
							Tratamiento				
							Control				
							Disposición Final				
							Otros (Especificar)				
							Reducción				
							Reutilización				
							Reciclaje				
							Obtención de energía				
							Tratamiento				
							Control				
							Disposición Final				
							Otros (Especificar)				

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

**A partir de la sección VI comienza el Registro de Emisiones de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero**

Se deberán registrar las emisiones directas de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero provenientes de procesos de combustión en fuentes fijas dentro de la empresa, expresado en toneladas.

	Bióxido de carbono	Metano	Óxido nitroso	Carbono negro u hollín	Clorofluorocarbonos	Hidroclorofluorocarbonos	Perfluorocarbonos	Hexafluoruro de azufre	Trifluoruro de nitrógeno	Hidrofluorocarbonos	Éteres halogenados	Halocarbono
	CO <sub>2</sub>	CO <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CN	CFC	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	NF <sub>3</sub>	HFC	EH	xC
1.- Emisiones directas (t)												
A. Emisiones directas provenientes de combustión en fuentes fijas												
B. Emisiones directas provenientes de fuentes móviles												
C. Emisiones directas provenientes de procesos industriales a actividades comerciales y servicios												
D. Emisiones directas provenientes de fugas en el Sector Energía												
E. Emisiones directas provenientes de actividades agropecuarias												
2.- Emisiones Indirectas (t CO <sub>2</sub> e)												
F. Emisiones Indirectas provenientes del consumo de energía eléctrica												
G. Emisiones Indirectas provenientes del consumo de energía térmica												
Total, de emisiones (tCO <sub>2</sub> e)												

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### **3.3 Análisis de la Información fraccionándola en diferentes áreas acordes a la Cédula de Operación Anual**

En este apartado, la información recolectada se analizó y clasificó en las fracciones antes señaladas como las materias prima que se utilizan en el proceso de producción de un plaguicida en fase seca, emisiones a la atmósfera, generación de residuos y descargas de aguas residuales.

### **3.4 Evaluación del control ambiental de los parámetros que se operan en la Cédula de Operación Anual**

Esto con la finalidad de contrastar dicha información, con lo que se solicita en la Cédula de Operación Anual respecto a una empresa, para evaluar si se cumplió con las diferentes normas oficiales mexicanas en el ámbito ambiental, a fin de detectar errores cometidos en el manejo de información por parte de la empresa química.

### **3.5 Conclusiones y recomendaciones**

De la evaluación mencionada en el punto anterior, se obtuvieron los resultados del llenado de las tablas generales emitidas por la COA en materia de generación de residuos peligrosos, descargas de aguas residuales y emisiones a la atmósfera, estableciendo los parámetros ambientales con los que cumplió la empresa química y la evaluación del desempeño de la misma.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

## ***Capitulo IV- Resultados***

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

En este capítulo, se abordan los resultados obtenidos de la metodología que fue utilizada para el desarrollo del presente trabajo de investigación, a través de la Cédula de Operación Anual (COA), de la cual, se retomaron las tablas correspondientes para el llenado de información referente al proceso de producción de un plaguicida, a través de un diagrama de bloques de la elaboración del agroquímico en fase seca, y de la selección de datos pertenecientes a cada sección de la COA, en materia de atmósfera, residuos peligrosos y descargas de aguas residuales que se llevan a cabo para la fabricación del producto.

### **4.1 Datos de registro**

Cabe aclarar que, la información registrada en las tablas de las diferentes secciones de la COA es una propuesta para el proceso de producción de un plaguicida, ya que la información recabada en cada sección puede variar por las necesidades y requerimientos de cada empresa.

Así mismo, el llenado de registro se omitió para el presente trabajo de investigación, debido a que únicamente se aborda el proceso de producción de un plaguicida en fase seca de manera general, y no del proceso de una empresa en específico.

A continuación, se muestra el formato de registro del establecimiento industrial, el cual es un requisito emitido por la COA, para el llenado de datos con respecto al giro económico al que se dedica la empresa (SEMARNAT, 2015). Cabe señalar que la información plasmada en algunos cuadros es ficticia ya que el compromiso del autor con la empresa es no dar a conocer ni información, ni datos específicos de la producción. En otras tablas no se llenaron con los datos solicitados, ya que la información es relacionada con los registros que tiene la empresa con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

**Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.**

*Registro del establecimiento industrial*

PARA ELABORARSE POR EL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL		
1) Nombre o razón social vigente de la empresa:	RFC:	
2) Nombre comercial del establecimiento	Número de registro Ambiental (NRA)1:	
3) Datos del último cambio de nombre o razón social Fecha de cambio:	Nombre anterior:	NRA anterior:
4) Registro único de Personas Acreditadas (RUPA) <sup>2</sup>	<b>No de registro:</b>	<b>Usuario:</b>
5) Principal Actividad económica del establecimiento	Clave del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN):	
6) Autorización del establecimiento en materia de atmósfera <sup>3</sup> No. de Licencia Ambiental Única o No. de Licencia de Funcionamiento _____		
7) Otras autorizaciones		
Aprovechamiento de aguas nacionales: <sup>4</sup>		
Número de autorización (en concesión o asignación)	Dependencia emisora	Volumen de aprovechamiento de aguas nacionales autorizado (concesión o asignación) (m <sup>3</sup> )
Descarga de aguas residuales: <sup>5</sup>		
Número de permiso	Dependencia emisora	Volumen de descarga de aguas residuales (permiso) (m3 )
Generación de Residuos peligrosos: <sup>6</sup>	Número de Registro de Generador:	
Manejo de residuos peligrosos: <sup>7</sup>	Autorización para la Prestación de Servicios en materia de Residuos Peligrosos	
Número	Tipo de servicio autorizado	
8) Nombre y firma del(los) representante(s) legal(es) o persona física obligada <sup>8</sup> _____ CURP del(los) representante(s) legal(es) o persona física obligada _____		
Teléfono(s):		Correo(s) electrónico(s):
BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD declaro que la información contenida en este formato y sus anexos es fidedigna y que puede ser verificada por la SEMARNAT cuando sea requerida, que en caso de falsedad podrá invalidar el trámite y/o aplicar las sanciones correspondientes.		



Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

*Datos de registro (continuación)*

No operó ( )	Fecha final:	
15) FECHA DE INICIO DE OPERACIÓN DE LA PLANTA:	16) PARTICIPACIÓN DE CAPITAL <sup>12</sup> :	
	Sólo nacional ( ) Mayoría nacional ( ) Mayoría extranjero ( ) Sólo extranjero ( )	
17) NOMBRE DE LA CÁMARA O ASOCIACIÓN A LA QUE PERTENECE: <sup>13</sup>		
NÚMERO DE REGISTRO DE LA CÁMARA O ASOCIACIÓN:		
18) DATOS DE LA COMPAÑIA MATRIZ O CORPORATIVO	19) NÚMERO DUN AND BRADSTREET DEL ESTABLECIMIENTO. Sólo en caso de contar con este número <sup>14</sup>	
Nombre:		
Ubicación: País Estado o Provincia:		
Número Dun and Bradstreet		
20) Nombre de las instalaciones, sucursales, locales, lugares donde se almacén mercancías o sitios (solo para Sectores de Transporte, Agropecuario, Residuos y Comercio y Servicios) que reportan Compuestos y Gases de Efecto Invernadero y que incluyen en el Reporte consolidado <sup>15</sup>		
21) Anexas el dictamen de verificación conforme al artículo 16 del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia el Registro Nacional de Emisiones		

Fuente: SEMARNAT, 2015

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

#### **4.2 Materias prima utilizadas en el proceso de producción de un plaguicida en formulación seca**

- Solvente
- Compuestos activos (Sustancias activas)
- Talco, sílice, cal, yeso, arcilla
- Productos destinados a mejorar la adsorción

#### **4.3 Fases del proceso de producción**

##### *Fase A: Pre mezcla en la formulación seca*

Con base en CONAMA (1998), el proceso de producción de los plaguicidas está conformado por una fase denominada “pre mezcla en la formulación seca”, en la cual se tiene un almacenamiento de ingredientes activos, que posteriormente son depositados en un triturador, después a un pulverizador y así pasan al equipo denominado “mezcladora”, donde como su nombre lo indica, las materias primas utilizadas en el proceso son revueltas para formar una mezcla.

Después de obtenida la mezcla, se procede hacia los llenadores de barril para un almacenamiento de maduración de la misma.

##### *Fase B: Almacenamiento de vehículo inerte*

En esta fase los polvos finos que se van obteniendo de la fase “A” se mezclan con el agente activo o plaguicida, así como con el adecuado vehículo inerte (este último es aquel que no posee un efecto tóxico en la formulación de la sustancia final y el cual dependerá de la fórmula específica que utilice la empresa productora de plaguicidas).

##### *Fase C: Proceso de trituración final y combinación*

Luego de que la mezcla ha madurado, se realiza el proceso de trituración final y combinación. Dentro de esta etapa del proceso se continúa en la zona de carga de

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

la mezcla madura, donde el compuesto estabilizador y el compuesto humidificante pasan al reactor. Después la mezcla es transferida a la trituradora de alta velocidad, para continuar en los ciclones separadores, y pasar a otro reactor.

Posteriormente el proceso continúa en un molino de energía hidráulica, para pasar a un colector de polvo, terminada esta fase se continúa de nuevo en un reactor, posteriormente a un molino de energía hidráulica, después al colector de polvo, vuelve a la mezcladora, y finalmente el proceso termina con el llenado de barriles y envasado del plaguicida (CONAMA, 1998). (Ver figura 3)

A continuación, se establece la simbología (establecida en la COA) que debe ser utilizada para la elaboración del diagrama de proceso de producción de un producto (en este caso del plaguicida), el cual se muestra en las figuras siguientes:

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

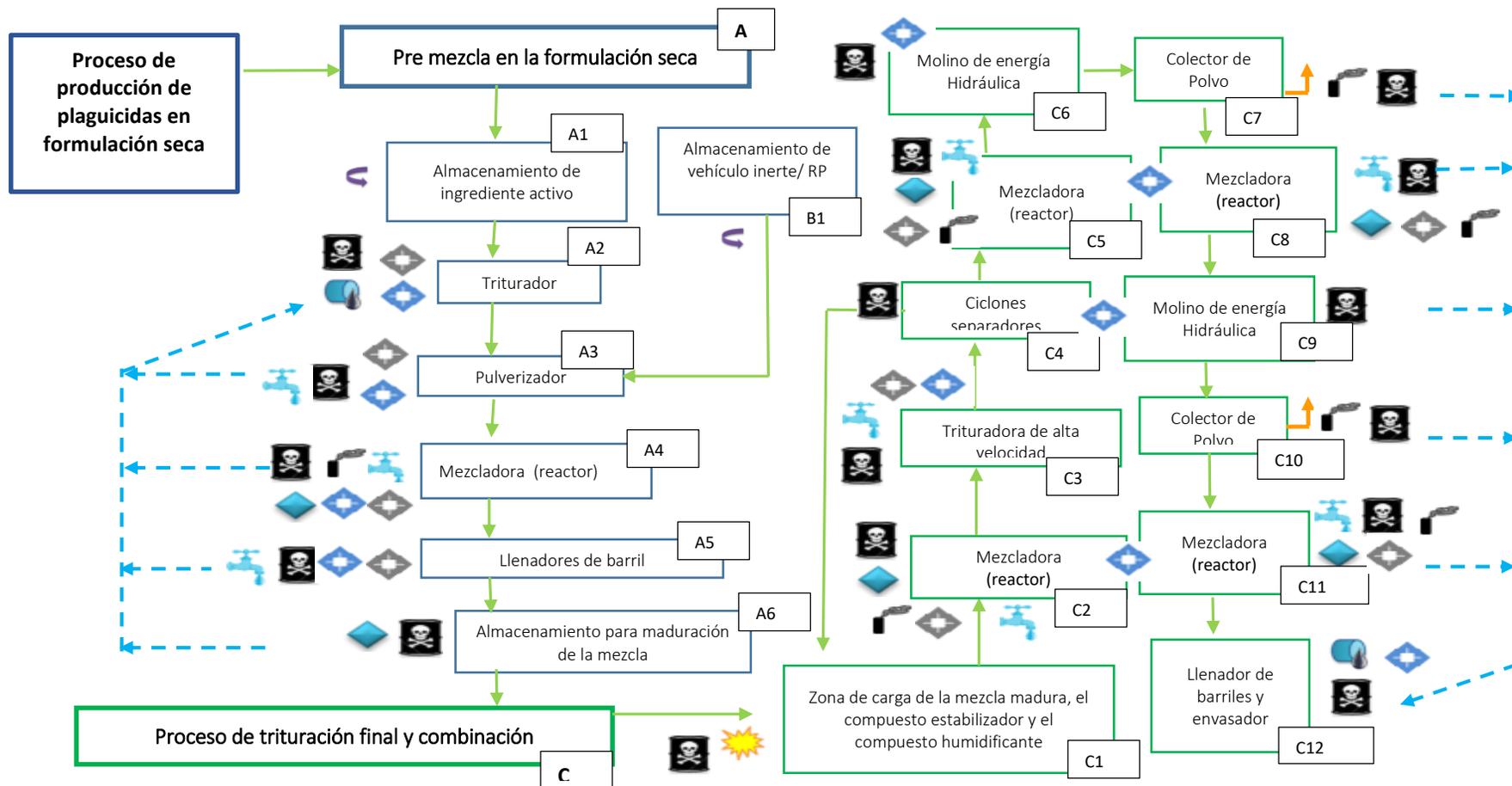
**Figura 2. Simbología de la Cédula de Operación Anual**

