



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO



## FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL

### **Detección de los problemas ambientales De una empresa cerámica mediante la Aplicación de la Cédula de Operación Anual.**

### **TESIS**

Para obtener el título de

**Licenciado en Ciencias Ambientales**

Daniel Martínez Santana

### **DIRECTOR**

D. en C.A. Eduardo Campos Medina

### **CO DIRECTOR**

D. en U. Juan Roberto Calderón Maya

# Análisis de los elementos de la cédula de operación anual para el control ambiental de una empresa de cerámica.

## CONTENIDO

Introducción.....	12
Planteamiento del problema. ....	14
Justificación.....	15
Hipótesis y Objetivos.....	16
Hipótesis .....	16
Objetivo general .....	16
<i>Objetivos particulares.</i> ....	16
CAPITULO 1. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL .....	17
1.1 Ambiente.....	17
1.2 Contaminación Ambiental.....	18
1.2.1 Contaminación Atmosférica.....	19
1.2.2 Contaminación de agua. ....	21
1.2.3 Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos. ....	22
1.3 Actividades Industriales. ....	24
CAPITULO 2. CÉDULA DE OPERACIÓN ANUAL .....	26
2.1 Fundamentos legales de la Cédula de Operación Anual.....	28
2.2 Características generales de la Cédula de Operación Anual. ....	33
2.3 Secciones técnicas de la Cédula de Operación Anual. ....	34
2.3.1 Sección I. Información Técnica General. ....	35
2.3.1.1 Subsección I de la COA. Operación y funcionamiento. ....	36
2.3.2 Sección 2. Registro de emisiones de contaminantes a la atmósfera.....	37
2.3.3 Descarga de aguas residuales.....	38
2.3.4 Sección IV. Grandes generadores de residuos peligrosos.....	39
2.3.5 Sección V. Emisión y transferencia de contaminantes.....	41
CAPITULO 3. INDUSTRIA CERÁMICA.....	43
3.1 Cerámica Industrial.....	43
3.1.1 Principales productos de la industria cerámica. ....	44
3.1.2 Materia prima de la industria cerámica. ....	46
3.1.3 Clasificación de la materia prima en la industria cerámica. ....	47
3.2 Características del proceso general.....	50
3.2.1 Extracción de la Materia Prima.....	51
3.2.2 Almacenamiento, pre secado, meteorización y envejecimiento de las arcillas. ...	52

3.2.3. Molienda (trituration y cribado).....	53
3.2.4 Cribado o tamizado.....	55
3.2.4. Humidificación mezclado y amasado.....	55
3.2.5. Moldeado, extracción y corte.....	56
3.2.6. Secado.....	57
3.2.7. Esmaltado.....	58
3.2.8. Cocción y Enfriamiento posterior.....	59
3.2.9. Descargue.....	61
3.3. Aspectos Ambientales relacionados al impacto de la empresa cerámica.....	62
3.3.1. Emisiones atmosféricas de la Industria Cerámica.....	62
3.3.2. Descarga de aguas residuales de la industria cerámica.....	64
3.3.3 Residuos de la Industria Cerámica.....	65
Capítulo 4. METODOLOGÍA.....	67
4.1 Desglose de actividades.....	68
4.1.1 Selección del Proceso Industrial.....	68
4.1.2 Análisis de las etapas específicas del proceso industrial de las baldosas cerámicas o azulejo.....	68
4.1.3 Requisitos y extrapolación de la información con relación a la Cédula de Operación Anual.....	69
4.1.3.1 Fuentes Fijas de Jurisdicción Federal con relación a la atmósfera.....	70
4.1.3.2 Fuentes Fijas de Jurisdicción Federal (Sustancias RETC).....	71
4.1.3.3 Grandes generadores de residuos peligrosos.....	72
4.1.3.4 Descarga de aguas residuales en cuerpos de agua nacionales.....	73
4.1.3.5 Establecimientos sujetos a reporte de compuestos y gases de efecto invernadero. (RENE).....	73
4.1.3.6 Formatos que se llenaron en la Cédula de Operación Anual.....	73
Formato 1.2 Insumos.....	75
Formato 1.3 Productos, subproductos y productos intermedios.....	76
Formato 1.4 Consumo anual energético.....	77
Formato 1.4.1 Consumo anual de energía eléctrica.....	78
Formato 1.4.2 Descripción y actividades de automotores y vehículos autopropulsados.....	79
Formato 2.1.2 Características de las chimeneas y ductos de descarga de las emisiones conducidas.....	81

<i>Formato 2.1.3 Monitoreo de parámetros normados y específicos establecidos en autorizaciones.</i>	82
<i>Formato 2.1.4 Registro de emisiones anuales a la atmósfera.</i>	83
<i>Formato 3.1 Fuentes de extracción y aprovechamiento.</i>	84
<i>Formato 4 .1 Informe de generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos.</i>	88
<i>Formato 4 .2 Transferencia de residuos peligrosos.</i>	89
<i>Formato 4 .3 Informe del manejo de residuos peligrosos de empresas prestadoras de servicios.</i>	90
<i>Formato 4 .4 Seguimiento de las actividades de los planes de manejo de residuos peligrosos.</i>	91
<i>Formato 4 .5 Tratamiento de suelos contaminados.</i>	92
<i>Formato 5.1 Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el establecimiento.</i>	93
<i>Formato 5.2 Emisiones y transferencias de sustancias RETC por operación normal y eventos programados y no programados.</i>	94
<i>Formato 5.3 Emisiones y transferencias de sustancias RETC por operación normal y eventos programados y no programados.</i>	95
<i>Formato 5.4 Acciones de prevención realizadas en la fuente.</i>	96
<i>Formato 6 Registro de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero.</i>	97
4.1.3.7 <i>Análisis de la información y evaluación del control ambiental de los parámetros que se integran en la cédula de operación anual.</i>	99
<b>CAPITULO 5. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	100
5.1 <b>Datos de registro de la empresa.</b>	100
5.2 <b>Fases del proceso de producción de un gres porcelánico.</b>	102
5.3 <b>Formatos, requeridos por la Cédula de Operación Anual, que se llenaron con base a los datos del proceso productivo del establecimiento.</b>	105
5.3.1 <i>Formato 1.1 Eventos programados y no programados.</i>	106
5.3.2 <i>Formato 1.2 Insumos.</i>	107
5.3.3 <i>Formato 1.3 ..... Productos, subproductos y productos intermedios.</i>	110
5.3.4 <i>Formato 1.4 Generación de energía eléctrica.</i>	111
5.3.5 <i>Formato 1.5 Consumo anual energético.</i>	112
5.3.6 <i>Formato 1.6 Consumo anual de energía eléctrica.</i>	113

5.3.7 Formato 1.7 Descripción y actividades de automotores y vehículos autopropulsados. ....	113
5.3.8 Formato 2.1 Características de maquinaria, equipo o actividad que genera contaminantes. ....	114
5.3.9 Formato 2.2 Características de las chimeneas y ductos de descarga de las emisiones conducidas. ....	115
5.3.10 Formato 2.3 Monitoreo de parámetros normados y específicos establecidos en autorizaciones. ....	116
5.3.11 Formato 2.4 Registro de emisiones anuales a la atmósfera. ....	118
5.3.12 Formato 3.1 Fuentes de extracción y aprovechamiento. ....	119
5.3.13 Formato 3.2 Descarga de aguas residuales. ....	119
5.3.14 Formato 3.3 Tratamiento y otras fuentes de abastecimiento. ....	120
5.3.15 Formato 3.4 Registro de parámetros, emisiones y transferencias en descargas residuales. ....	121
5.3.16 Formato 4.1 Informe de generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos. ....	122
5.3.17 Formato 4.2 Transferencia de residuos peligrosos. ....	124
5.3.19 Formato 4.4 Seguimiento de las actividades de los planes de manejo de residuos peligrosos. ....	127
5.3.21 Formato 5.1 Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el establecimiento. ....	130
5.3.22 Formato 5.2 Emisiones y transferencias de sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programados. ....	131
5.3.23 Formato 5.3 Información específica sobre el manejo y/o disposición final de residuos peligrosos o de tratamiento de aguas residuales que contengan sustancias RETC. ....	133
5.3.24 Formato 5.4 Acciones de prevención realizadas en la fuente. ....	135
5.3.25 Formato 6 Registro de Emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero. ....	137
5.4 No cumplimientos que se identificaron en materia normativa, en los que la empresa productora de gres porcelánico incurre. ....	139
5.5 Recomendaciones derivadas del análisis del proceso de producción de un gres porcelánico mediante la aplicación de la cédula de operación anual. ....	143
5.5.1 Medidas de Mitigación y / o correctivas recomendadas para el establecimiento productor de cerámica. ....	143

5.5.1.1 Emisiones Atmosféricas. ....	143
5.5.1.2 Descarga de Aguas Residuales. ....	144
5.5.2 Gestión Integral de los Residuos Peligrosos del establecimiento. ....	145
5.5.2.1 Generación de Residuos Peligrosos. ....	145
5.5.2.2 Implementación de un plan de manejo ambiental. ....	146
5.5.3 PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011. ....	147
5.5.4 Programa nacional de auditoría ambiental. ....	149
5.5.5 Implementación certificación ISO 14001. ....	150
5.5.7 Capacitación al personal del establecimiento. ....	151
6. CONCLUSIONES. ....	153
Referencias Bibliográficas. ....	156

## INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Principales compuestos contaminantes y sus fuentes de emisión. ....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 2. Principales contaminantes del agua. ....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 3. Principales sectores en la industria y sus principales productos. ....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 4. Sujetos obligados a presentar Cédula de Operación Anual. ....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 5. Tabla a reportar en la sección I. Información Técnica General. ....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 6. Tabla por reportar en la sección II de la COA. Registro de emisiones de contaminantes a la atmósfera.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 7. Tabla por reportar en sección III de la COA. Registro de descargas de contaminantes en el agua. ....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 9. Tabla.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 10. Productos contemporáneos de la cerámica. ....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 11. Clasificación de los productos cerámicos.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 12. Descripción de los vehículos o maquinaria utilizada en la extracción. ....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 13. Ficha técnica de un alimentador de banda o apilador/transportador FTS EDGE.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 14. Ficha técnica de un molino de martillos modelo PC800×1000. ....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 15. Ficha técnica de un molino de rodillos.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 16. Ficha técnica de una criba vibratoria modelo 4YZS2460. ....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 17. Ficha técnica de una amasadora de doble eje modelo F-190.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 18. Ficha técnica de una extrusora modelo M-600.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 19. Ficha técnica de un brazo robótico. ....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 20. Secadero de cámara para la industria cerámica. ....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 21. Ficha técnica de una cabina de esmaltado para teja y ladrillo en polvo. ....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 22. Ficha técnica de una cabina de esmaltado de doble disco. ....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 23. Tiempos de cocción de los productos cerámicos.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 24. Reacciones ocurridas durante el proceso de cocción. ....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 25. Ficha técnica de un horno de túnel para piezas cerámicas, ladrillos y tejas. ....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 26. Estimación de media de contaminantes atmosféricos por kg de material producido en la industria cerámica. ....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 27. Código CRETIB, para la clasificación de los residuos peligrosos. ....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 28. Eventos programados y no programados. ....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 29. Insumos de producción. ....</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 30. Productos, productos y productos intermedios. ....</i>	<i>110</i>

Tabla 31. Generación de energía eléctrica. ....	111
Tabla 32. Consumo anual energético .....	112
Tabla 33. Consumo de anual de energía eléctrica. ....	113
Tabla 34. Descripción y actividades de automotores y vehículos autopropulsados. ....	113
Tabla 35. Características de maquinaria, equipo que generan contaminantes. ....	114
Tabla 36 Chimeneas y ductos de descarga de emisiones conducidas. ....	115
Tabla 37 Monitoreo de parámetros normados y específicos en materia de emisiones. ....	116
Tabla 38. Registro de Emisiones Anuales a la Atmósfera. ....	118
Tabla 39. Fuentes de Extracción y aprovechamiento. ....	119
Tabla 40. Descarga de aguas residuales. ....	119
Tabla 41. Tratamiento y otras fuentes de abastecimiento. ....	120
Tabla 42 Registro de parámetros, emisiones y transferencias en descargas residuales. ....	121
Tabla 43. Generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos. ....	122
Continuación Tabla 43. Generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos. ....	123
Tabla 44. Transferencia de residuos peligrosos. ....	124
Tabla No 45. Informe del manejo de residuos peligrosos de empresas prestadoras de servicios. ....	125
Tabla 46. Seguimiento de las actividades de los planes de manejo de residuos peligrosos. ....	127
Tabla 47. Tratamiento de suelos contaminados. ....	129
Tabla No 48. Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el establecimiento. ....	130
Tabla 49. Emisiones y transferencias de sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programados. ....	131
Tabla 50. Manejo y/o disposición final de residuos peligrosos o de tratamiento de aguas residuales que contengan sustancias RETC. ....	133
Tabla 51. Acciones de prevención realizadas en la fuente. ....	135
Tabla 52. Registro de Emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero. ....	137
Tabla 53. Incumplimientos del establecimiento con relación al monitoreo de los parámetros normados en tema de emisión de contaminantes atmosféricos. ....	140
Tabla 54. Incumplimientos del establecimiento con relación a emisión de partículas. ....	140