SIMBOLOGÍA	
Entradas	Salidas
 Insumos	 Generación de contaminantes a la atmósfera  Emisión a la atmósfera  Generación de aguas residuales  Descarga agua residual  Emisión al suelo  Generación de residuos peligrosos  Generación de residuos sólidos urbanos  Generación de residuos de manejo especial  Pérdida de energía  Eventos  Subproducto
 Consumo de combustible	
 Uso de agua	

Fuente: SEMARNAT, 2015

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

Figura 3. Proceso de producción de un plaguicida en formulación seca



Dónde:

Fuente: (CONAMA, 1998)

Generación y dirección de aguas residuales →	Emisión de partículas a la atmósfera ↑	Indica las fases del proceso →
-------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

*Tabla 5. Descripción de maquinaria utilizada en la producción de un plaguicida*

Máquina	Características
Triturador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionan normalmente con motor eléctrico o combustibles fósiles, el mantenimiento es con aceites, la capacidad de producción de la trituradora depende de las características de las materias a triturar.</li> </ul>
Pulverizadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son construidos en distintas capacidades que pulverizan desde 20 Kg/Hr hasta 4,000 Kg/Hr</li> <li>• Trabaja mediante un sistema de turbina de alto impacto por medio de impulso eléctrico o por consumo de un combustible fósil.</li> <li>• El mantenimiento es principalmente con lubricantes (aceites)</li> </ul>
Reactor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reactores termodinámicos, funcionan a base de vapor de agua</li> <li>• Reactores continuos: son todos aquellos que trabajan de forma continua.</li> <li>• El dimensionamiento de los reactores depende del flujo de producción deseado y el tiempo de residencia necesario para alcanzar la conversión en el mismo.</li> </ul>
Molino	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los molinos industriales particularmente se caracterizan por funcionar por medio de energía eléctrica, también pueden funcionar con energía hidráulica.</li> <li>• El mantenimiento incluye lubricantes.</li> <li>• La capacidad depende de lo que se desee pulverizar.</li> </ul>
Ciclones separadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un equipo utilizado para separar partículas sólidas suspendidas en el aire, gas o flujo de líquido, sin el uso de un filtro de aire, utilizando un vórtice para la separación.</li> <li>• Funcionan con un motor eléctrico.</li> <li>• Cuentan con puertas de inspección: Se coloca una en el sector del cono de descarga y es amplia para limpieza.</li> </ul>
Colector de polvo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consiste en un escape de gas, un filtro de polvo, un limpiador del filtro, y un receptáculo o un sistema removedor del polvo.</li> <li>• Máquina que puede utilizar motor eléctrico o combustible fósil , su capacidad depende de los compuestos volátiles a captar.</li> </ul>
Calderas (Mezcladoras)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una máquina diseñada para generar vapor. Este vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido (estado líquido), se calienta y cambia su fase a vapor.</li> <li>• Las calderas industriales necesitan de un combustible (Carbón de piedra, Carboncillo, Petróleos, Kerosén o Alquitrán combustible), éstos están caracterizados por un alto poder calorífico, un grado específico de humedad y un porcentaje de materias volátiles y cenizas.</li> </ul>

Fuente: Propia, 2016

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

A continuación, se muestran las tablas con información correspondiente al proceso de producción de plaguicidas en fase seca, cabe aclarar que se realizó el llenado de las tablas correspondientes únicamente de aquellas que fueron pertinentes para el proceso de elaboración de dicho producto.

# Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

## Sección I

### 1.1.2 Eventos programados y no programados

Modalidad de evento	Número de evento	Punto de origen del evento	Puntos de afectación en el diagrama de funcionamiento	Tipo del evento	Fecha en la que se suscitó el evento	Duración (hrs)	Causa del evento	Medio afectado	Tipo de Afectación	Existen emisiones o transferencias de sustancias RETC derivadas del evento (Si/No)
Eventos programados	1	Pre mezcla de la formulación seca para la elaboración de un plaguicida	Triturador Pulverizador	Otra	NA	NA	Mantenimiento programado (MPR)	Aire (AI)	Generación de residuos peligrosos (GEN)	SI
								Residuos peligrosos (RES).		SI
								Agua (AG)		NO
Eventos NO programados	2	Proceso de trituración final y combinación	Llenador de barriles y envasador	Derrame en sitio (DES)	NA	NA	Falla de operación (OP)	Aire (AI)	Generación de residuos peligrosos (GEN).	SI
								Se generan residuos peligrosos(RES)		SI
								Agua (AG)		SI

**NA:** No aplica, dado que no es de una empresa productora de plaguicidas en específico. Sin embargo, las empresas deben describir en la COA el número de eventos programados y no programados, indicando la duración de tiempo de dicho evento.

**Nota:** Al generar mantenimientos programados a las maquinarias empleadas en el proceso productivo, se deben considerar los medios que pudieran ser afectados, en este caso para la formulación seca de plaguicidas se emiten directamente partículas finas sobre el medio, lo que influye directamente sobre las condiciones de calidad de aire, por otra parte, los trapos utilizados para la limpieza de las maquinarias son contaminadas por aceites que son empleados para el funcionamiento de las mismas, en este sentido debe existir un control adecuado del supervisor en turno para llevar a cabo el correcto llenado de bitácoras de residuos peligrosos. En cuanto a descargas de aguas residuales, se debe considerar un óptimo sistema de descargas, ya que durante los eventos programados y no programados (entendido este como una falla en la operación) el riesgo de tener un derrame será menor si se aplican las medidas necesarias para evitar accidentes sobre la empresa y a su vez sobre el medio ambiente.

# Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

## 1.2 Insumos

Insumos involucrados en:	Punto de consumo	Mezcla (Si/No)	Contiene Sustancia(s) RETC	Nombre			Clasificación del insumo	Estado físico	Forma de almacenamiento	Consumo anual	
				Comercial	Químico	No. CAS				Cantidad	Unidad
Proceso	A1, B1, A6	SI	SI	X	*	XX	Producto generado dentro del establecimiento (PI)	Sólido (S)	Contenedor plástico (CP)	Toneladas métricas (ton)	Ton
	A2, A3, A5, C3, C4, C6, C7, C9, C10, C12.	SI	SI	X	*	XX	Producto generado dentro del establecimiento (PI)	Sólido (S)	Contenedor plástico (CP)	Toneladas métricas (ton)	Ton
Servicios auxiliares	A4, C2, C5, C8, C11.	SI	SI	X	*	XX	Subproducto generado dentro del establecimiento (SI)	Sólido (S)	Contenedor plástico (CP)	Toneladas métricas (ton)	Ton
	Mantenimiento	SI	SI	X	*	XX	Residuo peligroso generado dentro del establecimiento (RP)	Sólido (S)	Contenedor plástico (CP)	Toneladas métricas (ton)	Ton

**Punto de consumo:** Se trata de las fases del proceso de producción de un plaguicida en las que se tiene un almacenamiento de insumos para la elaboración de los mismos.

**Servicios auxiliares:** En este apartado se deben proporcionar los insumos consumidos en las actividades o equipos que son auxiliares para el proceso de producción de un plaguicida, por ejemplo: calderas, mantenimiento, montacargas, entre otros, los cuales se muestran en el proceso de producción de un plaguicida en formulación seca. (Ver figura 3)

**X:** Se trata del nombre comercial de la sustancia que utilice la empresa productora del plaguicida como fórmula para la elaboración del mismo, enfatizando en que las sustancias pueden variar de acuerdo al tipo de plaguicida que se produzca en el establecimiento.

**\*:** En este apartado la empresa productora de plaguicidas debe notificar los nombres químicos de los insumos empleados para la producción del plaguicida, enfatizando que cada empresa posee su propia fórmula específica de producción y a su vez esto dependerá del tipo de plaguicida que la empresa productora fabrique

**XX:** Se debe registrar el No. CAS de los químicos empleados para la producción del plaguicida, los cuales deben estar acorde a la NOM-165-SEMARNAT-2013, en donde se establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el Registro de Emisiones y Transferencia de contaminantes (RETC).

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### 1.3 Productos, subproductos y productos intermedios

	Punto relacionado con el diagrama	Nombre del producto o subproducto o producto intermedio	Nombre químico	Tipo de proceso productivo	Contiene Sustancia(s) RETC	Fracción de clínker en el cemento	Proporción de cullet en el proceso	Estado Físico	Forma de Almacenamiento	Capacidad de producción instalada	Producción anual		Uso del subproducto	% Usado del subproducto
											Cantidad	Unidad		
Productos		PLAGUICIDA	*	-	SI			Sólido (S)	Contenedor plástico (CP)	Toneladas (ton)	+	Toneladas (ton)		

\*: Dependerá del nombre químico que la empresa productora del plaguicida utilice en específico para su proceso productivo (se deben considerar los componentes químicos activos e inertes de la fórmula).

-: La empresa productora del plaguicida debe especificar el tipo de proceso productivo que utilice.

+: La empresa productora del plaguicida tiene que notificar la cantidad de producción anual expresada en toneladas.

En este caso como la formulación es reservada, no se sabe con exactitud si se generarán subproductos, de ser así, la tabla también se llenaría con la información correspondiente de dichos subproductos. Cabe señalar que esta interpretación está en función del proceso que se esté analizando.

**Nota:** La forma de almacenamiento considerada para este caso es en contenedor plástico, ya que es una de las formas más comerciales de almacenamiento de varias fórmulas de plaguicidas que hay en el mercado. Así mismo, se contempla este tipo de material ya que es una formulación seca (en polvos y por ende sólidos) que por su practicidad resultan ser fácilmente manejados en este tipo de contenedores. Derivado del análisis de la forma de almacenamiento del plaguicida, se podrá determinar la generación de residuos peligrosos, y en su caso determinar medidas preventivas para reutilizar estos contenedores o implementar medidas de lavado (con un proveedor externo que ofrezca servicios de lavado de materiales químicos peligrosos) aptas para el continuo uso de estos recipientes. En el proceso productivo se emplean sustancias RETC, las cuales son mencionadas en la tabla 5.1 Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el Establecimiento.

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### 1.4 Consumo anual energético

Área de consumo	Punto de consumo	Tipo de combustible	Componente	Porcentaje del componente en la composición del combustible	Número de autorización para uso de combustibles alternos	Vigencia de autorización	Consumo anual	
							Cantidad	Unidad
Proceso productivo	Calderas	Diésel (DI)	Carbono	86%	NA	NA	+	Litros (l)
			Hidrógeno	13%				
			Azufre	.05%				
			Otros	.95%				
Servicios Auxiliares								
Generación de energía eléctrica in situ								

**NA:** No aplica, debido a que no se trata de una empresa en específico.

**+**: La empresa productora del plaguicida debe especificar la cantidad de combustible utilizado en el proceso de producción, esto dependerá directamente de la capacidad de los equipos, del número de turnos establecidos dentro de la empresa y del número de lotes de producción.

**Nota:** Cabe mencionar que tanto los componentes como los porcentajes mencionados del combustible utilizado, son valores propuestos y por tanto cada empresa debe mostrar un documento oficial donde se especifiquen los componentes reales del combustible que es empleado para su proceso. Sin embargo, para el presente caso, las calderas representan un punto importante de emisiones, ya que, si estas utilizan diésel como combustible, entonces automáticamente se determina que existe una generación de emisiones a la atmósfera entre ellos Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### 1.4.1 Consumo anual de energía eléctrica

Suministro	Procedencia o modalidad	Cantidad consumida (kWh)	Tipo tecnología
Externo	Red pública (REP)	216.9 kWh promedio/ día 79,169 kWh/ año	

**Cantidad consumida (kWh):** Las cantidades anuales consumidas de energía eléctrica son valores propuestos acorde a una empresa que consuma esta cantidad de kWh. En este caso, algunas de las maquinarias funcionan por medio de energía eléctrica y no con el uso de algún combustible fósil, descritas en la tabla 5. “Descripción de maquinaria utilizada en la producción de un plaguicida”. Sin embargo, esto dependerá directamente de la empresa, ya que existe una gran variedad de maquinarias que funcionan con luz eléctrica o con algún combustible fósil, el dato colocado en la presente tabla es sólo un valor propuesto de consumo al año, este valor deberá obtenerse directamente del medidor o del promedio de recibos que la empresa paga anualmente. Este dato es útil para conocer que mejoras pudieran realizarse dentro del sistema de producción, ya que podría implementarse un cambio de maquinaria (innovadora y más ahorrativa), siempre y cuando se demuestre que el cambio de máquinas pudiera representar una buena inversión para la empresa y por ende para el medio ambiente.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

**Sección II**

**2.1 Generación de contaminantes a la atmósfera**

**2.1.1 Características de maquinaria, equipo o actividad que genera contaminantes**

					Capacidad de operación del equipo			Capacidad de operación del quemador			Consumo anual de combustible			Identificación de la tecnología			Capacidad de diseño										
Tipo de emisión(es)		Identificador del equipo, maquinaria o actividad	Clave del equipo, maquinaria o actividad	Punto de generación	Puntos de emisión asociados	Tiempo de operación (hrs)	Cantidad	Unidad	Eficiencia (fracción)	Tiempo de quemador	Tiempo de operación (hrs)	Cantidad	Unidad	Tipo	Cantidad	Unidad	Porcentaje de sustitución de combustible	Fecha de instalación de la maquinaria o equipo	Diseño de la tecnología de la maquinaria o equipo	Descripción de diseño de Tecnología y equipo	Cantidad	Unidad					
Conducida	Triturador, pulverizador, Trituradora de alta velocidad, Ciclones separadores, Colector de polvo (2), Mezcladora(5)					309 (Triturador)		A2, A3, A4, A5, C2, C3, C5, C8, C11, C12.	A4, C2, C5, C7, C8, C10, C11.	• 7608 horas	• 7608 horas	(kg/h)	85%	340 (Quemador de diésel)	7608 horas	+	Otra (litros/hora)	Diésel (DI)	+	Litros (l)	NA	*	*	*	*	Kilocalorías/hora (Kcal/h)	

**Tipo de emisiones:** En este apartado se debe indicar si la emisión es Conducida (CO), Fugitiva (FU) o a cielo Abierto (A). En este caso, la emisión es conducida porque se relaciona directamente con la maquinaria, equipo o actividad donde existen chimeneas y ductos de descarga durante el proceso de producción de plaguicidas.

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

**Clave del equipo, maquinaria o actividad:** Se debe Indicar la clave de la instalación, equipo, maquinaria o actividad, en la cual se generan contaminantes atmosféricos de acuerdo a la Tabla 3.8 del Instructivo para la elaboración de la COA, en este sentido el número 309 es el correspondiente a utilizar un pulverizador en el proceso productivo de plaguicidas, cabe mencionar que las demás maquinarias no se encuentran en esta lista

**Tiempo y cantidad de operación:** La cantidad de horas están basadas en el funcionamiento de los equipos por 24 horas diarias durante un periodo de trabajo de 6 días, incluido el tiempo de mantenimiento que requieren los equipos. Considerando 317 días multiplicado por 24 hrs genera un total de 7,608 horas promedio al año.

**Tipo de quemador:** El número 340 representa el tipo de quemador conforme a la Tabla 3.9 del catálogo de claves del Instructivo para la Elaboración de la COA.

**Puntos de generación:** Basado en el proceso de producción de plaguicidas, se refiere al punto de identificación de la maquinaria, equipo o actividad en que se generan contaminantes atmosféricos, el cual debe corresponder a lo establecido en el Diagrama de Funcionamiento.

**Puntos de emisión asociados:** En este apartado se registran el o los puntos donde se emiten contaminantes a la atmósfera en el proceso de producción de plaguicidas.

✚: La cantidad real de operación a la que trabaja el quemador de los equipos y el consumo anual de combustible dependerá directamente de las capacidades de operación de estos, para ello cada empresa productora de plaguicidas está adaptada a sus propias necesidades de producción.

\*: La empresa productora de plaguicidas, debe describir el diseño de sus tecnologías, equipos y maquinarias utilizados para el proceso de producción, lo cual dependerá directamente de las necesidades de cada empresa. Cabe señalar que los valores reales deberán ser medidos y recolectados directamente.

- Los valores que se expresan son propuestos, sin embargo, los valores reales se recolectarán o se medirán directamente.

**Nota:** Las emisiones que se generan en el proceso de producción de un plaguicida se muestran en la Tabla 2.2 "Monitoreo de parámetros normados y específicos establecidos en autorizaciones".

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

**2.1.2 Características de las chimeneas y ductos de descarga de las emisiones conducidas**

Punto de emisión	Punto(s) de generación relacionados	Identificador o nombre del ducto o chimenea	Operación de la chimenea o ducto								
			Plataforma de muestreo	Altura 1 (m)	Altura 2 (m)	Diámetro interior o equivalente (m)	Velocidad de flujo de gases (m/s)	Presión gases (mmHg)	Fracción seca (%)	Gasto volumétrico (m <sup>3</sup> /min)	Temperatura de gases de salida (°C)
A4, C2, C5, C8, C11	A4, C2, C5, C8, C11 mez	A4, C2, C5, C8, C11	Si								
C7	A2, A3, A5, C3	C7	Si								
C10	A2, A3, A5, C3	C10	Si								

**Puntos de emisión:** En este apartado, durante el proceso de producción de plaguicidas, los puntos de emisión se encuentran en los colectores de polvo y en las mezcladoras. (Ver figura 3 y/o en anexos).

**Puntos de generación relacionados:** Se refiere a los puntos donde se generan emisiones a la atmósfera por combustibles utilizados en las maquinarias durante el proceso de producción de plaguicidas.

Es necesario poseer la información de las chimeneas con las que cuenta la empresa productora de plaguicidas. Para ello, el llenado de los datos tales como, alturas y diámetros de las chimeneas, así como la velocidad de flujo de los gases, presión, gasto volumétrico y temperatura, estos datos deberán obtenerse con asesoría del ingeniero de procesos.

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### 2.2 Monitoreo de parámetros normados y específicos establecidos en autorizaciones

Punto de emisión	Equipos o actividades monitoreadas	Norma aplicable	Parámetro monitoreado	Monitoreo															
				Valor máximo permisible		Valor monitoreado					Identificador del equipo de control	Clave	Eficiencia %	Método de cálculo de la eficiencia	Tiempo de operación (h/año)				
				Cantidad	Unidad	1	2	3	4	Unidad									
C7, C10	Colector de polvo	NOM-085-SEMARN AT-2011	Partículas (P)	25	mg/m <sup>3</sup>									C7-P	-	85	*	7608	
														C10-P	-	85	*	7608	
A4, C2, C5, C8, C11	Mezcladora (reactor)	NOM-085-SEMARN AT-2011	CO	400	ppm									A4-CO, C2-CO, C5-CO, C8-CO, C11-CO.	-	85	*	7608	
			NOx	110	ppm										A4-NOx, C2-NOx, C5-NOx, C8-NOx, C11-NOx.	-	85	*	7608
			SOx	550	ppm											A4-SOx, C2-SOx, C5-SOx, C8-SOx, C11-SOx.	-	85	*

Los valores máximos permisibles mostrados, están basados en la NOM-085-SEMARNAT-2011, referente a "Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición", para la Zona del Valle de México, los cuales son considerados para el caso de los colectores de polvo y para las mezcladoras, ya que estos son los puntos de emisión y por tanto donde se generan emisiones a la atmósfera.

- : En este apartado la empresa productora de plaguicidas tiene que especificar el tipo de técnica de control llevado a cabo en el proceso de producción.

**Eficiencia:** Se consideró un 85% de eficiencia en la maquinaria, ya que no siempre funcionan al 100%, todo ello por motivos de mantenimientos o posibles fallas que estas pudiesen llegar a tener (eventos no programados). Sin embargo, este es un valor propuesto para el llevando de la presente tabla.

**\***: La empresa productora de plaguicidas debe indicar como se calcula la eficiencia de los equipos, estos datos pueden obtenerse con información proporcionada de los jefes en turno, así como del ingeniero de procesos, con la finalidad de poseer toda la información de la maquinaria y poder tomar las medidas preventivas necesarias para su correcto funcionamiento.

**Nota:** Cabe aclarar que los valores máximos permisibles para la emisión de partículas suspendidas, tales como Monóxido de carbono (CO), Óxidos de nitrógeno (NOx) y Óxidos de azufre (SOx), están en función de la Capacidad térmica nominal del equipo utilizado para el proceso de producción del plaguicida.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### 2.3 Registro de emisiones anuales a la atmósfera

Parámetro o contaminante	Punto de emisión	Cantidad	Unidad	Método de estimación	Factor de Emisión utilizado (valor)	Dato de actividad	Unidad de dato de actividad
CO	A4, C2, C5, C8, C11	XX	Ton	*	Valor del AP-42	Kg/ Ton de CO emitido por tonelada de plaguicida producido.	Ton
NOx	A4, C2, C5, C8, C11	XX	Ton	*	Valor del AP-42	Kg/ Ton de NOx emitido por tonelada de plaguicida producido	Ton
SOx	A4, C2, C5, C8, C11	XX	Ton	*	Valor del AP-42	Kg/ Ton de SOx emitido por tonelada de plaguicida producido	Ton
Partículas	A2, A3, C3, C4, C7, C10	XX	Ton	*	Valor del AP-42	Kg/ Ton de Partículas emitidas por tonelada de plaguicida producido	Ton

En este apartado se muestran los contaminantes que resultan de un proceso de combustión en la producción de plaguicidas, dado que las mezcladoras funcionan a través de diésel, en este sentido, se determina que existirán emisiones de contaminantes a la atmósfera tales como: Monóxido de carbono (CO), NOx (Óxidos de nitrógeno), SOx (Óxidos de azufre).

Algunos de estos gases contaminantes, son considerados como Gases de Efecto Invernadero (GEI), y definidos como aquellos que se acumulan en la atmósfera terrestre y que son capaces de absorber la radiación infrarroja del sol, aumentando y reteniendo el calor en la atmósfera, los cuales se mencionan a continuación (BESTER, 2016):

1. Vapor de agua (H<sub>2</sub>O)
2. Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):
3. Metano (CH<sub>4</sub>)
4. Óxidos de Nitrógeno (NOx)
5. Clorofluorcarbonos (CFC)
6. Ozono (O<sub>3</sub>)

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

Sin embargo, en la tabla 5.2 “Emisiones y Transferencias de Sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programados” de la COA, se hace mención de la normatividad a la cual debe apegarse la empresa para no rebasar los límites máximos permisibles de contaminantes.