*Tabla 55. Trazabilidad de los residuos generados durante el proceso de producción de un gres porcelánico.....141*

## INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Simbología para la elaboración del diagrama de flujo.....	36
Figura No 2. Proceso General de Fabricación de una Industria Cerámica. ....	51
Figura 3. Diagrama de propuesta metodológica. ....	67
Figura 4. Formato 1.1.2 Eventos programados y no programados.....	74
Figura 5. Formato 1.2 Insumos. ....	75
Figura 6. Formato 1.3 Productos, subproductos y productos intermedios. ....	76
Figura 7. Formato 1.4 Consumo anual Energético.....	77
Figura 8. Formato 1.4.1 Consumo anual de energía eléctrica. ....	78
Figura 9. Formato 1.4.2 Descripción y actividades de automotores y vehículos autopropulsados. ....	79
Figura 11. 2.1.2 Características de las chimeneas y ductos de descarga de las emisiones conducidas. ....	81
Figura 12. Formato 2.1.3 Monitoreo de parámetros normados y específicos establecidos en autorizaciones.....	82
Figura 13. Formato 2.3 Registros de emisiones anuales a la atmósfera.....	83
Figura 14. Formato 3.1 Fuentes de extracción y aprovechamiento. ....	84
Figura 15. Formato 3.2 Descarga de aguas residuales.....	85
Figura 16. Formato 3.3 Tratamiento y otras fuentes de abastecimiento.....	86
Figura 17. Formato 3.4 Registro de parámetros, emisiones y transferencias en descargas de aguas residuales. ....	87
Figura 18. Formato 4 .1 Informe de generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos.....	88
Figura 19. Formato 4.2 Transferencia de residuos peligrosos.....	89
Figura 20. Formato 4.3 Informe del manejo de residuos peligrosos de empresas prestadoras de servicios. ....	90
Figura 21. Formato 4.4 Seguimiento de a las actividades de los planes de manejo de residuos peligrosos. ....	91
Figura 22. Formato 4.5 Tratamiento de suelos contaminados. ....	92
Figura 23. Formato 5.1 Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el establecimiento .....	93
Figura 24. Formato 5.2 Emisiones y Transferencias de Sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programados.....	94
Figura 25. 5.3 Información específica sobre el manejo y/o disposición final de Residuos Peligrosos o de tratamiento de aguas residuales que contengan Sustancias RETC ....	95

<i>Figura 26. Formato 5.4 Acciones de prevencion realizadas en la fuente .....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 27. Formato 6. Registro de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero. ....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 28. Formato de registro del establecimiento industrial.....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 29. Formato de registro del establecimiento industrial.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 30. Diagrama de proceso de la elaboración de un gres porcelánico. ....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 31. Etiqueta de identificación de residuo peligroso en establecimientos generadores. ....</i>	<i>145</i>
<i>Figura 31. Elaboración de un plan de manejo ambiental para grandes generadores de residuos.....</i>	<i>147</i>
<i>Figura 33. Metodología para la elaboración de planes de manejo de residuos peligrosos para grandes generadores con base en el proyecto de norma PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011.....</i>	<i>148</i>

## **Introducción.**

El presente trabajo de investigación aborda uno de los instrumentos generados por la autoridad mexicana en materia de regulación ambiental. La Cédula de Operación Anual (COA). En donde a través del proceso industrial de la producción de un gres porcelánico o baldosa, se analiza cada sección y variables de este formato, que conlleva a un análisis posterior de los puntos críticos dentro del proceso con respecto a los impactos ambientales del establecimiento industrial

En el capítulo uno se abordan aspectos generales, así como algunas definiciones para comprender mejor el desarrollo de la investigación. El capítulo dos, hace referencia a los aspectos que integran la cédula de operación anual, y cómo están divididos por sección con relación a las temáticas de emisiones a la atmósfera, residuos peligrosos y descarga de aguas residuales.

De igual manera se reportan las leyes que fundamentan dicho formato, como instrumento de gestión ambiental dentro del sector industrializado y quiénes están sujetos a presentar el llenado de la cédula. En el capítulo tres se describe la industria cerámica, sus actividades principales y productos, así como su clasificación y las principales materias primas que son utilizadas por este sector industrial.

Es importante recalcar la importancia de este capítulo, ya que en él se describe con detalle el proceso de producción de la cerámica, así como los impactos ambientales que conlleva el proceso de producción, que dará fundamento al resto de la investigación en cuanto a lo que se genera y emite de contaminantes al aire, agua y suelo.

El capítulo cuatro, abarca la metodología empleada en el presente trabajo de investigación, en donde se presentan y desglosan los formatos que constituyen la cédula de operación anual y en qué consiste cada uno, de acuerdo con cada sección de la COA, así como el procedimiento con el que se desarrollará el trabajo.

El capítulo cinco presenta los resultados, y se presentan los formatos con la información proporcionada por parte de la empresa y su interpretación y algunas recomendaciones derivadas del proceso de análisis del proceso con respecto a las variables de la cédula, a lo requerido por la ley mexicana y al no cumplimiento por parte de la empresa. Seguido de las conclusiones expuestas al final de la investigación.

## **Planteamiento del problema.**

En la actualidad el continuo y rápido crecimiento poblacional en el mundo, ha llevado a buscar formas rápidas de satisfacer las necesidades del ser humano, no solo las básicas, sino todas aquellas relacionadas al consumo de productos que hoy en día se han convertido en “esenciales” para toda la población mundial. Como resultado se encuentra la búsqueda continua de una mayor capacidad de producción de bienes materiales y alimentos, como consecuencia de este crecimiento exponencial poblacional. Es así como el sector industrial se ve impactado en la continua evolución de las mejoras técnicas, para tener como resultado muchos más productos a gran escala y en un menor tiempo.

Si bien, la industria conlleva grandes beneficios, como el crecimiento económico de los países y la mejora de cierta forma de la calidad de vida de la población, también implica impactos negativos, como transformaciones en el medio natural, sobre explotación de recursos naturales y contaminación al agua, aire y suelo, consecuencia de dichas actividades. Afectando no solo al medio natural y a las especies animales que habitan el planeta, sino también al medio urbano e impactando de forma negativa y significativa a nuestra propia salud.

Por lo que existe una creciente preocupación de la sociedad por la contaminación generada por el sector industrial, obligando a los gobiernos a pensar alternativas para su control y mitigación.

Derivados de dicha preocupación, en México particularmente se han creado instrumentos para la gestión o regulación ambiental dentro del sector industrial a lo largo de los años, dentro de los que destacan, por ejemplo, instrumentos coercitivos como la licencia ambiental única y la cédula de operación anual, así como instrumentos de carácter voluntario para las industrias como la auditoría ambiental y algunas certificaciones como la ISO14001. En el caso particular de este trabajo de investigación se centra en el instrumento, cédula de operación anual.

## **Justificación.**

La contaminación de ecosistemas por lo general es consecuencia de la rápida expansión, muchas veces sin planificación previa de las áreas urbanas, y la ocupación de las áreas productivas, por lo que la transferencia de sustancias contaminantes residuales se ha acrecentado en las últimas décadas.

Este escenario de polución se identifica rápidamente en los diferentes giros industriales que fabrican gran diversidad de productos que son satisfactores de las necesidades humanas. Por lo que es de vital importancia plantear una verificación ambiental adecuada de estas industrias y generar un mecanismo de control de todas sus actividades relacionadas con su producción.

El mecanismo que ha planteado la dependencia gubernamental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), es la manipulación de la Cédula de Operación Anual (COA). No obstante, su manejo e interpretación suele ser un tanto compleja. Por lo cual con la presente investigación se muestra el estudio de los impactos ambientales de una empresa que produce y comercializa productos cerámicos, a través del análisis de los elementos de un instrumento de gestión ambiental, para localizar sus puntos críticos en donde se originan contaminantes que afectan no solo al medio natural, sino también la salud pública dado un inadecuado manejo de los desechos industriales en el pasado y que actualmente están provocando cambios en los ecosistemas y en la salud de los habitantes a nivel mundial, lo que ha forzado a que gobiernos, universidades, centros de investigación y población en general busquen soluciones a este problema.

Finalmente, con este trabajo se logró ofrecer una mirada integral tanto del control ambiental empleando la COA, que puede escalarse a cualquier empresa de jurisdicción federal, sobre el daño ambiental generado en las actividades de la empresa citada. Con esto la principal contribución sería establecer un punto de referencia tanto para los industriales, como para los alumnos de la Licenciatura en Ciencias Ambientales que estén interesados en seguir este derrotero en su desempeño profesional.

## **Hipótesis y Objetivos.**

### **Hipótesis**

Mediante el manejo de la cédula de operación anual en una empresa del giro gres porcelánico, se detectarán los problemas ambientales que se generan en todas las actividades que están relacionadas con este proceso de producción.

### **Objetivo general**

Examinar los elementos de la Cédula de Operación Anual en el control ambiental de una empresa de cerámica utilizando, detectando los problemas de contaminación y esto conlleva a la generación de propuestas de solución.

### **Objetivos particulares.**

1. Recabar información del proceso industrial de elaboración del gres porcelánico o baldosa cerámica mediante la revisión documental y de campo.
2. Detectar los problemas ambientales de contaminación y transferencia de sustancias residuales mediante el análisis documental y revisión de campo.
3. Contrastar la información generada con los requerimientos que solicitan los elementos de la Cédula de Operación Anual, identificando los puntos críticos donde se transfieren residuos contaminantes al ambiente.
4. Establecer las fortalezas y debilidades del control ambiental de la empresa con cuanto a su proceso de producción.
5. Generar propuestas de solución en cuanto a manejo y control de incidencias en los problemas de contaminación que presenta la empresa fabricante de cerámica.



## **CAPITULO 1. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

El presente capítulo, muestra parte de la problemática de la investigación, así como algunos conceptos relacionados, que servirán para comprender el desarrollo de este trabajo. Se da una visión general de las problemáticas relacionadas a la emisión y transferencia de contaminantes en México, con respecto a la generación de residuos peligrosos, emisión de contaminantes atmosféricos, así como de descargas de aguas residuales, derivado de las actividades del sector industrial en el país.

### **1 .1 Ambiente.**

Generalmente, durante largo tiempo se ha manejado el concepto “medio ambiente”, desde que la sociedad mundial comenzó a preocuparse por los daños ambientales al planeta, causados no solo por la actividad natural., sino también derivados de las actividades antropogénicas, más, sin embargo, el término medio ambiente, refiere a dos conceptos, que pueden decirse sinónimos, y a continuación se definen cada uno para su mejor comprensión:

Se define al Medio, como, dividir en dos partes, o algo que es intermedio o que está en medio. Utilizándolo ambiguamente para definir un lugar físico como un medio acuático, medio terrestre, entre otros. Con referencia a los procesos metabólicos y/o fisiológicos que en él se desarrollan (De Miguel, 1929).

Reboratti y Rodríguez (2006), se refieren al ambiente como un escenario concreto formado por muchos elementos en el cual el hombre, tanto en forma individual como organizado en un grupo social de cualquier escala y nivel de complejidad, desarrolla sus múltiples actividades.

También reportan que el concepto de ambiente engloba a todos los elementos y relaciones tanto naturales como producto de la intervención humana de la biosfera (delgada porción que incluye la superficie del globo, las capas inferiores de la atmósfera y las superiores de la litosfera).

Entonces, entendemos a ambos conceptos, como el espacio físico, en el que los seres vivos desarrollan todas sus actividades, interrelacionando procesos metabólicos y fisiológicos. Por lo que en este trabajo de investigación se usó el término Ambiente Natural o Medio Natural, para referirnos a la parte afectada por la actividad del hombre.

Es así como el medio natural comprende componentes físicos, tales como aire, temperatura, relieve, suelos y cuerpos de agua, los componentes vivos incluyen: plantas, animales y microorganismos. Todos los factores externos, las condiciones, y las influencias que afectan a un organismo o a una comunidad (PNUD, 2008).

## **1.2 Contaminación Ambiental**

La contaminación es definida, como la presencia o incorporación de sustancias perjudiciales a la salud del hombre a los diferentes ecosistemas (Bermúdez, 2010). La generación o descarga de materia o energía, en cualquier cantidad, estado físico o forma, que, al incorporarse, acumularse o actuar en los seres vivos, en la atmósfera, agua, suelo, subsuelo o cualquier elemento natural, afecte negativamente su composición o condición natural son consideradas emisiones contaminantes (Ley Ambiental del Distrito Federal, 2000).

Es así entonces que se puede comprender a la contaminación ambiental como el proceso por el cual se producen alteraciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas del aire, el agua y el suelo, por acción de procesos naturales como las erupciones volcánicas, la erosión, el arrastre de materiales por inundaciones o las emisiones de CO<sub>2</sub> por incendios forestales, entre otros. (Flores, López Moreno, y A. Albert, 2008).

Sin embargo, el desarrollo humano a lo largo del tiempo ha contribuido de igual manera a esta problemática como resultado de las actividades antropogénicas, como la industria, el comercio, las actividades primarias, entre otras. La contaminación causada por las actividades antropogénicas es un problema a nivel mundial con una gran complejidad ya que no solo se relaciona con el daño

ambiental, sino también con problemas económicos, sociales, territoriales, tecnológicos e incluso culturales (Reyna, 1999).

En México dicha problemática favorecida en gran medida por las actividades industriales, en dónde resaltan algunos hechos relacionados al impacto generado en los últimos años por este sector, por ejemplo: En 2014, se emitieron alrededor de 23.3 millones de toneladas de contaminantes a la atmósfera. (Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, 2018).

En cuanto a la calidad del agua en México, más del 70% de los cuerpos de agua del país tienen un grado de contaminación que pone en riesgo la salud de la población (Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C., 2017). Respecto a la problemática de residuos sólidos en el país, según la cifra más reciente publicada en 2015, la generación de RSU alcanzó 53.1 millones de toneladas. (Dirección General de Estadística e Información Ambiental de la SEMARNAT., 2015).

### **1.2.1 Contaminación Atmosférica.**

Una de las grandes problemáticas ambientales, es la generación y emisión de contaminantes a causa de las actividades antropogénicas. Dichas emisiones son muchas veces el resultado de residuos gaseosos, los cuales pueden permanecer por un periodo continuo de tiempo en la atmósfera, elevando así la cantidad límite de ciertos compuestos que se encuentran de manera natural como el CO<sub>2</sub>, el O<sub>2</sub>, el vapor de agua, entre otros, y que al rebasar dichos parámetros ocasionan un desequilibrio en la composición natural de la atmósfera, ocasionando a su vez problemas que hoy en día son el foco de atención dada su gran importancia, como el deterioro en la calidad del aire y de vida en las grandes urbes del mundo, impactando no solo al medio natural, sino también a la productividad y a la economía de los países. (Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, 2018). En la Tabla 1 se enlistan los principales compuestos contaminantes y principales fuentes.

**Tabla 1. Principales compuestos contaminantes y sus fuentes de emisión.**

CONTAMINANTE	FUENTE
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	Plantas de generación de carbón o petróleo, calderas Industriales, Incineradoras, calefactores domésticos, vehículos, fundidoras, industria papelera.
Partículas (humo, polvo, PM <sub>10</sub> )	Plantas de generación a carbón o petróleo, calderas Industriales incineradores, Calefactores domésticos Procesos industriales, Vehículos Diésel, Construcción, Minería, Industria del cemento.
Óxidos de Nitrógeno, (NO <sub>x</sub> )	Plantas de generación a carbón y a gas. Calderas industriales, Incineradores, vehículos motorizados.
Monóxido de Carbono, (CO)	Vehículos motorizados, procesos de combustión.
Compuestos Orgánicos Volátiles	Gases de escapes, fugas en estaciones de combustibles, industria de pinturas.
Sustancias orgánicas tóxicas (Hidrocarburos aromáticos, dioxinas, etc.)	Residuos de incineradores, Producción de carbón, Combustión de carbón.
Metales tóxicos (Plomo, Cadmio)	Gases de escape de vehículos, Procesamiento de metales, Residuos de incineradores, Combustión de petróleo y carbón, Manufactura de baterías, Producción de cemento, Producción de fertilizantes.
Sustancias Químicas Tóxicas (Cloro, Flúor, Amonio)	Plantas químicas, procesamiento de metales, producción de fertilizantes
Gases de Invernadero (Metano, Dióxido de Carbono)	Procesos de combustión (dióxido de carbono), Plantas de generación (dióxido de carbono), Minas de carbón (metano) Fugas de gas (metano).
Ozono (O <sub>3</sub> )	Contaminante secundario formado por COV y NO <sub>x</sub> .

Fuente: Elaboración propia con base en Corvalán, 1998.

### **1.2.2 Contaminación de agua.**

La constante demanda del recurso hídrico en el mundo, además del crecimiento exponencial poblacional y la industrialización, ha ejercido una presión sobre éste, la cual, no solo se centra en su explotación, sino que también se centra en las descargas de aguas residuales generadas a diario, como consecuencia de actividades antropogénicas. En estas descargas, se disuelven grandes cantidades de químicos, coloides, y de sustancias que modifican la composición química, que naturalmente conservan un equilibrio de sus concentraciones como la cantidad de oxígeno disuelto, por ejemplo (Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, 2018).

Se estima que a nivel mundial entre 85 y 95% del agua residual se descarga directamente a los ríos, lagos y océanos sin recibir tratamiento previo, sobre todo en los países en vías de desarrollo. Además de que más del 70% de los cuerpos de agua en el país tienen un grado de contaminación significativo, que representa un riesgo latente a la salud de la población, teniendo a su vez grandes problemas de disponibilidad del recurso por la creciente demanda industrial de agua en zonas con menor disponibilidad de recursos (CONAGUA, 2016 como se citó en Sandoval, 2017).

La presión sobre el recurso vital para la vida, han desencadenado una fuerte problemática ambiental, además de problemáticas sociales, por la baja disponibilidad del líquido que existe actualmente, y su mala calidad para el consumo humano, que a su vez genera problemáticas económicas y sobre todo un decrecimiento en la salud pública y en la calidad de vida de las poblaciones a nivel mundial. (Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, 2018).

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2011, la contaminación del agua puede provocar enfermedades infecciosas intestinales, menciona en sus datos que en el año 2010 en México fue la tercera causa de muerte en infantes menores de un año. En la tabla 2, se exponen los diferentes compuestos contaminantes de los cuerpos de agua.

**Tabla 2. Principales contaminantes del agua.**

	Principales contaminantes
Industria	Desperdicios orgánicos e inorgánicos. 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. Los desechos inorgánicos incluyen ácidos, álcalis, cianuros, sulfuros y sales de arsénico, plomo, cobre, cromo y zinc.
Residuos Peligrosos	Residuos de productos generados por las actividades humanas que ponen en peligro la salud humana o el medio ambiente cuando son manejados de forma inadecuada. Poseen, al menos, una de las siguientes características: inflamable, corrosivo, reactivo o tóxico.
Desechos sólidos o domésticos	Materiales inútiles, dañinos y, algunas veces, peligrosos. Incluyen la basura, desechos comerciales e industriales, el lodo de las aguas negras, desperdicios resultantes de las operaciones agrícolas y de la cría de animales, así como otras actividades relacionadas, desechos por demolición y residuos de la minería. Los desechos sólidos también se refieren a los líquidos y gases en envases.

Elaboración propia con base en Instituto Nacional de Estadística y Geografía., 2017.

### **1.2.3 Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos.**

En México otra de las grandes problemáticas, en relación con la emisión y transferencia de contaminantes está relacionado con la generación de residuos sólidos, derivado de no establecer un sistema óptimo para su manejo, recolección y disposición final, así como un tratamiento posterior en caso de residuos que sean considerados como peligrosos. Los ayuntamientos, se han visto rebasados ante esta problemática debido a las demandas y el costo de administrar un sistema de limpia, de recolección, transporte y disposición final de residuos. Sumado a una negativa de la población para que se construyan depósitos sanitarios cerca de sus domicilios, por las consecuencias que conlleva (Bernache Pérez, 2012).

México tiene la capacidad para manejar solamente un 57% de los residuos peligrosos dada la falta de infraestructura en el país obstaculizada en su desarrollo gracias a la falta de instrumentos que faciliten la colaboración entre las organizaciones, ciudadanos autoridades locales y federales. (Cortina & Madrid, 2006).

Con base en información de la Dirección General de Estadística e Información Ambiental de la SEMARNAT., 2015, la contaminación ambiental ha acompañado a la humanidad a lo largo de su historia como civilización, dónde hoy en día, la creciente demanda de productos, bienes y servicios, ha tenido como consecuencia un producción masiva, lo que a su vez ha generado un impacto negativo al medio natural y a la salud pública, consecuencia de la generación inevitable de grandes cantidades de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos.

De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), se define como residuo, a todos aquel material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, líquido o gaseoso y que se contiene en recipientes o depósitos. En función de sus características y orígenes, se les clasifica en tres grandes grupos: residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP). (LGPGIR; DOF, 2003, citado en SEMARNAT., 2015).

Los residuos sólidos urbanos son los generados dentro de las casas habitación o de los que provienen de cualquier actividad dentro de establecimientos o en la calle, a diferencia de los residuos de manejo especial, los cuales son generados dentro de los procesos productivos o de servicios, pero no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o urbanos. (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, LGPGIR; DOF, 2003; INECC, 2012).

Por otro lado, los residuos peligrosos son aquellos que pueden ser generados por diversas actividades industriales, la agricultura e incluso dentro de actividades domésticas, así como en hospitales, el comercio y la minería, pero que por su naturaleza contienen alguna de las características del código CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Biológico Infeccioso) pudiendo presentar riesgos a la salud de la población y al medio natural (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 2014)

### 1.3 Actividades Industriales.

La industria, si bien contribuye a una calidad económica de los territorios, también suma en gran medida alteraciones que ocasionan un desequilibrio en los ecosistemas, así como diversas formas de contaminación y otros impactos al medio natural a cuerpos de agua, emisiones al suelo y atmósfera, el agotamiento de los recursos naturales y su degradación, así también como a la degradación de la salud pública, consecuencia de estos impactos negativos al equilibrio ecológico. (Suarez Tamayo & Molia Esquivel , 2014). Algunas de las industrias más importantes se expresan en la Tabla 3.

**Tabla 3. Principales sectores en la industria y sus principales productos.**

<b>Tipo de Industria</b>	<b>Productos más importantes</b>
Industria química	Ácidos, fertilizantes, explosivos, pinturas, componentes sintéticos para medicamentos y otras sustancias
Industria cementera	Transforma diferentes tipos de rocas en cal y cemento, útiles para la construcción de casas, edificios, carreteras y fábricas
Industria metalurgia	Transforma materiales minerales en productos metálicos, como cobre y aluminio, que se usan para fabricar productos para el hogar: puertas, ventanas, cubiertos; para partes de coches y camiones; en la medicina, para elaborar prótesis e instrumental médico, entre otros.
Siderúrgica	Hierro, el cual se utiliza en la industria automotriz, que produce, por ejemplo, autos y camiones; también se usa para la construcción de edificios, puentes y barcos.
Alimentaria	Transforma la materia prima de la agricultura y ganadería en preparar, envasar y conservar alimentos para el consumo humano y animal.
Industria textil	Convierte fibras vegetales, animales y sintéticas, como algodón, lana, poliéster y nailon, en tejidos, para la confección de diversas prendas.
Industria farmacéutica	A partir de materia prima de origen animal, vegetal y sintético, entre otras, se elaboran medicinas.

Fuente: Elaboración propia con base en Consultoría Visual México, 2020.



La industria en México es de gran importancia para contribuir a parte de su desarrollo y crecimiento como país, sin embargo, las actividades industriales generan implicaciones que conllevan una importante problemática de contaminación ambiental. Es un sector con una amplia gama de procesos, relacionados a cada producto de manera propia. Las empresas asimismo tienen un importante papel, en cuanto a la emisión de contaminantes con relación a cada uno de estos procesos, y donde se debe poner una total atención en el tema de control, mitigación y mejoramiento de dichos procesos productivos., Regularlos a través de los instrumentos de gestión ambiental, como tal es el caso de la Cédula de Operación Anual (COA), la cual se define en el capítulo posterior.

## **CAPITULO 2. CÉDULA DE OPERACIÓN ANUAL**

En México derivado de las políticas públicas, y al mismo tiempo para lograr los objetivos de éstas., se generan instrumentos con el propósito de dar cumplimiento a la normatividad mexicana. Para el caso específico de este trabajo de investigación, con respecto a las emisiones y transferencias de contaminantes del sector industrial, surgen instrumentos relacionados a la normalización, regulación y evaluación del cumplimiento de los establecimientos con relación a todas sus actividades productivas., estableciendo las condiciones óptimas para el desarrollo de los productos. Definiendo así en este capítulo dos, al instrumento ambiental, Cédula de Operación Anual y sus características, así como los formatos requeridos y otras especificaciones.

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

La Cédula de Operación Anual (COA), es un instrumento de recopilación de información en materia de emisiones y transferencia de contaminantes en temas de emisiones a la atmósfera, generación de residuos peligrosos, y descargas de aguas residuales, así como emisiones al suelo, generadas por las grandes empresas del sector industrial en México (SEMARNAT, 2020).