Para el caso específico de emisiones de partículas debe existir un control en las materias prima utilizadas para el proceso productivo de plaguicidas, ya que, al ser una formulación seca, existe la probabilidad de generar partículas que pudiesen sobre pasar los límites máximos permisibles emitidos al medio ambiente. Es por ello que, la empresa debe estar bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993, la cual, establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas, en el que a través de las bitácoras de registro de materias prima exista un control en los diferentes equipos empleados tales como: Triturador (A2), Pulverizador (A3), Trituradora de alta velocidad (C3), Ciclones separadores (C4) y los Colectores de polvo (C7, C10).

**XX:** Indica la cantidad total de emisiones, en donde no se deben superar los niveles máximos permisibles mostrados en la tabla 2.2 “Monitoreo de parámetros normados y específicos establecidos en autorizaciones” de la COA.

**\***: La empresa productora de plaguicidas debe colocar el método empleado para obtener la cantidad total anual registrada. Sin embargo, en la mayoría de los casos, las empresas emplean un método de estimación basado en sus antecedentes históricos.

**AP-42:** Es la fuente más completa de factores de emisión específicos para los E.U. (Contiene ecuaciones detalladas y tablas de datos de apoyo), en términos de contaminantes criterio (Son los principales contaminantes que afectan a la salud humana y a los ecosistemas).

Para el cálculo de CO<sub>2</sub> (Bióxido de Carbono), HCT (Hidrocarburos Totales) y COVs, (Compuestos Orgánicos Volátiles) se recomienda utilizar los factores de emisión del AP-42 del documento “Air Chief” de la Environmental Protection Agency de Estado Unidos (este documento está recomendado en el Instructivo y formato de la Cédula de Operación Anual).

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### Sección III

#### Registro de descargas de contaminantes en el agua: a cuerpos de agua (emisiones) y transferencias (alcantarillado). Tratamiento por terceros que tengan emisiones o transferencias

##### 3.1 Fuentes de extracción y aprovechamiento de agua

Punto(s) de uso relacionado(s) con el abastecimiento	Fuente de extracción	Región hidrológica	Aprovechamiento anual (m <sup>3</sup> )
Mezcladora (reactor) A4	Red de agua potable (AP)	12	*
Mezcladora (reactor) C2			
Mezcladora (reactor) C5	Red de agua potable (AP)	12	
Mezcladora (reactor) C8			
Mezcladora (reactor) C11	Red de agua potable (AP)	12	

**Región hidrológica:** La empresa productora de plaguicidas debe especificar la región hidrológica de donde proviene el agua aprovechada para el proceso de producción, basado en las regiones hidrológicas de México. En este caso la región 12 corresponde al Valle de Toluca.

\*: El aprovechamiento anual de agua estará en función de cada empresa productora de plaguicidas, contemplando que cada empresa posee su propia fórmula específica de producción.

Para el proceso de producción de plaguicidas los puntos relacionados con el abastecimiento de agua están relacionados con las mezcladoras, ya que es en estas es donde se utiliza el recurso hídrico para el proceso de producción.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

**3.2 Descarga de aguas residuales**

Puntos de generación de aguas residuales	Número de descarga	Punto de descarga de agua residual	Origen	Destino	Nombre del cuerpo receptor de agua	Región hidrológica	Volumen de descarga de agua residual (m³)	Tipo de descarga
Triturador	A2	A2, C12	(PP) Proceso productivo	*	YY	12	XX	(TRANS)
Pulverizador	A3		(PP) Proceso productivo					(TRANS)
Mezcladora (Reactor)	A4		(PP) Proceso productivo					(TRANS)
Llenadores de barril	A5		(PP) Proceso productivo					(TRANS)
Mezcladora (Reactor)	C2		(PP) Proceso productivo					(TRANS)
Trituradora de alta velocidad	C3		(PP) Proceso productivo					(TRANS)
Ciclones separadores	C4		(PP) Proceso productivo					(TRANS)
Mezcladora (Reactor)	C5		(PP) Proceso productivo					(TRANS)
Molino de energía hidráulica	C6		(PP) Proceso productivo					(TRANS)
Mezcladora (Reactor)	C8		(PP) Proceso productivo					(TRANS)
Molino de energía hidráulica	C9		(PP) Proceso productivo					(TRANS)
Mezcladora (Reactor)	C11		(PP) Proceso productivo					(TRANS)
Llenador de barriles y envasador	C12	(PP) Proceso productivo	(TRANS)					

Los establecimientos que descarguen aguas residuales (Consideradas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarias, domésticos y similares, así como la mezcla de ellas) a cuerpos de agua que sean aguas nacionales y al alcantarillado que

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

contengan sustancias sujetas a reporte al Registro Nacional de Emisiones y Transferencia de Contaminantes establecidas en la NOM-165-SEMARNAT-2013 deben realizar el llenado de este apartado. Esta NOM, establece un listado de sustancias que, si bien pueden ser utilizadas para la elaboración de un plaguicida, tales como benceno, endosulfán técnico y xileno, por nombrar solo algunos de los varios componentes de un plaguicida (el Ciclohexano no se encuentra dentro de esta NOM), cabe mencionar que estas sustancias no son las únicas para su elaboración ya que esto dependerá de la formulación secreta de cada empresa y del tipo de plaguicida que se produzca.

### Características de algunos componentes químicos para la formulación de plaguicidas:

1. **Benceno:** Se encuentra en el petróleo crudo, es uno de los productos químicos más utilizados en todo el mundo, el cual resulta ser altamente tóxico (Pérez y Merino, 2018).
2. **Endosulfán técnico:** Es un plaguicida considerado como altamente tóxico si se inhala, se traga o se absorbe a través de la piel (afecta fuertemente el sistema nervioso). La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) clasifica al endosulfán como Categoría Ib –Altamente Peligroso. La Unión Europea también lo califica como Altamente Peligroso, mientras que la Organización Mundial de la Salud (OMS) lo clasifica en categoría II – Moderadamente Peligroso (INE, 2011).
3. **Xileno:** Se obtiene del petróleo y se utiliza en gasolinas, en disolventes y como limpiadores. A menudo, estos componentes químicos están presentes junto con otros disolventes. Los xilenos se absorben bien a través de los pulmones, ya que después de 8 horas de exposición es del 60-65% de la cantidad inhalada (Riihimäki et al, 1979).  
La exposición crónica a xileno puede causar depresión del sistema nervioso central, anemia, hemorragia en las mucosas, hiperplasia en la médula ósea, aumento del tamaño del hígado y nefrosis. El contacto repetido con la piel produce sequedad y dermatitis.
4. **Ciclohexano:** Se obtiene del petróleo, el cual puede ocasionar dolor de cabeza, vértigo, náuseas y enrojecimiento en piel y ojos (INSHT, 2009).

En este apartado se mencionan los puntos de generación de aguas residuales, así como los puntos de descarga descritos en la figura 3. “Proceso de producción de un plaguicida en formulación seca”, estas descargas deben ser acorde a la tabla 3.4 “Registro de parámetros, emisiones y transferencias en descargas de aguas residuales” para el cumplimiento de la normatividad aplicable (NOM-002-SEMARNAT-1996).

\*: La empresa productora de plaguicidas tiene que Indicar el lugar donde la descarga se emite o transfiere.

YY: En caso de descargar a un cuerpo de agua nacional (laguna, río, mar, etc.), la empresa productora tiene el deber de proporcionar el nombre del mismo.

**Región hidrológica:** La empresa productora de plaguicidas debe notificar la región hidrológica a la que corresponde el cuerpo receptor de agua, en caso de que este descargue en cuerpos de agua nacionales. Para este apartado la región 12 corresponde al Valle de Toluca.

XX: La empresa debe notificar el volumen total de descarga de agua residual correspondiente al año en registro.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

### 3.4 Registro de parámetros, emisiones y transferencias en descargas de aguas residuales

Número de descarga	Volumen de descarga de agua residual (m <sup>3</sup> )	Tipo de descarga	Parámetro de descarga	Valor medido	Unidad	Cantidad emitida o transferida por parámetro (kg/año)
A2, A3, A4, A5, C2, C3, C4, C5, C6, C8, C9, C11, C12	XX	(TRANS)	Benceno †	-	mg/L *	YY
			Xileno †	-	mg/L *	YY

**XX:** La empresa debe notificar el volumen total de descarga de agua residual correspondiente al año en registro.

**†:** Estas sustancias se tienen reportadas en el proceso de producción de plaguicidas, pero de manera general pueden existir otras más para la elaboración de plaguicidas, esto estará determinado por cada empresa y del tipo de plaguicida que se produzca.

**- :** La empresa tiene la obligación de reportar la concentración promedio de los valores medidos de los parámetros en cada descarga. En caso de que la empresa cuente con el permiso de CONAGUA esta debe notificar el promedio anual de las concentraciones reportadas en las declaraciones trimestrales que correspondan al periodo anual de reporte.

En la NOM-002-SEMARNAT-1996 se establecen los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, a los cuales la empresa debe estar apegada si es el caso de que sus descargas vayan al sistema de alcantarillado. Esta norma también debe tomarse en cuenta al detectar una problemática en sus descargas de aguas residuales, y de ocurrir esto, la empresa tiene la obligación de tomar todas las medidas necesarias para disminuir los contaminantes que rebasen los límites permitidos por la presente norma, de ser así esta tabla (3.4) debe ser completada con la información correspondiente.

Los estudios de aguas residuales deben ser solicitados a un laboratorio acreditado por la "ema" (Entidad Mexicana de Acreditación) para realizar este tipo de análisis, basado en los parámetros que maneja la normatividad en los que se incluyen:

- 1. Temperatura (C°):** Temperatura expresada en grados centígrados
- 2. Potencial de hidrógeno (pH):** El cuál es la unidad de medida de alcalinidad o acidez de una solución, más específicamente el pH mide la cantidad de iones de hidrógeno que contiene una solución determinada.
- 3. Materia flotante:** Son aquellos sólidos de una muestra que quedan retenidos en una malla de abertura específica.

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

4. **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** Mide la cantidad total de Materia orgánica presente en aguas residuales.
5. **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):** Determina la cantidad de materia orgánica biodegradable.
6. **Sólidos Suspendidos Totales (SST):** Tiene su origen en aguas residuales y erosión del suelo, su incremento hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática.
7. **Metales pesados tales como:** Cromo VI, Arsénico (As), Mercurio (Hg), Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Plomo (Pb), Zinc (Zn), Níquel (Ni).
8. **Cianuros:** El ion cianuro se coordina fuertemente con muchos metales, el cual resulta ser muy venenoso para la vida animal ya que se enlaza fuertemente al hierro de la hemoglobina impidiendo el transporte de oxígeno. Químicamente es bastante estable, por lo que no se descompone rápidamente en la naturaleza.
9. **Grasas y aceites:** Son los compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como de hidrocarburos del petróleo que son extraídos de la muestra utilizando hexano como solvente.

De esta manera el reporte de aguas residuales emitido por el laboratorio acreditado debe entregar un reporte en el que se contenga: a) el informe de resultados de análisis, b) Hoja de campo (Informe técnico de muestreo y memoria de cálculo), c) Croquis de ubicación de la descarga, d) Cadena de custodia de la muestra.

\*: La empresa productora de plaguicidas tiene el deber de manifestar las unidades de los valores promedio en las unidades correspondientes y conforme al contaminante o parámetro medido.