El formato de la Cédula de Operación Anual, como herramienta preventiva de la contaminación ambiental, surge para dar seguimiento a la propuesta ejecutiva nacional del registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC), mediante la recopilación de información para su integración a través de la cédula. Es además el instrumento por el cual una empresa debe realizar un reporte posterior a un año de actividades del establecimiento, dónde se describen de manera detallada los insumos, materia prima, el proceso productivo a través del diagrama de funcionamiento, así como los monitoreos que el establecimiento realiza sobre sus emisiones contaminantes (SEMARNAT, 2020).

El Instituto Nacional de Ecología (INE), elaboró dicho formato en colaboración con la entonces Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) y la

Confederación de Cámaras Industriales (CONCAMIN), quienes firmaron el convenio de Protección ambiental y Competitividad Industrial, firmado el 25 de Julio de 1995.

La Cédula de Operación Anual, de acuerdo con los cuadernos de trabajo del Instituto Nacional de Ecología, es un instrumento derivado del plan nacional de desarrollo 1995-2000, en el cual las autoridades ambientales y el sector industrial realizan un compromiso bajo la cooperación y la promoción del desarrollo de un marco normativo el cual buscara la eficiencia industrial y la calidad total de los procesos industriales, pero con un enfoque de minimización de los residuos y las emisiones contaminantes. (SEMARNAT, 2017)

El 11 de abril de 1997, se publican en el diario oficial de la federación la actualización de la información de emisiones de contaminantes, mediante el reporte de una Cédula de Operación Anual, al mismo tiempo que se publican los mecanismos y procedimientos para obtener la Licencia Ambiental Única (LAU). (Diario Oficial de la Federación, 1997)

La COA, en su formato, conlleva la recopilación de las emisiones en materia de aire, agua y suelo, conforme a las adecuaciones derivadas del acuerdo para la Desregulación de la Actividad Económica y al Programa de Modernización de la Administración Pública de 1995-2000, así como la aplicación de principios de balance de materiales y ciclo de vida de contaminantes. (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007)

En igual forma la Cédula de Operación Anual, implica además una relación de enfoque compartido con la Licencia Ambiental única (LAU), la cual, de acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, es un instrumento de regulación, preventivo en materia de emisiones y control de contaminantes atmosféricos, dirigido a las empresas de jurisdicción federal, implantando las condiciones para su operación y funcionamiento con base en la legislación vigente.

Dicho de otra manera, todos los establecimientos industriales que tengan una Licencia Ambiental Única están obligados a reportar una Cédula de Operación Anual. Por otro lado, La Licencia Ambiental única, se tramita una sola vez al iniciar

operaciones, a diferencia de la COA, la cual se emite cada año, resumiendo la cantidad de contaminantes emitidos durante un año. Ambas se complementan de dicha forma. (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007).

## **2.1 Fundamentos legales de la Cédula de Operación Anual.**

La Cédula de Operación de Anual, al ser una herramienta que ayuda a la regulación de las actividades industriales para un mejoramiento y mitigación de los impactos ambientales y a la salud, es importante tener bases legislativas que respalden este instrumento, Por lo que se presenta un listado de las leyes, normas, y reglamentos relacionados a este instrumento en materia de contaminación industrial.

La LAU y la COA, nacen a partir la necesidad de implementar un procedimiento y herramienta que permita cumplir con lo establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos en su Artículo 4; el cual refiere a que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley (Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos. Artículo 4. 2021).

Dentro de las leyes mexicanas, en específico, el formato de la Cédula de Operación Anual está basado conforme la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), especificando los artículos 109, 109 bis, en los cuales se hace referencia a la integración de un registro de emisiones y transferencia de contaminantes (aire, agua, suelo y subsuelo y residuos), donde dicha información se recopila en una cédula y otros documentos tramitados ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales o autoridad competente, enmarcando en el artículo 109 BIS, que dicha Secretaría será la encargada de establecer los mecanismos y procedimientos necesarios, para realizar un solo trámite por parte de los establecimientos interesados.

A su vez el artículo 111, enlista algunas de las facultades de la Secretaría, para el control, la reducción o la misma prevención de la contaminación atmosférica, de las

cuales referencia la expedición de las normas correspondientes al establecimiento de valores de concentración máxima permisible para la salud pública, determinados por la Secretaría de Salud. Se enlista también la integración y la necesidad de mantener actualizado el inventario de las fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos de jurisdicción federal, así como establece la colaboración de los gobiernos locales para integrar un inventario regional y nacional.

Dentro de la LGEEPA, el artículo 112 establece en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica, que los gobiernos de las entidades federativas, así como los municipales y territorios de la Ciudad de México, el control de la contaminación atmosférica en los bienes y zonas de jurisdicción local, así como en las fuentes fijas como los establecimientos industriales, comercios y de servicios, siempre que no estén comprendidos en el artículo 111 BIS, el cual refiere que para efectos de ésta ley se consideran fuentes fijas de jurisdicción federal, las industrias química, del petróleo y petroquímica, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalurgia, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementera y calera y de tratamiento de residuos peligrosos.

Posteriormente el artículo 113, de la LGEEPA, indica que no deberá emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar un desequilibrio ecológico o algún daño al ambiente. Así mismo, el reglamento interno de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente conlleva la especificación de los artículos, en los cuales se resume los lineamientos acerca del registro de emisiones y transferencia de contaminantes.

En dónde especifica el artículo 4, la integración de la base de datos del registro de emisiones con los documentos y datos contenidos en las autorizaciones, cédulas, informes, reportes, licencias, permisos en materia ambiental tramitados ante la Secretaría de recursos naturales y medio ambiente, o ante la autoridad competente.

La base de datos deberá ser actualizada, de acuerdo con el artículo 5 de dicho reglamento, con los datos correspondientes a sus emisiones, transferencias de contaminantes y sustancias de competencia o jurisdicción federal.

De igual forma dicha actualización, de acuerdo con el artículo 6, del presente reglamento interno de la LEGEPA, será realizada por las personas físicas y morales, responsables de los establecimientos sujetos a reporte, integrando los datos desglosados por sustancia y por tipo de fuente, además de ser presentada ante las autoridades correspondientes. El artículo 9, es un artículo base dentro de la legislación correspondiente a la Cédula de Operación Anual, ya que en él se establecen los establecimientos que son sujetos a presentar dicha cédula, o reporte de sus emisiones y transferencias de contaminantes, y residuos sólidos, de competencia federal, tales como los generadores de residuos peligrosos, aquellos que descarguen aguas residuales, en cuerpos receptores que sean aguas nacionales, así como los desglosados en el artículo 111 bis, de la LGEEPA antes mencionado en el presente fundamento legal.

En el artículo consecutivo del reglamento de dicha ley, artículo 10, estipula que los establecimientos de jurisdicción federal deberán presentar para actualización del registro, la información sobre sus emisiones y transferencia de contaminantes del aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos, conforme precisan los artículos 19 y 20 del mismo reglamento, así como las sustancias que determine la Secretaría como sujetas a reporte. Los siguientes artículos dentro del reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de registro de emisiones y transferencia de contaminantes, son fundamentales ya que en ellos se especifican parte de los requerimientos para el reporte de la Cédula de Operación Anual.

El artículo 11, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente puntualiza que dicha Cédula, deberá presentarse ante la Secretaría dentro del lapso abarcado del 1 de marzo al 30 de junio de cada año, debiendo reportarse el periodo de operaciones del 1 de enero al 31 de diciembre del año inmediato anterior (Reglamento de la Ley general del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, Artículo 11, 2014).

El artículo 12, determina que el tipo de formato para presentar la cédula podrá ser de manera impresa, adjuntando un disco que contenga el archivo de dicha cédula en digital, también se puede presentar de forma digital en un disco, anexando la impresión de la cédula, y a través del portal electrónico. Los artículos 13,15,16 y 21, especifican cuestiones técnicas, como la obtención de una firma electrónica avanzada, además de conservar los datos recopilados por un periodo de 5 años de cada cédula, y que dicha información estará a disposición de la Secretaría, en el momento que se requiera. Secundario al reglamento interno de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental en materia de registro y transferencia de contaminantes.

El reglamento interno de la señalada ley, en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, en su artículo, dónde se especifican las zonas de jurisdicción federal. El artículo 17, fracción II, y 17 BIS precisa que los responsables de las fuentes fijas de jurisdicción federal, las cuales emitan olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera estarán obligadas a integrar un inventario de sus emisiones contaminantes, en el formato que determine la Secretaría. Dentro de este artículo, se definen además los subsectores específicos pertenecientes a cada sector industrial como fuentes fijas de jurisdicción federal.

En su artículo 21, especifica que las fuentes fijas de jurisdicción federal que cuenten con una licencia otorgada por las unidades administrativas deberán presentar la Cédula de Operación Anual. Consecutivo al reglamento interno en materia de

atmósfera, dentro del reglamento interno de la LGEEPA, en materia de residuos peligrosos, en el cual, en su artículo 8, fracción XI, resalta que el generador de dichos residuos deberá remitir a la Secretaría, en el formato que ésta determine un informe semestral sobre los movimientos que hubiese efectuado en sus residuos peligrosos durante dicho periodo.

La Ley de Aguas Nacionales de la misma manera establece algunos lineamientos, en torno a la Cédula de Operación anual, y a las emisiones contaminantes. Por ejemplo, el artículo 85, de esta ley, establece la coordinación del gobierno federal, con los gobiernos estatales para que las personas físicas y morales, que exploten las aguas nacionales en cualquier actividad o para cualquier uso, deberán ejecutar actos administrativos, relacionados con la prevención y control de la contaminación de las aguas. (Ley de Aguas Nacionales. Artículo 85. 2020).

Es aquí donde tiene cabida la Cédula de Operación Anual, al reportar las descargas de aguas residuales, derivadas del proceso industrial, así como todas aquellas actividades que utilicen el recurso, analizadas dentro del diagrama de flujo de cada proceso industrial, tal como se analiza en esta investigación acerca del proceso de fabricación de la cerámica.

El artículo 87 de la Ley de Aguas Nacionales, señala que la autoridad del agua precisará los parámetros a cumplir por las descargas en las aguas de jurisdicción nacional y las cargas de contaminantes que los cuerpos de agua pudieran recibir. Más adelante en el artículo 88 bis, fracción V, estipula que los establecimientos que descarguen aguas residuales a los cuerpos receptores deberán hacer del conocimiento a la autoridad correspondiente, los contaminantes presentes en dichas aguas que se generen por causa del proceso industrial. Pudiendo el establecimiento puede informar de estos contaminantes, mediante la COA. (Ley de Aguas Nacionales. Artículo 87. 2020)



Dentro de los fundamentos legales relacionados a la Cédula de Operación Anual, en materia de residuos, la Ley general para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en su artículo 46 especifica que los grandes generadores de residuos peligrosos, están obligados a registrarse ante la Secretaría, al mismo tiempo que deberá contar con una bitácora, y presentar un informe anual acerca de la generación de sus residuos y las modalidades de manejo de los mismos, entre otros puntos conforme a dicha ley. (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Artículo 46. 2003).

## **2.2 Características generales de la Cédula de Operación Anual.**

La COA, como antes se ha mencionado es un documento e instrumento regulatorio que los sectores industriales presentan anualmente. De no ser reportada, éstos son acreedores a fuertes multas y sanciones. Sin embargo, no todos están obligados a presentar esta cédula. Los establecimientos que por obligación presentan la COA, son los que cuentan con una licencia ambiental única (LAU), la cual tiene como objetivo la prevención de la contaminación y el control de la contaminación atmosférica, siendo el establecimiento una fuente fija de jurisdicción federal. Dónde se establecen las condiciones para la operación y funcionamiento de cada establecimiento (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007). Así como también aquellos establecimientos que estén sujetos a reportar sus emisiones y transferencia de contaminantes con contenido de sustancias RETC, las cuales más adelante son descritas dentro del presente trabajo (SEMARNAT, 2020).

Con base en las guías de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018, se resume en la Tabla 4, los sujetos a los que, por sus actividades, están obligados a presentar la Cédula de Operación Anual.

**Tabla 4. Sujetos obligados a presentar Cédula de Operación Anual.**

<b>Reglamento</b>	<b>Materia</b>	<b>Sujetos Obligados con base en sus actividades industriales.</b>
LGEEPA Reglamento PyCCA Artículos 17 y 21.	Atmósfera	Aquellas empresas cuyas emisiones, estén clasificadas como fuentes fijas de jurisdicción federal.
LGEEPA Reglamento RETC Artículos 9 y 10.	Agua	Todo establecimiento o actividad industrial, en la cual se descarguen aguas residuales en cuerpos de agua receptores que sean aguas nacionales.
LGEPGIR Reglamento Artículo 72	Residuos Peligrosos	Todos los establecimientos que generen más de 10 toneladas de residuos serán sujetos de presentar la Cédula.
		Aquellas empresas especializadas en el manejo, acopio y transporte de residuos peligrosos, así como de tratamiento de suelos contaminados
LGCC LGCC Reglamento RENE Artículos 3, 4 y 12	Aire	Aquellos establecimientos que estén sujetos a presentar el reporte de emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero, debido a emisiones de más de 25000 toneladas de tCO <sub>2</sub> e al año.

Fuente: Elaboración propia con base en: SEMARNAT, 2020.

### **2.3 Secciones técnicas de la Cédula de Operación Anual.**

La cédula de operación anual está dividida en diferentes secciones técnicas las cuales son descritas a partir del siguiente párrafo, que además son la base de los datos que cada empresa o actividad industrial, con base en sus actividades, registra en ella (Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente, 2015).

### 2.3.1 Sección I. Información Técnica General.

De acuerdo con el formato de la COA, la primera sección de la Cédula de Operación Anual considera la información general del proceso de cada industria, insumos, productos y subproductos. Asimismo, solicita toda información relacionada con el proceso productivo del establecimiento, el cual debe incluir, el diagrama de funcionamiento, parte fundamental del reporte anual, ya que de aquí se dependen las siguientes secciones del reporte. Datos que posteriormente se respaldarán en la base de datos del registro de emisiones y transferencia de contaminantes (SEMARNAT, 2017).

La sección I, de la Cédula de Operación Anual, incluye segundas secciones, las cuales especifican los datos a registrar en el reporte anual de la empresa, durante este reporte se llenan diversas, que dependiendo del tipo de contaminantes que se emita, descargue o maneje, se reporta o no en la cédula. (Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente, 2015) En la sección I, la Tabla 5, será la reportada en el reporte de la Cédula.

**Tabla 5. Tabla a reportar en la sección I. Información Técnica General.**

Sección Técnica I	RETC			LGPGIR	RENE	
	FFJF	GGRP	DACN	EMRP	Instalación	Consolidado
Diagrama de funcionamiento.						
Eventos Programados y no Programados.	opcional	opcional	opcional			
Insumos.					Algunos subsectores	
Emisión de Clorofluorocarbonos, Hidroclorofluorocarbonos, Hidrofluorocarbonos, Perfluorocarbonos y Halo carbonos.						
Productos, subproductos y productos intermedios.						
Generación de energía eléctrica.						
Consumo anual energético.						
Consumo anual de energía eléctrica.						
Descripción y actividad de la flota vehicular.						

Fuente: COA Web, SEMARNAT, 2020.

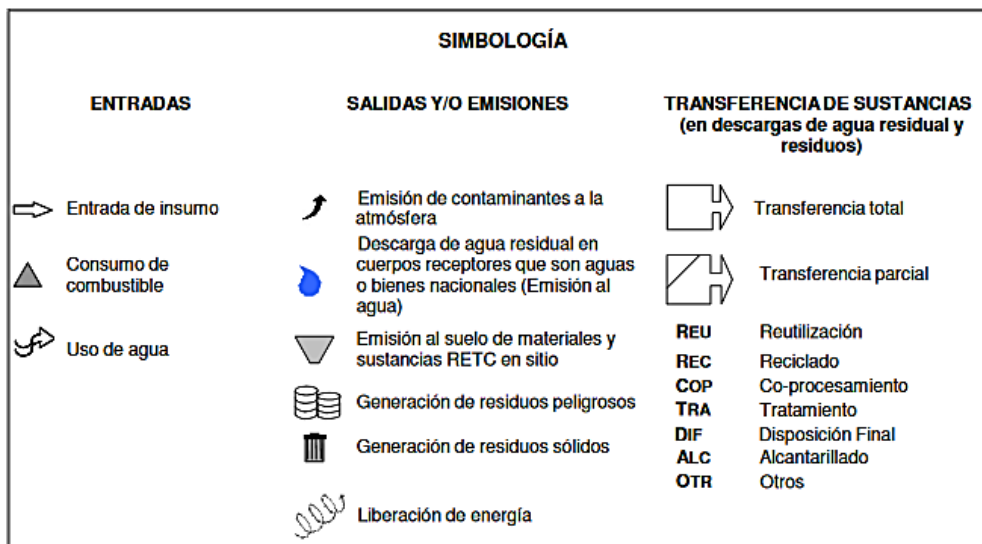
Nota: Abreviaturas de la tabla 5: **FFJF**. Fuentes Fijas de Jurisdicción Federal. **DACN**. Descargas de Aguas Residuales en Cuerpos de Aguas Nacionales. **GGRP**. Grandes Generadores de Residuos Peligrosos. **EMRP**. Empresa de manejo de residuos peligrosos. **Instalación**: establecimiento que reporta al RENE por establecimiento. **Consolidado**: corporativo que reporta el RENE información consolidada.

### 2.3.1.1 Subsección I de la COA. Operación y funcionamiento.

Dentro de esta sección, de acuerdo con el instructivo para la elaboración de la Cédula de Operación Anual, los establecimientos sujetos al reporte de la cédula deberán elaborar y presentar un diagrama de flujo, de cada proceso llevado a cabo dentro de la industria a especificar. Dentro de este diagrama se tienen en cuenta las áreas de almacenamiento de la materia prima, proceso productivo, almacenamiento del producto, almacenamiento de residuos, servicios auxiliares, mantenimiento, descargas de aguas residuales, entre otras (Diario Oficial de la Federación, 1997).

El diagrama de flujo está conformado por bloques donde se identifican cada una de las actividades de producción, realizadas dentro del establecimiento, así como maquinaria o equipo utilizado dentro del proceso, identificando a su vez gráficamente el uso de insumos y agua, consumo de combustibles, emisiones a la atmósfera, descargas de agua, generación de residuos peligrosos, pérdida de energía y transferencia de aguas residuales y residuos tomando en cuenta la simbología que se muestra en la Figura 1:

**Figura 1. Simbología para la elaboración del diagrama de flujo.**



Fuente: Registro en el SINATEC y funcionalidad de la plataforma COA Web SEMARNAT, 2017.

### 2.3.2 Sección 2. Registro de emisiones de contaminantes a la atmósfera.

En ésta segunda sección corresponden a las emisiones provenientes de la maquinaria, equipo o actividad que genera, de componentes como el Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>), partículas suspendidas totales (PST), Monóxido de carbono (CO), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), hidrocarburos totales (HCT) y compuestos orgánicos totales (COVs), se deberán reportar conforme a las normas oficiales mexicanas vigentes, además de las características de la maquinaria, equipo o actividad que genera dichas emisiones y las características de los ductos y chimeneas por donde se condujeron. En la Tabla 6, se muestran los datos a reportar en esta sección.

**Tabla 6. Tabla por reportar en la sección II de la COA. Registro de emisiones de contaminantes a la atmósfera.**

Sección Técnica II	RETC			LGPGIR	RENE	
	FFJF	GGRP	DACN	EMRP	Instalación	Consolidado
Características de maquinaria, equipo o actividad que genera contaminantes						
Características de las chimeneas y ductos de descarga de las emisiones conducidas						
Descripción de la actividad ganadera del sector agropecuario						
Descripción de las actividades de la industria petrolera						
Monitoreos de parámetros normados y específicos establecidos en autorizaciones						
Registro de emisiones anuales a la atmósfera						

Fuente: COA Web, SEMARNAT, 2020.

Nota: Abreviaciones de la Tabla 6: **FFJF**. Fuentes Fijas de Jurisdicción Federal. **DACN**. Descargas de Aguas Residuales en Cuerpos de Aguas Nacionales. **GGRP**. Grandes Generadores de Residuos Peligrosos. **EMRP**. Empresa de manejo de residuos peligrosos. **Instalación**: establecimiento que reporta al RENE por establecimiento. **Consolidado**: corporativo que reporta el RENE información consolidada.

### **2.3.3 Descarga de aguas residuales.**

La siguiente sección se relaciona la información del aprovechamiento de agua con los datos de descargas de agua residual

De acuerdo con la norma mexicana NOM-033-SEMARNAT-1997, define a las aguas residuales, como las aguas de composición variada, provenientes de las descargas de los usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos de cualquier uso, así también como la mezcla de todas ellas.

Los establecimientos industriales que descargan aguas residuales están obligados a registrar las secciones técnicas uno, tres, y cinco. En dónde se registra en inicio las fuentes de extracción y aprovechamiento de agua, documentando el origen del agua utilizada, así como la maquinaria o actividades donde se usa o consume y el volumen de aprovechamiento anual, dicha información solo es llenada si el establecimiento realiza dicha descarga 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 (RETC) de acuerdo con la NOM-165-SEMARNAT-2013.

Se registran a su vez las descargas, el tratamiento de estas, en caso de que el establecimiento lo haga y el registro de parámetros, emisiones y transferencias de las aguas residuales. Los datos que registrar en esta sección se muestran en la Tabla 7

**Tabla 7. Tabla por reportar en sección III de la COA. Registro de descargas de contaminantes en el agua.**

Sección Técnica III	RETC			LPGGIR	RENE	
	FFJF	GGRP	DACN	EMRP	Instalación	Consolidado
Fuentes de extracción y aprovechamiento de agua.						
Descarga de aguas residuales.						
Tratamiento y otras fuentes de abastecimiento						
Registro de parámetros, emisiones y transferencias en descargas de aguas residuales.						

Fuente: Resgistro en el SINATEC y funcionalidad de la plataforma COA Web SEMARNAT, 2017.

Nota: Abreviaturas de la Tabla 7: **FFJF**. Fuentes Fijas de Jurisdicción Federal. **DACN**. Descargas de Aguas Residuales en Cuerpos de Aguas Nacionales. **GGRP**. Grandes Generadores de Residuos Peligrosos. **EMRP**. Empresa de manejo de residuos peligrosos. **Instalación**: establecimiento que reporta al RENE por establecimiento. **Consolidado**: corporativo que reporta el RENE información consolidada.

### 2.3.4 Sección IV. Grandes generadores de residuos peligrosos.

Con base en la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). 2018, última fecha de su actualización, y de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005, se puede definir al residuo peligroso, como el material, resultado de un proceso, que por su baja calidad no puede incorporarse de nuevo al proceso ya sea en cualquier estado físico, que contenga alguna característica del código CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y Biológico Infeccioso) y que por su forma de manejo representan un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud de la población en general.

De acuerdo con la cantidad generada de residuos peligrosos de cada industria, actividad o comercio, la LGPGIR. 2018, categoriza en tres tipos a los generadores de estos residuos., en grandes generadores, los cuales producen 10 toneladas o más de residuos peligrosos anuales, el pequeño generador, el cual genera más de 400 kg de residuos, pero menos que las 10 toneladas de los grandes generadores,

y los micro generadores, los cuales producen 400 kg o menos de residuos peligrosos anuales.

En esta sección IV en la Cédula de Operación Anual se registra la información de los Residuos de Manejo Especial (RME), así como los datos de los residuos sólidos urbanos (RSU) en cuanto a su generación y transferencia para su reutilización, reciclado, procesamiento, tratamiento y disposición final, para establecimientos generadores de residuos y los prestadores de algún servicio de manejo de residuos. (SEMARNAT, 2020). En la Tabla 8, se muestra la información necesaria a registrar en esta sección.

**Tabla 8. Tabla a reportar en la sección IV de la COA en cuanto al registro de generación y transferencia de residuos de manejo especial y sólidos urbanos.**

Sección Técnica IV	RETC			LGPGIR	RENE	
	FFJF	GGRP	DACN	EMRP	Instalación	Consolidado
Informe de generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos.						
Transferencia de residuos peligrosos.						
Informe del manejo de residuos peligrosos de empresas prestadoras de servicios.						
Seguimiento a las actividades de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos.						
Tratamiento de suelos contaminados.						

Fuente: Registro en el SINATEC y funcionalidad de la plataforma COA Web SEMARNAT, 2017.

Nota: Abreviaturas de tabla 8: **FFJF**. Fuentes Fijas de Jurisdicción Federal. **DACN**. Descargas de Aguas Residuales en Cuerpos de Aguas Nacionales. **GGRP**. Grandes Generadores de Residuos Peligrosos. **EMRP**. Empresa de manejo de residuos peligrosos. **Instalación**: establecimiento que reporta al RENE por establecimiento. **Consolidado**: corporativo que reporta el RENE información consolidada.



### 2.3.5 Sección V. Emisión y transferencia de contaminantes.

En la sección V de la COA, se recopila y se reporta información acerca de las emisiones y transferencia de las sustancias identificadas en la NOM-165-SEMARNAT-2013, así como también las actividades de prevención y control de sustancias RETC puras o incluidas en materiales de aquellos establecimientos que utilicen, produzcan o comercialicen sustancias sujetas a reporte para el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, o como consecuencia de su actividad normal generaron emisiones a cualquier medio (aire, agua o suelo) y/o transfirieron sustancias en descargas de agua y en residuos en el año anterior del reporte. (Diario Oficial de la Federación, 2015). En la Tabla 9, se muestra la información a registrar en esta sección.

**Tabla 9. Tabla a Reportar en la sección V de la COA, Sustancias RETC.**

Sección Técnica V	RETC			LGPGIR	RENE	
	FFJF	GGRP	DACN	EMRP	Instalación	Consolidado
Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el establecimiento.						
Emisiones y Transferencias de Sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programados.						
Información específica sobre manejo y/o disposición final de Residuos Peligrosos o de tratamiento de aguas residuales que contengan Sustancias RETC.						
Acciones de prevención realizadas en la fuente.						