YY: Esta cantidad es el producto de la multiplicación de la concentración promedio por el volumen de la descarga (en kg/año), por parámetro.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

## Sección IV

### Informe anual de generación, manejo de residuos peligrosos y reporte anual de transferencia de residuos peligrosos

#### 4.2 Transferencia de residuos peligrosos

Clave /nombre del residuo	Seguimiento a la transferencia a manejo integral de residuos peligrosos	Modalidad de manejo	Cantidad	Nombre o Razón social	Número de autorización	Dirección				Destino
						País	Estado	Municipio	Domicilio	
Endosulfán técnico	Empresa prestadora de servicio para el manejo de residuos (MRP)	[Redacted]	*	NA	NA	México	NA	NA	NA	Transferencia del RP vía transporte (TRA) Empresa prestadora de servicios de manejo de residuos (SMAN)
Xileno			*							
Benceno										
		Confinamiento controlado (DF1)	*							
		Extracción de solventes (RS3)								
		Cribado (TF6)								

**Clave/nombre del residuo:** Estas sustancias se tienen reportadas en el proceso (Endosulfán técnico, Xileno y Benceno), pero de manera real pueden existir otras más para la elaboración de plaguicidas, esto estará determinado por cada empresa y del tipo de plaguicida que se produzca.

## DetECCIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES GENERADOS EN EL ÁREA DEL PROCESO DE UNA EMPRESA QUÍMICA MEDIANTE LA CÉDULA DE OPERACIÓN ANUAL.

Para el caso de producción de plaguicidas, el confinamiento de residuos peligrosos, tales como los trapos utilizados para el mantenimiento de los equipos y maquinarias, deben ser manejados mediante un confinamiento controlado (esto dependerá de cada empresa prestadora del servicio), por otra parte, la empresa productora de plaguicidas tiene el deber de registrar por medio de bitácoras, cual está siendo la modalidad de manejo de los residuos peligrosos que se generan dentro de las instalaciones de la empresa, enfatizando en su almacenamiento dentro de la misma.

En este sentido la empresa generadora de residuos peligrosos debe apegarse a las Normas Oficiales Mexicanas: tal es el caso de la NOM-052-SEMARNAT-2005, misma que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos y en la cual se define a un residuo peligroso como aquel que posee características de tipo CRETIB: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico ambiental, inflamable y biológico-infeccioso.

Si la empresa productora de plaguicidas contrata un servicio de manejo de residuos peligrosos, esta debe indicar su nombre o razón social, número de autorización de la empresa y datos de dirección.

Por otra parte, la empresa prestadora de servicios para el manejo de residuos peligrosos, tiene la obligación de tener en orden todos sus documentos que den legalidad de los permisos otorgados por la SEMARNAT, los cuales deben contener el número de autorización para realizar actividades de recolección de residuos peligrosos, notificando al generador el destino de almacenamiento de los mismos y la metodología que utiliza para el manejo de los residuos peligrosos que controla, mediante uno de los 55 métodos registrados en la Cédula de Operación Anual, entregando al final de este proceso un manifiesto, donde informe al generador la cantidad y tipo de residuo peligroso que trasladará a su sitio de disposición final.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

4.3 Informe del manejo de residuos peligrosos de empresas prestadoras de servicios

Actividad de la empresa	Modalidad de manejo autorizada	Datos del cliente (generador)		Código de peligrosidad de (CPR)											Datos del transportista		Volumen total manejado					
		Nombre	Número de Registro	Clave de identificación	C	R	E	T	Te	Th	Tt	I	B	Mezcla	Estado físico	Cantidad	Unidad <sup>8</sup>	Sustancias RETC	Nombre o razón social	Número de autorización	Porcentaje (%) de eliminación del RP	Porcentaje (%) de eliminación de la Sustancia RETC
Recolección y transporte / Acopio																						
Manejo de residuos	Confinamiento controlado (DF1)	NA	NA	E6/02				X	X		X			T019*	SS	+	+	Benceno	NA	NA	NA	NA
					X		X	X		X		H050*	Endosulfan técnico									
	Extracción de solventes (RS3)				X		X	X		X		T056*	Ciclohexano									
	Cribado (TF6)						X	X		X	X	T239*	Xileno									

## DetECCIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES GENERADOS EN EL ÁREA DEL PROCESO DE UNA EMPRESA QUÍMICA MEDIANTE LA CÉDULA DE OPERACIÓN ANUAL.

Estas sustancias se tienen reportadas en el proceso (Benceno, Endosulfán técnico, Ciclohexano y Xileno), pero de manera general pueden existir otras más para la elaboración de plaguicidas, esto estará determinado por cada empresa y del tipo de plaguicida que se produzca.

Las empresas prestadoras de servicios en el manejo de residuos peligrosos, realizan extracciones de solventes y cribados que pudieran ser utilizados como materias primas para otros procesos de producción, todo esto dependerá de las técnicas que maneje la empresa externa, y de los materiales químicos con los que trabaja la empresa productora de plaguicidas.

En este apartado se deben registrar los datos de la empresa generadora de residuos peligrosos, tales como nombre o razón social, misma que obliga a la empresa generadora a indicar el Número de Registro Ambiental (NRA) o el Número de Registro como Generador (NRG).

La clave de identificación pertenece al giro 6: Plaguicidas y herbicidas, basado en la clasificación que emite el instructivo para el llenado de la Cédula de Operación Anual.

**Código de peligrosidad de (CPR):** Con base en la tabla 1 “Códigos de peligrosidad de los residuos (CPR)” de la NOM-052-SEMARNAT-2005, se establecen las características del acrónimo CRETIB, tal y como se muestra a continuación:

**C:** Corrosividad (Líquido acuoso y presenta un pH menor o igual a 2,0 o mayor o igual a 12,5).

**R:** Reactividad (Líquido o sólido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a cinco minutos).

**E:** Explosividad (Cuando es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía).

**T:** Toxicidad: **Te:** Toxicidad ambiental (sustancia que ocasiona un desequilibrio ecológico), **Th:** Toxicidad Aguda (sustancia que puede provocar, en un corto periodo de tiempo o en una sola exposición, daños o la muerte de un organismo.), **Tt:** Toxicidad Crónica (sustancia que puede causar efectos dañinos a largo plazo en los organismos).

**I:** Inflamabilidad (Es un líquido o una mezcla de líquidos que contienen sólidos en solución o suspensión y que tiene un punto de inflamación inferior a 60,5°C).

**B:** Biológico-Infecioso (La sangre y los componentes de ésta, cultivos y cepas de agentes biológico-infecciosos, patológicos y los residuos no anatómicos).

**\***: Claves pertenecientes a las sustancias RETC, basados en los listados 3 y 4 “Clasificación de Residuos Peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (tóxicos agudos)”, “Clasificación de Residuos Peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (tóxicos crónicos)”.

**+**: La empresa generadora debe notificar la cantidad producida de residuos peligrosos, unidad de medida que se maneja y el estado físico del residuo peligroso, el cual para el presente trabajo de investigación es sólido, debido a que el análisis está basado en una formulación seca de producción de plaguicidas.

## Sección V

### Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) y prevención de la contaminación

#### 5.1 Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el Establecimiento

Actividad Sustantiva		Nombre del material que contiene la sustancia	Clave de la modalidad	Sustancias RETC contenidas			Cantidad anual	Unidad
				Nombre de la sustancia	Clave o No. CAS	% peso de la sustancia		
Sustancias usadas en proceso	Uso directo ➤	Nombre del Plaguicida	X	Benceno Endosulfan técnico y Xileno	XX	●	+	Ton
	Uso indirecto ➤		X	-	XX	●	+	Ton
Sustancias producidas			X		XX	●	+	Ton
Otros usos		La sustancias o materia que la contiene sólo se envasa para su venta y/o distribución (EV)						

Algunas de las sustancias de uso directo utilizadas durante el proceso de producción de los plaguicidas, están sujetas en la NOM-165-SEMARNAT-2013, que establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el Registro de Emisiones y Transferencia de contaminantes (RETC), estas sustancias se tienen reportadas en el proceso tales como, benceno, endosulfán técnico y xileno, pero de manera real pueden existir otras más para la elaboración de plaguicidas, lo cual estará determinado por la fórmula específica de cada empresa y del tipo de plaguicida que se produzca en la misma.

**+**: Cantidad anual de las sustancias RETC contenidas en el plaguicida.

**XX**: Se debe especificar en número CAS (el cual, es una identificación numérica única para compuestos químicos) perteneciente a cada sustancia RETC registrada en el proceso de producción de los plaguicidas.

**X**: Se tiene que colocar la clave de modalidad de la sustancia RETC establecida en la Tabla 3.23 NOM-165-SEMARNAT-2013.

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

- : Porcentaje de las sustancias RETC utilizadas en el proceso de producción de los plaguicidas
- **Uso directo:** Las sustancias usadas de manera directa en el proceso de producción de los plaguicidas son componentes de la materia prima (CM)
- **Uso indirecto:** La empresa productora de plaguicidas debe especificar en este apartado, si utiliza sustancias de manera indirecta en el proceso de producción, tales como: buffer (BU), catalizador (CA), desengrasante (DE), limpiador (LM), lubricante (LU), refrigerante (RF), solvente (SO), para tratamiento de residuos (TR) u otro (OT).

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

**5.2 Emisiones y Transferencias de Sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programados**

Tipo de Operación	Emisión/ Transferencia		Identificación de sustancias RETC			Área de generación	Emisión o Transferencia Anual		Método de estimación	Versión	Factor	Unidades del factor	Datos de empresa prestadora de servicios para manejo de residuos peligrosos y aguas residuales, donde fueron transferidas las sustancias							
			Nombre del material que contiene la sustancia RETC	Nombre de la sustancia	Clave o No. CAS		Cantidad	Unidad					Nombre	Número de autorización	Modalidad de manejo	País	Domicilio			
Operación Normal	Emisión a:	Aire				A4, C2, C5, C7, C8, C10, C11 (Mezcladoras)	+	Ton	+											
		Agua				C12, A2 (Puntos de salida de aguas residuales)	+	Ton	+											
		Suelo				*	+		+											
	Transferencia a:	Reutilización				*	+	Unidad de medida	+											
		Reciclado				*	+		+											
		Coprocesamiento				*	+		+											

## DetECCIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES GENERADOS EN EL ÁREA DEL PROCESO DE UNA EMPRESA QUÍMICA MEDIANTE LA CÉDULA DE OPERACIÓN ANUAL.

En este apartado la empresa productora de plaguicidas debe registrar los datos necesarios para la identificación de sustancias RETC (tales como nombre y número CAS) para su identificación de emisiones al aire, agua y suelo. En la tabla número 5.1 "Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el establecimiento", se mencionan algunas de las sustancias que pueden ser utilizadas para la preparación del producto de manera general.

De esta manera, la empresa tiene la obligación de generar bitácoras, que incluyan la medición y los análisis de las emisiones a la atmósfera (partículas, bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono), por equipo empleado, en este sentido las mezcladoras representan una fuente de emisión de contaminantes por el uso de combustibles fósiles para su funcionamiento.

✚: El método de estimación, la cantidad y unidad de emisiones y/o transferencias de sustancias RETC, estarán determinadas por cada empresa en específico, lo cual dependerá directamente de la capacidad de producción de cada fabricante, así como del número de turnos, líneas de producción, y número de maquinarias empleadas para el proceso. Sin embargo, en el caso específico de emisiones a la atmósfera, la empresa debe apegarse a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica que especifica los niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición, en la cual se establece que, los niveles máximos permisibles de emisión de humo, partículas, monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) de los equipos de combustión de calentamiento indirecto (Aquellos en que el calor generado se transfiere a través de los gases de combustión, los cuales no entran en contacto directo con los materiales del proceso, como son: las calderas, generadores de vapor, u otro tipo de fluidos a base de sistemas de calentamiento indirecto) se establecen en función de la capacidad térmica nominal del equipo, del tipo de combustible y de la ubicación de la fuente fija. Para el proceso de plaguicidas, la empresa tendrá que apegarse estrictamente a la NOM-085-SEMARNAT-2011, ya que las calderas que son empleadas en el proceso son equipos de combustión de calentamiento indirecto.

Por otra parte, los datos de la empresa prestadora de servicios para manejo de residuos peligrosos y aguas residuales donde se transfieren las sustancias, deben ser registrados en este apartado, con datos tales como: nombre, número de autorización, modalidad de manejo y domicilio.

\*: Es importante que el fabricante de plaguicidas informe si la empresa que brinda el servicio de tratado de residuos peligrosos, tiene como finalidad la obtención de energía, reutilización, reciclado, coprocesamiento, tratamiento o confinamiento de los residuos transferidos.

Para el caso de la generación de aguas residuales, los puntos de emisión se encuentran en la parte inicial del proceso (A2), y al final del mismo (C12), las cuales deben estar acorde a las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales así como a la NOM-002-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

Tipo de Operación	Emisión/ Transferencia		Identificación de sustancias RETC			Área de generación	Emisión o Transferencia Anual		Método de estimación	Versión	Factor	Unidades del factor	Datos de empresa prestadora de servicios para manejo de residuos peligrosos y aguas residuales, donde fueron transferidas las sustancias				
			Nombre del material que contiene la sustancia RETC	Nombre de la sustancia	Clave o No. CAS		Cantidad	Unidad					Nombre	Número de autorización	Modalidad de manejo	País	Domicilio
	Transferencia a:	Tratamiento					+	+	+								
		Incineración					+	+	+								
		Disposición final					+	+	+								
		Alcantarillado					+	+	+								
		Otros (especificar)				Mantenimiento (MN), durante el proceso productivo (PP)	+	+	+								
Evento (programado y no programado)	Emisión a:	Aire				A4, C2, C5, C7, C8, C10, C11	+	+	+								
		Agua						+	+	+							

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

La empresa productora de plaguicidas tiene el deber de notificar en este apartado, cual es la disposición final de las sustancias RETC que genera, si es que a estas sustancias se les da un tratamiento, disposición final, incineración o algún otro método, el cual debe ser notificado.

Los eventos programados y no programados se deben registrar con los datos de emisión de sustancias RETC en cuanto a emisiones de agua y aire se refieren.

Para el caso de la producción de plaguicidas, es importante que exista un control de emisiones a la atmósfera en las 5 calderas (mezcladoras) que son utilizadas durante todo el proceso de producción y en los colectores de polvo, ya que en este caso el análisis está enfocado en una formulación de preparación en fase seca, ya que la cantidad de partículas emitidas resulta importante para evitar que estas vayan a la atmósfera y por ende se conviertan en una fuente de contaminación para el medio ambiente.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

**5.3 Información específica sobre manejo y/o disposición final de Residuos Peligrosos o de tratamiento de aguas residuales que contengan Sustancias RETC.**

Sustancias contenidas en	No. de autorización de la empresa prestadora de servicios	Identificación del generador		Tipo de residuo/descarga	Identificación de sustancias listadas		Cantidad anual recibida	
		Nombre	Número de registro		Nombre	% en peso de la sustancia	Cantidad	Unidad
Residuos peligrosos	XX	*	*	E6/02	Benceno	%	+	Ton
					Endosulfan	%	+	Ton
					Ciclohexano	%	+	Ton
					Xileno	%	+	Ton
Aguas residuales	XX	*	*	yy	Benceno	%	+	m <sup>3</sup>
					Endosulfan	%	+	m <sup>3</sup>
					Ciclohexano	%	+	m <sup>3</sup>
					Xileno	%	+	m <sup>3</sup>

**XX:** En este apartado la empresa productora de plaguicidas tiene por obligación, notificar el número de autorización de la empresa que presta el servicio para el tratamiento o disposición final de sus residuos peligrosos. Cabe destacar que este número de autorización es otorgado por la SEMARNAT, y para el tratado de aguas residuales se deberá notificar el organismo regulador.

**\*:** Se deben registrar los datos de la empresa generadora tales como nombre o razón social, así como el número de registro ambiental (NRA) o el número de generador de residuos peligrosos (NRG).

**yy:** La empresa productora de plaguicidas tiene por obligación notificar el tipo de descarga de sus aguas residuales, indicando si estas tienen una emisión a cuerpos receptores de agua o bienes nacionales, riego agrícola o riego hacia áreas verdes, en caso de tener una transferencia de las mismas se debe registrar si estas aguas residuales tienen un destino en drenaje, alcantarillado u otro tipo de transferencia, todo ello dependerá directamente del proceso de producción que tenga cada empresa en específico.

**+**: La empresa debe notificar la cantidad total anual recibida para reutilización, reciclado, coprocesamiento, tratamiento, incineración y disposición final.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

**Sección VI**

**Registro de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero**

	Bióxido de carbono	Metano	Óxido nitroso	Carbono negro u hollín	Clorofluorocarbonos	Hidroclorofluorocarbonos	Perfluorocarbonos	Hexafluoruro de azufre	Trifluoruro de nitrógeno	Hidrofluorocarbonos	Éteres halogenados	Halocarbono
	(CO <sub>2</sub> )	(CO <sub>4</sub> )	(N <sub>2</sub> O)	(CN)	(CFC)	(HFC)	(PFC)	(SF <sub>6</sub> )	(NF <sub>3</sub> )	(HFC)	(EH)	(XC)
1.- Emisiones directas (t)												
a. Emisiones directas provenientes de combustión en fuentes fijas	X		X									
b. Emisiones directas provenientes de fuentes móviles	X		X									
c. Emisiones directas provenientes de procesos industriales a actividades comerciales y servicios	X		X									
d. Emisiones directas provenientes de fugas en el Sector Energía	NA											
e. Emisiones directas provenientes de actividades agropecuarias	NA											
2.- Emisiones Indirectas (t CO <sub>2</sub> e)												
a. Emisiones Indirectas provenientes del consumo de energía eléctrica	X											
b. Emisiones Indirectas provenientes del consumo de energía térmica	NA											
Total de emisiones (tCO <sub>2</sub> e)	*											

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

\*: Sumatoria de las emisiones por gas o compuesto de efecto invernadero

En el caso de las emisiones directas provenientes de combustión de fuentes fijas, así como de procesos industriales, entendidas éstas conforme al artículo 2, fracción VII, del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones, como aquellas fuentes con ubicación física permanente en un sitio determinado, resaltado como emisiones directas el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).

Para este apartado están consideradas las calderas que son utilizadas durante el proceso de producción de los plaguicidas ya que para su funcionamiento son utilizados combustibles y que por su efecto directo de combustión estas emiten contaminantes directo a la atmósfera.

Para el registro de emisiones directas provenientes de fuentes móviles que conforme al artículo 2, fracción VIII del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones, son aquellas maquinarias o equipos que, sin constituir una instalación con ubicación física permanente, genera Gases o Compuestos de Efecto Invernadero por la operación de motores de combustión interna. En este caso, la empresa productora debe notificar el tipo de maquinaria móvil con la que cuenta en su establecimiento y que por su proceso de combustión de esta maquinaria emite contaminantes de manera directa a la atmósfera, tomando en cuenta emisiones de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), los cuales deben ser notificados.

La empresa debe notificar las emisiones Indirectas provenientes del consumo de energía eléctrica en el establecimiento, el cual estará sujeto a reporte por consumo de electricidad, ya sea de la red nacional de suministro perteneciente a la Comisión Federal de Electricidad o de un proveedor que las produzca utilizando combustible que generen gases o compuestos de efecto invernadero, la cual, debe registrar sus emisiones indirectas, entendido por emisión indirecta conforme al artículo 2, fracción V, del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones, aquella que se genera fuera del establecimiento sujeto a reporte como consecuencia de su consumo de energía eléctrica.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

#### **4.4 Resultados del análisis de la Cédula de Operación Anual para el proceso de producción de plaguicidas**

Con base en la información propuesta en la COA para un proceso de producción de plaguicidas en fase seca, se obtuvieron los siguientes rubros en materia de generación de residuos peligrosos, emisiones a la atmósfera y descargas de aguas residuales.

Cabe mencionar que, algunos de los datos y cantidades señaladas en las tablas de la COA, son valores propuestos, y por tanto los resultados que se muestran a continuación fueron basados en los mismos.

##### **4.4.1 Generación de residuos peligrosos**

Del análisis del proceso se detectó la generación de residuos peligrosos derivado del mantenimiento de las máquinas, como lo es el triturador, pulverizador, calderas, reactor, llenadores de barril, trituradora de alta velocidad, ciclones separadores, molino de energía hidráulica, colector de polvo, y el embazador.

La generación de este tipo de residuos, resulta del mantenimiento del equipo utilizado durante el proceso, tales como los “trapos” que son empleados para la actividad, los cuales ya contienen sustancias con las que se elabora el producto convirtiéndose automáticamente en residuos peligrosos. Así mismo, los aceites que son usados para el mantenimiento de las máquinas, así como el cambio de aceite a las bombas para realizar “Purgamientos” también se convierten en residuos peligrosos.

Por otra parte, el manejo de estos residuos generados, debe coincidir entre los manifiestos que otorga la empresa recolectora de residuos peligrosos y las bitácoras llenadas por el encargado en turno, tal y como se menciona en la tabla 4.2 “Transferencia de residuos peligrosos” y en la tabla 4.3 “Informe del manejo de residuos peligrosos de empresas prestadoras de servicios”, ya que existen sustancias altamente tóxicas como el Benceno, Endosulfán técnico, Ciclohexano y

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

Xileno que deben ser manejadas de forma correcta para evitar posibles accidentes dentro de la empresa generadora, principalmente por el grado de toxicidad que caracterizan a estas sustancias.

En este sentido se recomienda que la empresa productora de plaguicidas clasifique y almacene adecuadamente los residuos peligrosos generados durante el proceso, basado en la NOM-052-SEMARNAT-2005, donde se definen las características CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico infeccioso) de un residuo peligroso. Dentro de esta misma NOM, se clasifica a los residuos peligrosos derivados de la producción de plaguicidas con un grado de toxicidad crónica (Tt), es decir, que las propiedades de las sustancias pueden causar efectos dañinos a largo plazo en los organismos, generalmente a partir de exposiciones continuas o repetidas, capaces de producir efectos cancerígenos o mutagénicos (alteración en las estructuras del ADN). Esto conlleva al estricto control que debe existir en todo el proceso productivo.

Aunado a lo anterior, se recomienda que los demás residuos peligrosos generados en el área de proceso de una empresa en la producción de plaguicidas, sean clasificados de la siguiente manera:

- Residuos sólidos industriales contaminados (cartón, cubetas, envases o recipientes, escobas, trapos, guantes, botas de hule, cuero, piel) (Th), que pudiesen ser generados de los mantenimientos de todas las maquinarias empleadas para el proceso (Ver Figura 3 “Proceso de producción de un plaguicida en formulación seca”).
- Envases y tambos vacíos usados en el manejo de materiales y residuos peligrosos (Tt), sobre todo en el almacenamiento de las sustancias que funcionan como vehículo inerte.
- Materiales fuera de especificación que contengan sustancias tóxicas al ambiente (Tt) (Grasa contaminada).

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

- Aceites lubricantes usados (Tt, I).

A continuación, se muestra un formato de una bitácora para ser empleada en el control de los residuos peligrosos generados en el proceso de producción:

Bitacora de Residuos Peligrosos																	
GENERACIÓN									ALMACENAMIENTO TEMPORAL		MANEJO						
Nombre de los residuos peligrosos	Cantidad generada Kgs.	Características de peligrosidad del residuo – Código de peligrosidad de los residuos (CPR)								Área o proceso de generación	Fecha de ingreso	Fecha de salida	Fase de manejo siguiente a la salida del almacén	Prestador de Transporte		Destinatario	
		C	R	E	T	T	e	T	t					I	B	M	Nombre, denominación o razón social

Fuente: Propia, 2017.

Derivado de lo anterior, se determinó que existe una generación de residuos peligrosos por las características de las materias primas que son empleadas durante el proceso de producción como el benceno, endosulfán técnico y xileno, resultando aspectos importantes a considerar, al ser sustancias altamente tóxicas para el medio ambiente y para la salud de los trabajadores que se encuentran expuestos a estos componentes si no se tiene un adecuado control de las mismas.