Fuente: Resgistro en el SINATEC y funcionalidad de la plataforma COA Web SEMARNAT, 2017.

Nota: Abreviaturas de tabla 9: **FFJF**. Fuentes Fijas de Jurisdicción Federal. **DACN**. Descargas de Aguas Residuales en Cuerpos de Aguas Nacionales. **GGRP**. Grandes Generadores de Residuos Peligrosos. **EMRP**. Empresa de manejo de residuos peligrosos. **Instalación**: establecimiento que reporta al RENE por establecimiento. **Consolidado**: corporativo que reporta el RENE información consolidada.

Es primordial el conocer las características de este instrumento, para poder comprender así mejor su aplicación en el sector industrial. Entendiendo así su fundamento legal, que lo avala como tal.

Es fundamental, un control, generando o buscando al mismo tiempo aquellos indicadores que hagan observables los impactos positivos de éste instrumento y otros, una vez establecidos los cambios necesarios en el establecimiento para reducir o mitigar sus emisiones e impactos ambientales, Sin embargo, se tiene que tener plena conciencia del hecho de que como todo instrumento derivado de la legislación mexicana, éste puede conllevar obstáculos y trabas a través de una excesiva burocracia y corrupción dentro del marco legal del país.

### **CAPITULO 3. INDUSTRIA CERÁMICA.**

La cerámica es uno de los productos creados por el hombre más antiguos que aun en la actualidad seguimos produciendo y consumiendo para diversos usos. Desde la creación de decoraciones cerámicas y contenedores de gran antigüedad, hasta la construcción contemporánea, y otros usos dentro las aplicaciones tecnológicas, como su utilización en chips electrónicos, e incluso en tecnología aplicada a los viajes espaciales (Pinto, 2011).

Dentro del capítulo tres, se describe a la industria cerámica de manera general, tal como sus principales actividades y productos. De la misma forma se expone el proceso global de elaboración de los productos cerámicos, sin particularizar en el proceso de producción del gres porcelánico, el cual se detalla en el capítulo de resultados y discusión. Así mismo este capítulo contiene una minuta de las cuestiones relativas al impacto ambiental, asociado con la fabricación de productos cerámicos, durante la fase operacional.

#### **3.1 Cerámica Industrial.**

Heras, 1992, define a la cerámica, en términos generales como el arte de la alfarería, de los objetos hechos de barro o porcelana.

La industria cerámica, tiene como objetivo la transformación de los materiales arcillosos, combinados con materiales químicos, demás materiales de origen mineral y materiales reciclados del mismo proceso o externos, formados por compuestos no metálicos y estabilizados mediante un proceso de cocción para la producción de diversos materiales cerámicos, como baldosas, loza, ladrillos cerámicos, tecnología, decoración, entre otros productos de dicho proceso. (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España, 2011.)

### **3.1.1 Principales productos de la industria cerámica.**

El término general para lo que se define como producto cerámico, por lo general, son productos de textura fina y un color blanquecino. Dichos productos pasan por procesos de cocción a través de hornos especializados, y a temperaturas que pueden oscilar entre los 1200°C y los 1500°C, aproximadamente.

Al existir gran diversidad en los insumos cerámicos, como las arenas o arcillas, que pueden contener diversos componentes minerales, existe una variación en el grado de calor necesario para lograr una vitrificación del producto, desde la loza de barro hasta la porcelana vitrificada (T. Austin, 2000).

La industria cerámica genera una amplia gama de productos, y dado su auge hoy en día, no solo produce productos finales, si no también genera productos intermedios, los cuales sirven de materia o insumo a otras industrias, como la metalúrgica, la industria eléctrica, la electrónica, nuclear, automotriz, entre otros grandes generadores industriales, podríamos concluir que los productos de la industria cerámica son usados en todos los campos. (Pinto, 2011). La industria cerámica podría considerarse como una industria base de muchas otras.

Algunos de los productos incluidos en la gama de la industria cerámica contemporánea, se describen en la Tabla 10.

**Tabla 10. Productos contemporáneos de la cerámica.**

Productos generados por la industria cerámica.	Descripción.
Aislantes Eléctricos.	En corrientes de alto o bajo voltaje, muchos componentes cerámicos se utilizan como aislantes, por ejemplo, la porcelana eléctrica, se utiliza porcelana también que se encuentra en algunos capacitores.
Semiconductores.	Algunos compuestos cerámicos, por el contrario, sirven como semiconductores de la electricidad. Los materiales más utilizados son óxidos sinterizados de Mn, Ni, Fe, Co y Cu.
Abrasivos.	Los materiales cerámicos, son conocidos por su gran dureza, gracias a esta propiedad, son utilizados como herramientas de corte, afiliación o pulido de otros materiales (Por ejemplo, la alúmina fundida y el carburo de silicio). Además, este tipo de materiales cerámicos se encuentran también en brocas, herramientas de corte, entre otros ejemplos.
Refractarios Cerámicos Industriales.	Los materiales refractarios, son conocidos por su resistencia a las bajas y altas temperaturas. Se clasifican en refractarios ácidos como los de sílice, arcillas y de alta alúmina, y los refractarios básicos, como la magnesita.
Vidrio.	Uno de los productos derivados de la industria cerámica, más comunes es el vidrio, caracterizado por su estabilidad química, la transparencia, su fácil conformación y la durabilidad.
Materiales para la construcción.	Los materiales para la construcción son otro de los productos que son comunes de esta industria, como los ladrillos, cemento, tejas, entre muchos otros productos.

Fuente: Elaboración propia con base Benaroya, y otros, 2014.

En la Tabla 10, los materiales utilizados en la construcción, se clasifican en seis productos, sin embargo a pesar de dicha clasificación, todos los materiales de construcción, producto de la industria cerámica tienen el mismo origen, proveniente de la arcilla, así mismo, la diferencia consiste en el proceso al que se someta dicha materia prima. (Benaroya, y otros, 2014) De la clasificación antes mencionada, los productos cerámicos a su vez se dividen en cuatro tipos, descritos a continuación en la Tabla 11.

**Tabla 11. Clasificación de los productos cerámicos.**

Tipo de material	Descripción	Ejemplo
Porosos	Materiales que no sufren un proceso de vitrificación, es decir que el mineral (Cuarzo) combinado con la arena no se funde en su totalidad, lo que le da la característica terrosa al fracturarse, siendo así permeables, generalmente de color rojizo, y de este tipo de material cerámico. (Pérez, 2015).	Baldosas cerámicas, los ladrillos, las tejas, entre otros ejemplos
Semicompactos	Poseen arcilla de grano fino, poco permeable y no absorben la humedad.	Pavimento de gres
Compactos	Poseen estructura micrcristalina, impermeables, suaves, no absorben la humedad.	Lozas finas, porcelana
Tenaces	Soportan altos esfuerzos y temperaturas elevadas.	Blindaje nuclear, aplicaciones en aviación, odontología avanzada.

Fuente: Elaboración propia con base en Aparicio & Galán Emilio, 2006 y Arqhys Construcción, 2017.

### 3.1.2 Materia prima de la industria cerámica.

Cada proceso industrial, tiene como resultado un producto que se comercializa en masa, sin embargo, parte importante de estos procesos son los insumos o materia prima que requiere para ello. La materia prima, desde el punto de vista económico, son los recursos naturales o artificiales, que pueden procesarse y comercializarse (J. y Caballero, 2015).

Merino y García (2007) clasifican la materia prima como directa e indirecta. Donde:

- *Materia prima directa.* Es el material protagonista en la transformación o producción de un proceso, es aquel que se asocia fácilmente con el producto final y que al mismo tiempo se integran físicamente a él. Por ejemplo, la tela, en prendas de ropa, o la madera en un mueble.
- *Materia prima indirecta.* Son los materiales que físicamente integran el producto, pero que pierde su propia identidad y valor como por ejemplo el hilo en una camisa, así como los tornillos o pegamento utilizado para la elaboración de una silla (Sinisterra, 2006).

Aparicio y Galán (2006) sugieren que de manera específica las materias primas cerámicas son aquellas que están preparadas, con materias primas naturales. Las arcillas, de acuerdo con lo señalado por Linares González, Capel Martínez, y Huertas (1983), son materiales naturales muy repartidos en la superficie de la corteza terrestre y que, en ocasiones, pueden formar, al ser mezclados con agua, masas plásticas a partir de las cuales es factible fabricar productos cerámicos.

Además, Santos Amado, Malagón Villafrades, y Córdoba Tuta (2019) puntualizan que las arcillas, son la principal materia prima, para la fabricación de ladrillos, tejas, piezas, entre otros productos de la industria cerámica. Definiendo a la arcilla como una roca sedimentaria, formada de partículas muy finas, que mezclada con agua es plástica, que endurece con el calor y secado y que contiene minerales propios de la arcilla (filosilicatos) y minerales asociados (cuarzo, feldespatos, calcita piritita).

### **3.1.3 Clasificación de la materia prima en la industria cerámica.**

La industria de la cerámica utiliza como se señaló previamente, varios insumos, los cuales se muestran a continuación:

*Arcillas.* La arcilla como primer componente del cuerpo cerámico, a su vez se divide en dos tipos. El primer tipo, son las arcillas cerámicas para la construcción o arcillas comunes, las cuales se componen por dos o más minerales propios de la arcilla, generalmente siendo éstos illita y esméctica, junto con otros minerales no filosilicatos, como el cuarzo o carbonatos. (García y Suarez, 2016)

El segundo tipo de arcillas, son las denominadas, arcillas especiales, estas arcillas a diferencia de las arcillas comunes, se conforman por solo tipo de mineral propio de la arcilla y sus propiedades, dependen de las características de ese mineral.

García Romero y Suarez Barrios (2016) clasifican a las arcillas especiales en:

- Caolines y arcillas caoliníceas: Los caolines son rocas, que en su composición contienen una cantidad de minerales del grupo de los caolines, procesado antes de su incorporación al proceso., Así como las arcillas caoliníceas, que contienen minerales del grupo caolín, pero que, a diferencia de los caolines, ésta no es necesario procesarla para su integración al proceso. Este tipo de arcillas también es conocido como arcillas refractarias, las cuales se ocupan para la fabricación de recipientes refractarios, ladrillos refractarios, entre otros productos.
- Bentonitas: Las arcillas del tipo de las bentonitas, son rocas compuestas por el grupo mineral de las esmécticas. Este tipo de arcillas se conocen por su capacidad hinchamiento, al mezclarlas con agua. Es un tipo de arcillas plásticas, pertenecientes al grupo de los filosilicatos (estructura laminar), de un grano muy fino, compuesta principalmente por esméctica. (García y Suarez, 2016)

Al realizarse la combinación de arcillas se genera la pasta cerámica, que como se cita es la mezcla uno o varios tipos de arcilla. Así mismo dentro del proceso de producción de los materiales cerámicos uno de los momentos más importantes, es la conformación de la pasta, que es compuesta por tres elementos principales, que dan paso a la producción de la amplia gama de los productos finales. La pasta inicial se conforma primeramente de arcilla, considerados como materiales plásticos. La plasticidad propia de su naturaleza mineral dada gracias a su composición, además de materiales fundentes, reactivos y materiales magros o desgrasantes. Una vez elegidas las arcillas e integrado los demás elementos, éstos se mezclan, se trituran y se efectúa la conformación o el moldeado de las piezas finales antes de su cocción. (Díaz, 2013)



Los elementos que componen en segundo lugar el cuerpo cerámico son las materias primas, denominadas como no plásticas, dado que, por el contrario, a las arcillas, estos materiales reducen la plasticidad y facilitan la de floculación, mejoran la permeabilidad y aportan óxidos para la formación de fases líquidas y cristalinas o son inertes. (Aparicio y Galán, 2006)

Uno de los principales materiales o minerales no plásticos son los denominados fundentes o reactivos, tal es el caso de los feldespatos (que actúan como fundentes); el cuarzo y arenas sílices (contienen silicatos), que actúan como inertes, destacando también la calcita y dolomita que pueden actuar como fundentes o reactivos, así como los óxidos de Fe y otros elementos como el Cu, Co, Mn, Ti, entre otros, que suelen actuar como pigmentos y en ciertos casos como fundentes. (Pinto, 2011)

Por otro lado, están también los desgrasantes, los cuales son sustancias no plásticas que se agregan intencionalmente a la pasta, o que ya está contenida en la arcilla, cuya función es facilitar la desecación. Este componente otorga al cuerpo o pasta cerámicos, una reducción a su plasticidad, disminuyendo a su vez la contracción, facilitando la pérdida de agua del interior de la masa. (Heras, 1992)

Asimismo, este elemento confiere mayor cohesión al cuerpo cerámico, evitando que se produzca el agrietamiento de la pieza cerámica, durante el proceso de cocción, algunos de los materiales que pueden servir como desgrasantes, al no perder volumen durante su cocción son la mica, calcita, cuarzo, concha triturada, ceniza volcánica, fibras vegetales, éstos ejemplo de desgrasantes son los más utilizados durante el proceso de fabricación de la industria cerámica. (Villarino, 2011)

Así mismo los minerales forman parte importante como materia prima en la elaboración de los productos cerámicos.