#### 4.4.2 Emisiones a la atmósfera

Se detectó que, las calderas empleadas en el proceso de producción utilizan como combustible diésel (el combustible dependerá de la capacidad de las calderas y de las necesidades de cada empresa para la elaboración del producto), el cual posee componentes que son altamente contaminantes para la atmósfera. Así mismo, las calderas (mezcladoras) son las principales fuentes de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), destacando gases como: Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de nitrógeno (NOx) y Óxidos de azufre (SOx), los cuales deben ser registrados de manera obligatoria para dar cumplimiento a lo establecido en los artículos 3 y 4 del

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

Reglamento de la Ley General de Cambio Climático (LGCC), donde se especifica que en la fabricación de fertilizantes, pesticidas y otros agroquímicos, debe existir un adecuado manejo y control de gases y sustancias emitidas a la atmósfera. Cabe mencionar que, en muchos de los procesos de producción de plaguicidas, se utilizan como materia prima compuestos que tienen en su composición azufre (S) y nitrógeno (N). Sin embargo, por la confidencialidad del proceso es difícil conocer con exactitud los compuestos que son incorporados en la producción, dado que cada empresa posee sus propios métodos de elaboración.

En cuanto a los puntos de emisión de contaminantes a la atmósfera (chimeneas), estos dependerán de la altura y de los diferentes diámetros de los mismos, los cuales deben ser considerados como fuentes de emisión de contaminantes, todo esto en relación al número total de horas en que operan las máquinas para el proceso anualmente.

Por otra parte, el tamaño de partículas procedentes de las materias prima empleadas para el proceso de elaboración, suelen ser de talcos, sílices, yeso, cal y otros compuestos que dependerán de la fórmula específica que utiliza cada empresa, y que, por el tamaño de partículas, éstas pudiesen resultar dañinas en organismos si no se tiene un correcto manejo de las mismas. Es por ello que, se recomienda el uso de filtros que retengan partículas emitidas de las maquinarias, con la finalidad de evitar emisiones que resulten perjudiciales al medio ambiente y a la salud de los trabajadores. Así mismo, se detectaron algunas de las sustancias que pueden ser empleadas de forma general para el proceso de elaboración del producto tales como benceno, endosulfán técnico, xileno y ciclohexano, las cuales están sujetas en la NOM-165-SEMARNAT-2013, donde se establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el Registro de Emisiones y Transferencia de contaminantes (RETC). Sin embargo, estas materias prima pueden cambiar dependiendo de la fórmula específica que utilice cada empresa.

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

Se recomienda no sobrepasar los límites máximos permisibles de emisiones presentes en la NOM-085-SEMARNAT-2011 referente a “Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición”, para la Zona del Valle de México, los cuales se describen en la Tabla 2.2 “Monitoreo de parámetros normados y específicos establecidos en autorizaciones”, ya que, de no existir un control responsable de estas sustancias, la posibilidad de inhalación de partículas por organismos provocaría daños graves a la salud de los trabajadores, sociedad y el incumplimiento a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en su artículo 111 bis, al sobre pasar el permiso de autorización emitido por la SEMARNAT.

### **4.4.3 Descarga de aguas residuales**

Las descargas de aguas residuales son competencia de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Dado que, el proceso de producción de plaguicidas es de origen orgánico por los componentes de las materias prima que lo componen, es importante no evadir la NOM-002-SEMARNAT-1996, la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales, considerando que es importante realizar un estudio de aguas residuales, tal y como se describe en la Tabla 3.4 “Registro de parámetros, emisiones y transferencias en descargas de aguas residuales”, incluyendo los parámetros de una Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y otra de Demanda Química de Oxígeno (DQO), para poder determinar si es factible proponer un tratamiento de reducción de materiales orgánicos a las descargas de aguas residuales del proceso, por medio de una cuantificación de laboratorio y si estos resultasen elevados, la compañía podría tratar sus aguas residuales mediante un tratamiento biológico debido a que pueden existir contaminantes biodegradables durante todo el proceso.

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

De no llevarse a cabo el adecuado manejo de las sustancias peligrosas en las descargas de aguas residuales, los problemas ambientales resultarían catastróficos, ya que, por la toxicidad que compone a las sustancias activas de un plaguicida, podrían contaminar cuerpos de agua cercanos a la empresa, además de la causa de muerte de especies nativas y a su vez el riesgo a la población más cercana al establecimiento, por el consumo de alimentos contaminados, beber agua contaminada directamente, o a través de filtraciones con suelos contaminados.

Así mismo, se recomienda que en los puntos de descarga de aguas residuales descritos en la Figura 3. “Proceso de producción de un plaguicida en formulación seca” (los cuales se encuentran cercanos al triturador y al llenador de barriles), se realicen estudios continuos de los parámetros contaminantes, por medio de un laboratorio acreditado por la “ema”, para cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM-002-SEMARNAT-1996, NOM-001-SEMARNAT-1996) y a su vez para dar cumplimiento a lo establecido en los artículos 9 y 10 del reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, donde se menciona que la empresa productora tiene por obligación obtener un permiso por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y reportar sus descargas de aguas residuales a la federación dentro de los límites máximos permisibles establecidos, siendo obligatorio el tratamiento de descargas antes de ser reintegradas al medio físico.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

## ***Capítulo V- Conclusiones***

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

El autor como licenciado en ciencias ambientales, debe tener presente que ningún procedimiento industrial es semejante, por lo cual en este punto se aplica todo el conocimiento académico, así como lo asimilado en la licenciatura para la interpretación de las siguientes conclusiones:

- Una vez analizada la información se deduce que la hipótesis es verdadera al dimensionar los problemas ambientales detectados en la Cédula de Operación Anual (COA) para el proceso de producción de plaguicidas de una empresa química, al detectar los puntos clave para la prevención de problemas ambientales, a través de las observaciones realizadas en los apartados de las 6 secciones que conforman la COA, lo cual derivó en las recomendaciones que debe seguir una empresa para prevenir posibles impactos que pudiesen repercutir sobre el medio ambiente, y para evitar posibles sanciones sobre la misma por incumplimiento a la normatividad ambiental mexicana.
- El objetivo general del presente trabajo de investigación se cumple, derivado del análisis de la información establecida en la COA, ya que, se lograron dimensionar los problemas ambientales en los que incurre una empresa química en la producción de plaguicidas, en materia de emisiones a la atmósfera, generación de residuos peligrosos y descargas de aguas residuales, por medio de las diferentes tablas que fueron empleadas para generar y analizar la información solicitada en cada sección, con la finalidad de comprender la función de la COA en un proceso industrial, y por ende para proponer alternativas de solución que dieran paso a la prevención de problemas ambientales durante el proceso de producción de plaguicidas.
- La COA contribuye no solo a ofrecer información actualizada que colabore con la definición de políticas ambientales en el país, sino que también genera la información necesaria para identificar las emisiones y transferencia de contaminantes por sector industrial, disminuir los contaminantes derivados de

## Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

las descargas de aguas residuales, así como el correcto manejo y control de los puntos de generación de residuos peligrosos, con el objetivo de que la COA sea desarrollada como una herramienta preventiva que regule y controle los procesos productivos de las industrias, con la finalidad de cuidar a los trabajadores, sociedad y por ende el cuidado del medio ambiente.

- Si la empresa demuestra cumplimiento a los artículos establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), al prevenir la contaminación de aire, agua y suelo, por medio de actividades y prácticas que minimicen los daños sobre el medio ambiente, respetando la normatividad vigente y dando seguimiento a los problemas detectados en la COA, entonces se logrará una mejora continua en el proceso de producción de plaguicidas, dando como resultado que la empresa lleve registros actualizados de cada sección, existiendo la posibilidad de cumplir con los requisitos para la obtención de certificaciones tanto de calidad, como de medio ambiente.

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

## ***Anexos***

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

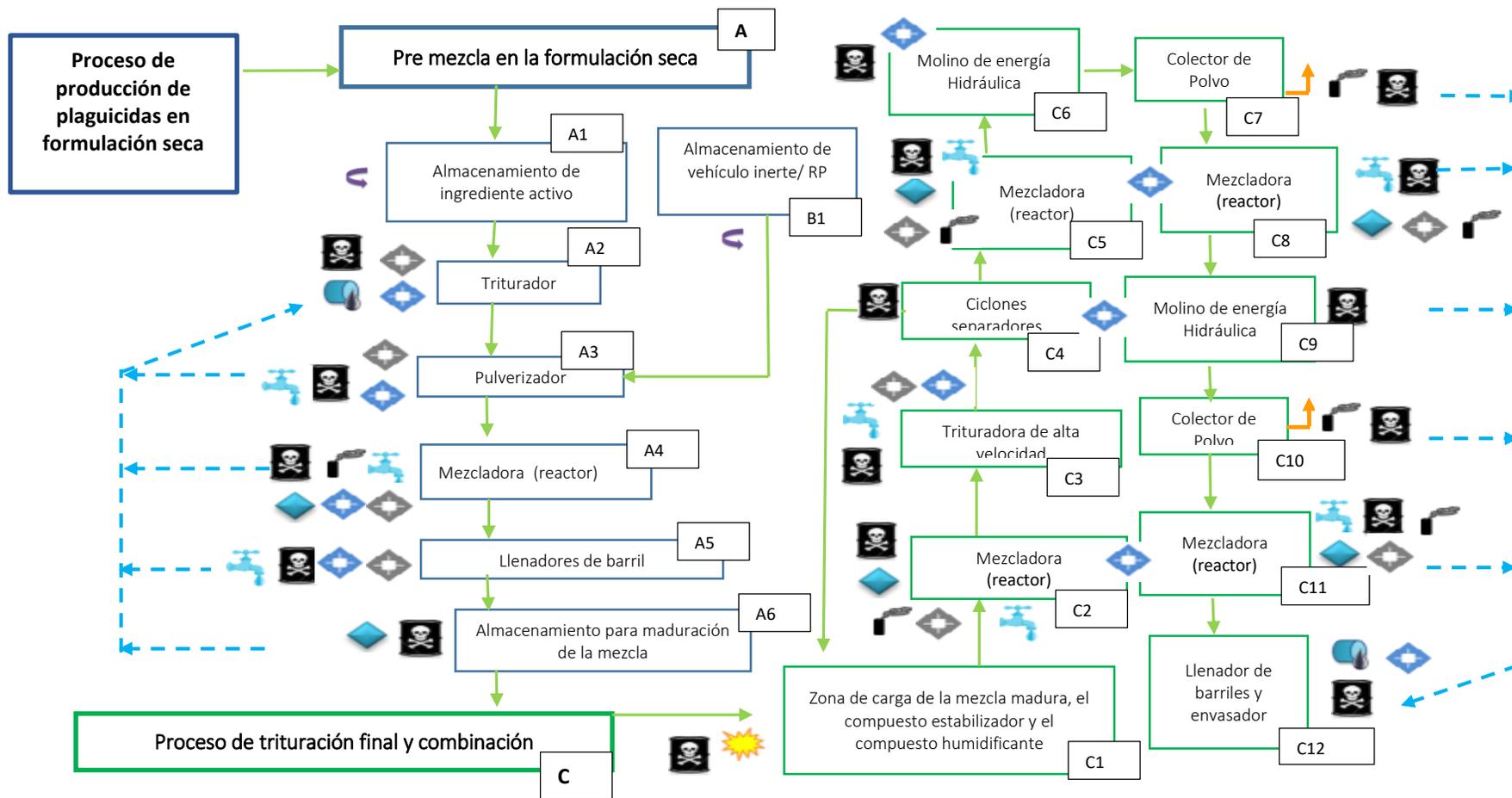
**Figura 2. Simbología de la Cédula de Operación Anual**

SIMBOLOGÍA	
Entradas	Salidas
 Insumos	 Generación de contaminantes a la atmósfera  Emisión a la atmósfera  Generación de aguas residuales
 Consumo de combustible	 Descarga agua residual  Emisión al suelo  Generación de residuos peligrosos
 Uso de agua	 Generación de residuos sólidos urbanos  Generación de residuos de manejo especial  Pérdida de energía  Eventos  Subproducto

Fuente: SEMARNAT, 2015

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

Figura 3. Proceso de producción de un plaguicida en formulación seca



Fuente: (CONAMA, 1998)

Dónde:



## Referencias:

- Aguilar, V. (2003). Biodiversitas: Aguas continentales y diversidad biológica de México: un recuento actual. No 8. Pp.11
- Alonso, R. R., (2012). UAB. Proyecto de recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos. Pp. 5-12. Disponible en: [https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2012/hdl\\_2072\\_206396/PFC\\_RaquelAlonsoRiesco.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2012/hdl_2072_206396/PFC_RaquelAlonsoRiesco.pdf) (fecha de consulta: 10/03/2016)
- BESTER (2016), "Gases de efecto invernadero". Disponible en: <https://bester.energy/blog/gases-de-efecto-invernadero-gei/> (fecha de consulta: 10/03/2016).
- CEMDA, FEA, Presencia Ciudadana Mexicana, (2006). El agua en México: lo que todas y todos debemos saber.Pp.17-20.
- CONAMA (1998). "Guía para el control y prevención de la contaminación industrial, fabricación de plaguicidas, insecticidas, pesticidas y fungicidas". Santiago, Chile. Disponible en: [http://www.sinia.cl/1292/articles-26236\\_pdf\\_fabricacion\\_plaguicidas.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-26236_pdf_fabricacion_plaguicidas.pdf) (fecha de consulta: 17/10/2016).
- Consultoría SD- Franco Group S.C., (2016) "Cédula de Operación Anual (COA)" Disponible en: <http://www.desarrollo-sustentable.com.mx/rehilete/cedula%20de%20operacion%20anual.pdf> (fecha de consulta: 21/04/2016)
- Contralínea (2016). Contaminados 7 de cada 10 ríos en México. Disponible en: <http://www.contralinea.com.mx/archivo-revista/index.php/2014/09/14/contaminados-siete-de-cada-10-rios-de-mexico/> (fecha de consulta 14/08/2016)
- Cosmos (2014) "Historia de la Industria Química en México" disponible en:<http://www.cosmos.com.mx/blog/1822/historia-de-la-industria-quimica-en-mexico> (fecha de consulta: 12/02/2016)
- EcuRed (2016). Tipos de industria química. [http://www.ecured.cu/Industria\\_Qu%C3%ADmica](http://www.ecured.cu/Industria_Qu%C3%ADmica)
- García, (2002) G. "La contaminación del agua". Enfermería Comunitaria I. Salud Pública. Masón 2002. Disponible en: <http://ocw.unican.es/ciencias-de-la->

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

salud/salud-publica-y-atencion-primaria-de-salud/otros-recursos-1/lecturas/bloque-iii/Contaminacion%20del%20agua.pdf (fecha de consulta: 24/03/2016).

- INE (2011). Instituto Nacional de Ecología, “Diagnóstico de la situación del endosulfán en México”. Disponible en: [http://www.pops.int/Implementation/NewPOPs/DecisionSC54Informationrequest/AlternativestoEndosulfan\(decisionSC54\)/tabid/2269/ctl/Download/mid/7452/Default.aspx?id=50&ObjID=12086](http://www.pops.int/Implementation/NewPOPs/DecisionSC54Informationrequest/AlternativestoEndosulfan(decisionSC54)/tabid/2269/ctl/Download/mid/7452/Default.aspx?id=50&ObjID=12086) (Fecha de consulta: 12/11/2017).
- INECC (2009) Gobierno del Estado de México, Secretaría del Medio Ambiente. Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, 2004. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/652/toluca.pdf> (fecha de consulta: 14/08/2016).
- INECC (2013), Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero del Estado de México. Disponible en: [http://iecc.inecc.gob.mx/documentos-descarga/2013\\_edomex\\_inventario.pdf](http://iecc.inecc.gob.mx/documentos-descarga/2013_edomex_inventario.pdf) (fecha de consulta: 03/03/2016) pp.26, 28, 42, 43.
- INEGI (2010a) Economía de México. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/default.aspx?tema=E> (fecha de consulta: 02/03/2016)
- INEGI (2010b). “Sobreexplotación y contaminación del agua”. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/sobreexplota.aspx?tema=T> (fecha de consulta: 03/03/2016)
- INEGI (2010c). “¿Qué es el petróleo?” Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/impresion/economia/petroleo.asp> (fecha de consulta: 22/03/2016)
- INEGI (2010d) Glosario: significado de herbicidas o insecticidas orgánicos. Disponible en:

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/Glosario/paginas/Contenido.aspx?ClvGlo=sma&nombre=476&c=14386&s=est> (fecha de consulta: 10/03/2016)

- INEGI (2009) Censos Económicos (2009). Las empresas en los Estados Unidos Mexicanos: Censos Económicos 2009 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, c2012.
- INEGI (1999). Estadísticas del medio ambiente México 1999. Cap II, Medio ambiente y recursos naturales.
- INEGI (1998). Informe 1997. Estadística del medio ambiente. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México. Disponible en: [http://scielo.unam.mx/scielo.php?pid=S0188-49992007000400004&script=sci\\_arttext](http://scielo.unam.mx/scielo.php?pid=S0188-49992007000400004&script=sci_arttext) (fecha de consulta: 10/03/2016)
- INEGI (1995) *Clasificación de Actividades Económicas de la Encuesta Nacional de Empleo*. Segunda Edición. (CAE-ENE-94).
- Inventario de emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), (2004). Pp. 145-149.
- INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo) (2009), "CILCOHEXANO", Documentación toxicológica para el establecimiento del límite de exposición profesional del ciclohexano. Pp. 2-4.
- Ipreza (2008). Capítulo 1 La industria química en México.2010. Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/5188560/capitulo-I-La-industria-quimica-en-Mexico> (fecha de consulta: 02/02/2016)
- Navarro S., Barba. A. (1995), "Comportamiento de los plaguicidas en el medio ambiente", Departamento de química, Agricultura, Geología y Edafología. Facultad de Química, Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30100 Murcia. Pp. 6-18.
- Norma Oficial Mexicana NOM-165-SEMARNAT-2013, "Que establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el registro de emisiones y transferencia de contaminantes." (Sección II, Apartado 6: Lista de sustancias sujetas a reporte de competencia federal).

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

- Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011, “Contaminación atmosférica que establece los niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición” (Apartado 4: Definiciones).
- Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, “Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos”, (Apartado 5: Definiciones, Apartado: 6 Lista de sustancias sujetas a reporte de competencia federal).
- Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, “Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal” (Apartado 4: Especificaciones).
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, “Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales”. (Apartado 4: Especificaciones).
- Norma Oficial Mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993, “Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas” (Apartado 4: Definiciones, Apartado 5: Especificaciones).
- LGCC (2012), “Ley General de Cambio Climático (LGCC)”, Congreso de la unión, México, Diario oficial de la federación, 6 de Junio de 2012.
- LGEEPA (2012), “Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)”, Congreso de la unión, México, Diario oficial de la federación, 28 de Enero de 1988.
- LGPEGIR (2015), “Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPEGIR)” Congreso de la unión, México, Diario oficial de la federación, 25 de Mayo de 2015.
- Mercado, G. A., Fernández, C. O., (1998) La contaminación y las pequeñas industrias en México, Disponible en:

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

<http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/353/3/RCE3.pdf> (fecha de consulta: 02/03/2016).

- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2016). “Gases fluorados”. Disponible en: [http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/prob-amb/gases\\_fluorados.aspx](http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/prob-amb/gases_fluorados.aspx) (fecha de consulta: 11/10/2016)
- Navarro L. F., Castillo, U. P., Guízar, M. G., Ramírez, C. S., Sánchez, H. L.M., Zenteno, M. B. (2011) “Guía de Auto Estudio para preparar el Examen extraordinario. Química III”, México, UNAM, CCH Sur.
- Pérez Porto Julián y Merino María. Publicado: 2016. Actualizado: 2018. Definición de benceno. Disponible en: <https://definicion.de/benceno/>. (fecha de consulta: 4/11/2017).
- Riojas-Rodríguez, Horacio; Schilman, Astrid; López-Carrillo, Lizbeth; Finkelman, Jacobo (2013). “La salud ambiental en México: situación actual y perspectivas futuras Salud Pública de México”, vol. 55, núm. 6, noviembre-diciembre, 2013, pp. 638-649 Instituto Nacional de Salud Pública Cuernavaca, México.
- RLGCC, (2014) “Reglamento de la ley general de cambio climático (RLGCC)” Disponible en: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5365828&fecha=28/10/2014](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5365828&fecha=28/10/2014)
- (Fecha de consulta: 20/05/2016)
- RLGEEPAPCCA (2014) “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 (RLGEEPAPCCA)” Congreso de la unión, México, Diario oficial de la federación, 31 de Octubre de 2014.
- RLGEEPARETC (2014) “Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RLGEEPARETC)” Cámara de Diputados del

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

H. Congreso de la unión, México, Diario oficial de la federación, 31 de Octubre de 2014.

- RLGEEPARETC (2004) “Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RLGEEPARETC)”. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de junio de 2004. Disponible en: [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1158/1/reglamento\\_lgeepa\\_en\\_materia\\_de\\_registro\\_de\\_emisiones\\_de\\_tra.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1158/1/reglamento_lgeepa_en_materia_de_registro_de_emisiones_de_tra.pdf) (Fecha de consulta: 20/05/2016).
- RLGEEPARP (1988) “Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Residuos Peligrosos (RLGEEPARP)” Congreso de la unión, México, Diario oficial de la federación, 25 de Noviembre de 1988.
- Romero, S. A. (2009). Evolución de los productos químicos y de los procedimientos de fabricación. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. (España) Vol. 103, Nº. 2, pp 375-387, 2009. X Programa de Promoción de la Cultura Científica y Tecnológica.
- Savolainen, K., Riihimäki. V. and Linnoila, M. (1979). Effects of short-term exposure on psychophysiological functions in man. Int. Arch. Occup. Environ. Health 44, 201-21.
- SEMARNAP, INE, PROFEPA (2000). Gestión Ambiental hacia la industria, logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000. Primera edición: Septiembre del 2000, Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca SEMARNAP. México, D.F.
- SEMARNAT (2014) “Agua”. Disponible en: [http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/05\\_serie/yelmedioambiente/4\\_agua\\_v08.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/05_serie/yelmedioambiente/4_agua_v08.pdf) Pp. 98-100 (fecha de consulta: 24/03/2016)

Detección de problemas ambientales generados en el área del proceso de una empresa química mediante la Cédula de Operación Anual.

- SEMARNAT (2015). Acuerdo por el que se da a conocer el instructivo y formato de la Cédula de Operación Anual. Disponible en: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5404075&fecha=14/08/2015](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5404075&fecha=14/08/2015) (fecha de consulta: 10/03/2016)
- SEMARNAT, (2016) “Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), Normas Oficiales Mexicanas (NOM)” Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/calidad-del-aire/registro-de-emisiones-y-transferencia-de-contaminantes-retc> (fecha de consulta: 02/04/2016)
- SEMARNAT (2016a), “Cédula de Operación Anual (COA)”, Disponible en: <http://www.gob.mx/tramites/ficha/cedula-de-operacion-anual-coa/SEMARNAT259> (fecha de consulta: 21/04/2016)
- SEMARNAT, (2016b) “Licencia Ambiental Única (LAU)”. Disponible en: <http://tramites.semarnat.gob.mx/index.php/atmosfera/autorizaciones-para-la-operacion/5-semarnat-05-002-licencia-ambiental-unica> (fecha de consulta: 02/04/2016)
- SEMARNAT, (2016c) “Registro Nacional de Emisiones (RENE)”. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/cicc/registro-nacional-de-emisiones-rene> (fecha de consulta: 20/05/2016)
- SEMARNAT (2016d) Normatividad. Disponible en: <http://www.inecc.gob.mx/calibre-informacion-basica/564-calibre-normatividad#normas> (fecha de consulta: 30/08/2016)
- SEMARNAT (2018), Normas Oficiales Mexicanas. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/leyes-y-normas/normas-oficiales-mexicanas> (fecha de consulta: 02/01/2018)
- UNAM (2012) “Historia de la industria química” disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/87/A4.pdf.pdf?sequence=4> (fecha de consulta: 19/02/2016)