Estos suelen ser silicatos hidratados, provenientes de las alteraciones de las rocas por condiciones atmosféricas, comúnmente presentan dos unidades estructurales, formados por una capa de sílice. Las diversas especies minerales empleadas en

dicha industria son la caolinita ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), la montmorillonita ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), así como la halloysita ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ).

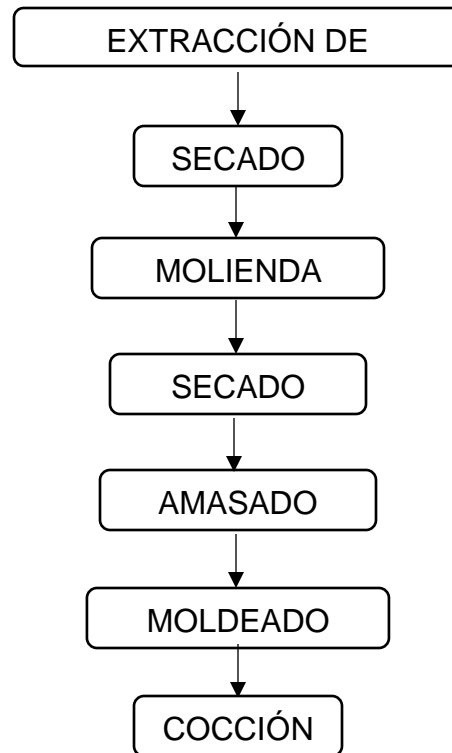
Otro aspecto que considerar, son los materiales cerámicos avanzados, contienen una pequeña fracción de arcilla, y están conformados principalmente por óxidos, carburos, nitruros y boruros de Al, Mg, Mn, Ni, Si, Ti, W, Zr y otros iones metálicos. (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino, 2011).

Se utilizan también rocas específicas como agentes auxiliares inorgánicos para la mejora de los productos finales, ejemplos de estas son la diatomita o la perlita, para aumentar el volumen del poro, por ejemplo, de los ladrillos o las tejas. Así mismo se pueden agregar algunos óxidos metálicos como  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , cromitas y minerales como  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaMgCO}_3$ , para obtener un color deseado o de igual forma, mejorar la porosidad, añadiéndose antes del moldeado. (Aparicio y Galán, 2006)

### **3.2 Características del proceso general.**

Dada la amplitud en la gama de productos cerámicos, existen diversos procesos o fases de éste que son específicas de acuerdo con el producto a generar y que difieren entre cada producto cerámico, ya sean ladrillos refractarios, baldosas cerámicas, azulejos, porcelana, entre otros de los productos resultantes. Dada dicha amplitud en la gama de procesos dentro de la industria cerámica se explica a continuación uno de los procesos, el cual será la fabricación de los ladrillos para la construcción. La Figura 2 expone el proceso de producción de la cerámica de manera general.

**Figura N.º 2. Proceso General de Fabricación de una Industria Cerámica.**



Fuente: Elaboración Propia con base en Basallo, 2012.

### **3.2.1 Extracción de la Materia Prima.**

La fase primaria, consta en la selección de los tipos de arcilla de acuerdo con el tipo de producto a generar, así como su explotación generalmente a cielo abierto. Garzón (2013). El proceso es enlistado y descrito a continuación con base en Grupo Minero de Honey S.A. de C.V. (2004).

*Preparación del terreno y descapote.* Se realiza un desmonte y limpieza general del terreno a explotar, la cual consiste en retirar toda vegetación, retirando aproximadamente entre 30 y 40 cm de la capa superficial del suelo, generalmente con ayuda de maquinaria pesada.

*Minado.* En esta etapa las arcillas, arenas de cuarzo y pizarras arcillosas, entre otras materias primas, se extraen por niveles con ayuda de buldóceres, apilándolas, para después poner el material en camiones de aproximadamente un promedio de 7

toneladas de capacidad. Trasladando el material a la industria, dónde será homogenizado y almacenado posteriormente. Cabe destacar que la mezcla de arcillas puede darse desde la cantera, seleccionando el tipo y apilándola antes de transportarla a la fábrica. (MARM, 2011). El vehículo o la maquinaria utilizada en esta primera fase, se describe en la Tabla 12.

**Tabla 12. Descripción de los vehículos o maquinaria utilizada en la extracción.**

Tipo	Descripción del uso.	Modelo Año	Tipo de combustible	Consumo anual de combustible. (Litros)	Distancia Anual	Decibe les	Horas de trabajo diario
Tractor de cadenas.	Preparación del sitio/limpieza.	D8T 2011	Diésel	96,560 aprox.	ND	113	8
Retroexcavadora 426	Descapote y carga	Cat 3054C Mechanical Turbo	Diésel	35640 aprox.	ND	104	8
Tractor 938g	Carga	Caterpillar 3126B	Diésel	35640 aprox.	ND	110	8
Cargador de ruedas.	Carga	Caterpillar 3126B	Diésel	35640 aprox.	ND	110	8

Fuente: Elaboración propia con base en Grupo Minero de Honey S.A. de C.V. (2004) y COA, SEMARNAT 2018.

### **3.2.2 Almacenamiento, pre secado, meteorización y envejecimiento de las arcillas.**

Durante el almacenamiento en las naves industriales, se apila la materia prima al aire libre, antes de su uso se deja reposar durante algunos meses y madurar para mejorar el moldeo. (MARM, 2011).

*Meteorización.* Las arcillas son sometidas en este punto a los agentes atmosféricos, disponiéndola en capas de poco espesor., en esta primera fase del almacenamiento se agregan los desgrasantes, haciéndolas madurar y podirse manteniendo una humedad natural, gracias a estas condiciones atmosféricas, en invierno es mejor dicho proceso.

Se incluyen vehículos como retroexcavadoras con características mencionadas en la primera fase del proceso. Así como alimentadores de pista, que apilan las arenas arcillosas en montañas para su almacenamiento y que tienen una capacidad de entre 100 y 1000 toneladas por hora de material, además con un gasto de combustible diésel de 21.8 L/h. (EDGE innovate, 2019). En la Tabla 13, se describen las especificaciones técnicas de la maquinaria utilizada durante esta etapa del proceso.

**Tabla 13. Ficha técnica de un alimentador de banda o apilador/transportador FTS EDGE.**

Capacidad	1582 t/h
Tamaño de alimentación	400 mm
Consumo de combustible por hora (Diésel)	15 L
Velocidad	0.79 km/h
Potencia instalada.	74 KW
Peso	23.5 t

Fuente: Elaboración propia con base en EDGE innovate 2019.

Cabe señalar que durante esta fase los diferentes tipos de arcillas pueden ya estar mezcladas durante su traslado y almacenamiento. (Grupo Minero de Honey S.A. de C.V. 2004)

### **3.2.3. Molienda (trituration y cribado)**

En esta fase se realiza una primera molienda de las arcillas, las cuales pasan a través de maquinaria como los molinos de martillos (cuyas características están enlistadas en la Tabla 14), con el objetivo de reducir el tamaño de los agregados de arcilla más grandes (MARM 2011). Los materiales entran y éstos son triturados por el impacto de los martillos giratorios. (Vipeak, 2014).

**Tabla 14. Ficha técnica de un molino de martillos modelo PC800×1000.**

Capacidad	20 a 75 t/h
Granulometría de entrada	<400 mm
Granulometría de salida	<15 mm
Número de martillos	28
Potencia instalada.	4-75 KW
Peso	6.5 t

Elaboración propia con base en Vipeak Heavy Industry Machinery Co. 2014.

Posterior a la primera reducción del tamaño de los agregados arcillosos, aproximadamente a 2 mm, la arcilla pasa por un segundo proceso de molienda, la cual consta en convertir en polvo de aproximadamente 1 mm dichas arcillas para posteriormente realizar la mezcla. En este punto del proceso la maquinaria utilizada durante la segunda parte de la trituración es el molino de rodillos vertical, el cual consiste en la disposición de rodillos rotatorios orientados en vertical dentro de un anillo externo de forma que la fuerza centrífuga desarrolla presión entre ambos, consiguiendo así el tamaño deseado de la arcilla. (MARM, 2011). En la Tabla 15 se desglosa las características del molino de rodillos.

**Tabla 15. Ficha técnica de un molino de rodillos.**

Capacidad	200 t/h
Cantidad de rodillos	3
Tamaño de alimentación	60 mm
Humedad de alimentación	Humedad de mina
Granulometría de salida	60 a 500 $\mu$ m
Humedad en producto terminado	< 1 % H <sub>2</sub> O
Potencia instalada	6450/6700 KW

Elaboración propia con base en Gebr. Pfeiffer 2019 y HongCheng Machinery 2018.

### 3.2.4 Cribado o tamizado.

Dentro del proceso generalizado de la industria cerámica, después de que las arcillas pasan por una segunda fase de triturado suele usarse una criba rotatoria o un tamizador, cuyo objetivo es el separar los agregados más grandes, obteniendo partículas más finas a través de una malla o tamizador, en este punto todo material sobredimensionado se vuelve a introducir al proceso, para su trituración. (Villarino, 2011) En la Tabla 16 se desglosan las características de una criba vibratoria.

**Tabla 16. Ficha técnica de una criba vibratoria modelo 4YZS2460.**

Capacidad	100-810 t/h
Cantidad de capas de tamiz	4
Tamaño de superficie de capas	6000 x 2400
Tamaño de alimentación	400 mm
Peso	15.60 t
Potencia instalada de motor	37 KW

Fuente: Elaboración propia con base en Joyal Machinery 2017.

### 3.2.4. Humidificación mezclado y amasado.

Una vez que la arcilla ha sido triturada y reducida a partículas finas, se mezcla con agua, hasta alcanzar su uniformidad y punto de plasticidad requerida para su posterior moldeo. (Mola, 2010).

Para dicho proceso, son utilizadas las mezcladoras o amasadoras industriales de doble eje, las cuales realizan una homogenización correcta de la materia prima que son las arcillas, desgrasantes y los demás elementos después de la humidificación. (Villarino, 2011). Las características de una amasadora de doble eje se desglosan en la Tabla 17.

**Tabla 17. Ficha técnica de una amasadora de doble eje modelo F-190.**

Capacidad	60-75 m <sup>3</sup> /h
Cantidad de palas mezcladoras	92
Dimensión (ancho x largo)	1300 X 4200 mm
Diámetro de ejes de amasado	190 mm
Peso	13.300 Kg
Potencia necesaria	50-150 cv-hp

Fuente: Elaboración propia con base en Domenech machinery and systems 2019.

### **3.2.5. Moldeado, extracción y corte.**

El moldeado de la materia prima consiste en hacer pasar la pasta cerámica, a través de un molde, generalmente una extrusora, donde dicha materia toma la forma del molde, dependiendo el producto a fabricar. En ésta es necesario que la pasta sea templada, es decir, el proceso se realiza en caliente mediante la utilización de vapor saturado a una temperatura promedio de 130°C. Al darle humedad se obtiene una pasta arcillosa más compacta y uniforme, la cual es cortada posteriormente a la medida deseada en bloques, y cortada por segunda vez en piezas individuales, el “recorte” o sobrante cae en bandas transportadoras incorporándolas nuevamente al proceso. Un brazo robótico las apila en estantes, enlistándolas para la siguiente fase del proceso. (Mola 2010). En la Tabla 18 se desglosan las características de una extrusora, usada en la fabricación de productos cerámicos. Posteriormente en la Tabla 19 se desglosan de igual forma las características técnicas de un brazo robótico.

**Tabla 18. Ficha técnica de una extrusora modelo M-600.**

Capacidad	50 m <sup>3</sup> /h
Presión máxima	40 kg/cm <sup>2</sup>
Dimensión (ancho x largo)	940 X 2200 mm
Diámetro de hélices de presión	600 mm
Peso	27.500 Kg
Potencia necesaria	430-545 cv-hp

Fuente: Elaboración propia con base en Domenech machinery and systems 2019.



**Tabla 19. Ficha técnica de un brazo robótico.**

Capacidad de carga	315 kg
Decibeles	75.3
Temperatura ambiente	0-45°C
Voltaje	380- 575 V
Peso	1600 Kg
Potencia necesaria	1 KW

Fuente: Elaboración propia con base en FANUC Europe Corporation 2017.

### **3.2.6. Secado.**

Villarino (2011) describe que el proceso de secado consiste en la eliminación del agua contenida en las piezas moldeadas, realizándose de forma gradual, para evitar fracturas en los cuerpos cerámicos. El calor utilizado para el aire caliente proviene generalmente de quemadores de gas, así también se puede generar mediante cogeneración o combustibles como el carbón, biomasa, biogás o coque de petróleo. Algunos de los equipos más empleados en esta parte del proceso, dependiendo de los productos a generar son los secadores de cámara, cuyas características principales se describen en la siguiente tabla. (MARM 2011). En la Tabla 20 se desglosan las características técnicas de un secadero de cámara para la industria cerámica.

**Tabla 20. Secadero de cámara para la industria cerámica.**

Capacidad de carga	80000-100000 unidades por día
Temperatura de suministro de aire caliente	110 a 130°C
Liberación de humedad	75 a 90 %
Rendimiento de secado	90 %
Ciclo de secado	44 hrs.
Potencia necesaria	150 KW
Liberación De temperatura	28 a 30°C

Fuente: Elaboración propia con base en IBRICK 2019.

### 3.2.7. Esmaltado

Para diversos productos cerámicos, posterior al proceso de secado, pasan las piezas por un esmaltado, generalmente éste se aplica para revestimientos, y cerámica decorativa o sanitaria, así como en la cerámica de mesa. Actualmente se aplica el esmaltado a tejas y a un pequeño mercado de ladrillos especiales. (MARM 2011). El esmaltado puede aplicarse de forma líquida o aplicando un esmaltado de polvo, mediante cabinas de esmalte específicas para el trabajo que se desea. (Talleres Foro S.A. 2019). En la Tabla 21 se describen las características de una cabina de esmaltado, utilizada en las últimas fases del proceso de producción, así como en la Tabla 22, se describen las características de una cabina comparable con la anterior.

**Tabla 21. Ficha técnica de una cabina de esmaltado para teja y ladrillo en polvo.**

Potencia Instalada	3.1 KW
Dimensiones	3200x1450 mm
Tomas de aspiración	6
Presión de trabajo	6 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia con base en Talleres Foro S.A. 2019.

**Tabla 22. Ficha técnica de una cabina de esmaltado de doble disco.**

Potencia Instalada	2.25 KW
Dimensiones	1750x1300x1300 mm
Peso	255 kg

Fuente: Elaboración propia con base en Talleres Foro S.A. 2019.

### 3.2.8. Cocción y Enfriamiento posterior.

El proceso de cocción de los productos cerámicos es la fase más importante de la producción de la industria cerámica, ya que durante este punto se controlan las propiedades como la resistencia mecánica, de abrasión, al fuego, entre otras propiedades. El proceso de cocción tradicional, en promedio duraba entre 35 y 65 horas, sin embargo, hoy en día los periodos de cocción de los materiales son más reducidos, entre 2 y 10 horas promedio, dependiendo el tipo de producto a elaborar, como la tabla siguiente expone a continuación. (Ibañez & Sandoval, 1996). En la Tabla 23, se enlistan los tiempos promedio de cocción de diferentes tipos de productos cerámicos.

**Tabla 23. Tiempos de cocción de los productos cerámicos.**

Producto cerámico.	Tiempo de cocción.
Revestimientos	De 40 a 60 minutos.
Pavimentos	De 60 a 90 minutos
Cerámica sanitaria	De 7 a 10 horas.
Loza	De 2 a 8 horas.

Fuente: Elaboración propia con base en Ibañez y Sandoval 1996.

De acuerdo con el MARM 2011, los diversos productos durante la cocción conllevan diversas reacciones químicas que se dan paso, dependiendo de los minerales, arcillas, y otros elementos de las que están de las pastas en relación con la temperatura aplicada. Estas reacciones son descritas en la Tabla 24.

**Tabla 24. Reacciones ocurridas durante el proceso de cocción.**

Temperatura °C	Minerales y especificaciones	Proceso.
100 a 200	Productos a base mayoritaria de arcilla.	Pérdida de la humedad residual.
300 a 500	Si contienen sustancias orgánicas y piritas de hierro.	Reacción de Oxidación
500 a 650	SN/E	Pérdida del agua que está combinada con la estructura de los minerales arcillosos (agua de cristalización).
570	Cuarzo	Inversión del cuarzo (el cuarzo alfa, se transforma en cuarzo beta, y esta transformación tiene que ser lenta, a fin de que no se produzcan grietas en la pieza)
750 y 950	Carbonatos como la calcita y la dolomita.	Se disocian con la liberación de CO <sub>2</sub>
900		Inicia el proceso de vitrificación
1050	SN/E	Se completa el proceso de vitrificación para la mayoría de las arcillas de ladrillo. Fusión de los feldespatos.
1100	SN/E	Se completa el proceso de vitrificación para arcillas más refractarias.
1200	cuarzo	Disolución del mineral.

Fuente: Elaboración propia con base en Ibañez & Sandoval, 1996, (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino., 2011, (Mola, 2010)

Generalmente para el proceso de cocción en la industria cerámica, se utilizan hornos continuos de túnel, los cuales están equipados con quemadores de combustibles fósiles ya sean líquidos como fuel oil o gaseosos como gas natural, por ejemplo. Este tipo de hornos pase por tres fases dentro del mismo, las cuales son el precalentamiento, al momento de ingresar el producto a cocer, incrementando paulatinamente su temperatura hasta llegar a la segunda etapa del

horno que es la cocción, dónde se llega a la máxima temperatura, una vez cocidas las piezas, éstas continúan su proceso dentro del horno y se enfrían gradualmente (Mola, 2010).

**Tabla 25. Ficha técnica de un horno de túnel para piezas cerámicas, ladrillos y tejas.**

Ancho x Alto x Largo	4605 x 38,767 x 3593 mm
Potencia eléctrica	35,5 KW
Superficie de cocción	108 m <sup>2</sup>
Ancho del cinturón	3000 mm
Dimensiones de la cámara de cocción	3000 x 36000 x 224 mm
Número de quemadores	2
El consumo de vapor	300
Presión del gas	50-300
Peso	64700

Fuente: Elaboración propia con base en Ibañez & Sandoval, 1996, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino., 2011 y Mola, 2010.

### 3.2.9. Descargue

Una vez que los productos pasan por el proceso de cocción, y una vez enfriados, éstos son descargado y son estibados y empaquetados para su venta. Cabe destacar que los productos finales con algún defecto, como fracturas, son destinados a otros usos, primordialmente se clasifican en diferentes granulometrías, triturándolos e incluyéndolos de nuevo en el proceso (Chamota), que a su vez estos residuos por defecto dan a los nuevos productos mejor resistencia y propiedades. (Mola, 2010).

### **3.3. Aspectos Ambientales relacionados al impacto de la empresa cerámica.**

#### **3.3.1. Emisiones atmosféricas de la Industria Cerámica.**

La actividad industrial, genera impactos negativos al ambiente, y a la salud pública que significativamente deteriora la calidad de vida de la sociedad. Dicho impacto se puede clasificar en emisiones a la atmósfera, descarga de aguas residuales y residuos sólidos (Rebollo, Corma, Sirianni, y Castilla, 2000).

El procesado de las materias arcillosas y el proceso de transformación, comprende la susceptibilidad de generación de material particulado como polvos, los cuales se emiten tanto al ambiente laboral como a la atmósfera, este material particulado que se genera durante los procesos como el secado, la trituración, el tamizado, la mezcla y el transporte, no dejando a un lado los procesos finales como la cocción y la decoración de algunos productos cerámicos finales., así mismos como en la primera fase del proceso, referente a la explotación de las canteras, transporte y almacenamiento (Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca, 2012).

Durante el proceso industrial de las arcillas, son generadas emisiones gaseosas, esto específicamente durante los procesos de secado y cocción, compuestos los cuales son generados a partir de los componentes de la materia prima utilizada, sin embargo, contribuyen también los combustibles utilizados durante estos procesos.

Dentro de los compuestos generados y emitidos a la atmósfera, se encuentra los óxidos de azufre ( $SO_x$ ), principalmente el Dióxido de Azufre ( $SO_2$ ), generados a partir de la relación de azufre contenido en la materia prima y del combustible utilizado. El azufre contenido dentro de la materia prima puede encontrarse como pirita ( $FeS_2$ ), además de yeso y otros sulfatos y compuestos de azufre orgánicos. Por otra parte, los combustibles utilizados como los fueloil y los sólidos aportan óxidos de azufre en la combustión (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino., 2011).

Otro de las emisiones gaseosas generadas durante los procesos de secado y cocción de los materiales cerámicos, son los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), los cuales se producen por la fijación térmica del nitrógeno y del oxígeno del aire de combustión a partir de los  $1200^\circ\text{C}$ . Así mismo el monóxido de carbono (CO) es emitido procedente de la materia orgánica en el cuerpo de los cerámicos, en situaciones con poca presencia de oxígeno, de igual forma, se forma y emite el Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), por el uso de combustibles fósiles durante los procesos antes indicados (Gonzalez, Galán y Fabbri, 2021).

Otro de los contaminantes emitidos por la industria cerámica a la atmósfera, son compuestos orgánicos volátiles, los cuales se liberan como consecuencia de la quema de combustibles ya sea gasolina, gas natural o madera. Por otro lado se liberan también en consecuencia de la utilización de disolventes, pinturas, entre otros productos. (Gomar, Monfort, Escrig, Martínez, y Rueda, 2012). Sobre la base, se emiten de igual manera en un porcentaje menor, cloro y fluor a la atmósfera, siendo el primero procedente del agua añadida al proceso, la cual puede contener cierta cantidad de cloro, que a temperaturas de entre  $450^\circ\text{C}$  y  $550^\circ\text{C}$ , se produce HCL, durante el proceso de cocción de los gases de combustión de un horno (Gomar, 2020).

El cloro, así como el fluor, el azufre y el nitrógeno, son compuestos ácidos, los cuales, son generados durante los procesos de cocción, como se mencionó, al alcanzarse elevadas temperaturas, y están al mismo tiempo relacionados con la utilización de materia prima o combustibles que ya contienen éstos compuestos.

En el caso de las emisiones de fluor, dentro de la industria cerámica, es considerada, la de mayor presencia en la industria cerámica. El ión fluor contenido en las arcillas utilizadas y al pasar por un proceso dentro de los hornos industriales, conocida como deshidroxilación, al alcanzar temperaturas que oscilan entre los  $500$  y  $700^\circ\text{C}$ , se generan y emiten compuestos como el ácido fluorhídrico, el tetrafluoruro de silicio y en menor medida fluoruros alcalinos en forma de partículas, éstos últimos de poca o casi nula relevancia (Monfort, Celades, Gomar, Rueda, y Martínez, 2010).

Para ilustrar las emisiones a la atmósfera, del plan de acción para la prevención de la contaminación en el sector cerámico realizado en Barcelona, España, 2006, se recupera la siguiente Tabla 26, en donde se resumen los contaminantes atmosféricos, antes explicados y otro tipo de emisiones.

**Tabla 26. Estimación de media de contaminantes atmosféricos por kg de material producido en la industria cerámica.**

Contaminante	Valor Medio (mg/kg)
Partículas	17.6
NOx	184.0
Sox	39.6
CO <sub>2</sub>	149.000
CO	189.0
Cloro y compuestos inorgánicos (HCL)	4.1
Fluor y compuestos inorgánicos (HF)	12,7

Fuente: (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino., 2011)

Las consecuencias ambientales de las emisiones atmosféricas, dentro del sector industrial cerámico, derivan en la contribución del efecto invernadero, así como la generación de lluvia ácida, así como contaminación fotoquímica procedente de la reacción de los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno, estimulados por la luz solar intensa, incrementando la temperatura (Ballester, 2005).

### **3.3.2. Descarga de aguas residuales de la industria cerámica.**

Dentro el proceso de elaboración de los productos cerámicos, se generan aguas residuales, procedentes de su utilización, al ser agregada en las diferentes etapas del proceso. El agua, inicialmente se añade a la mezcla de los cuerpos cerámicos, sin embargo, ésta al momento del secado y cocción del cuerpo, se evapora, por lo que no es considerada como residual. (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino., 2011).

Por otra parte, durante los procesos de lavado y suspensión de los materiales arcillosos se generan aguas con contenido como sólidos en suspensión, arcillas, silicatos insolubles, además pueden contener metales pesados en suspensión y disueltos como el plomo y zinc, así como boro en pequeñas cantidades. Estas aguas



se caracterizan por ser aguas turbias y con coloración a consecuencia de las partículas muy finas en suspensión de los minerales de los esmaltes y de las arcillas. (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino., 2011).

Este tipo de aguas se caracterizan por contener sólidos en suspensión (arcillas), contiene también aniones en solución como sulfatos y cloruros, así como trazas de metales pesados en solución (Pb y Zn, boro en cantidades variables) (Rebollo, Corma, Sirianni, y Castilla, 2000).

### **3.3.3 Residuos de la Industria Cerámica.**

De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), los residuos sólidos, se pueden definir como aquellos materiales, cuyo propietario desecha, encontrándose en estado sólido, líquido o gaseoso, desechados en recipientes o contenedores. De acuerdo con su naturaleza estos residuos se pueden clasificar, como residuo sólido urbano, residuos de manejo especial, así como residuos peligrosos. Los residuos generados de los diversos procesos, en función de su composición, tasa de generación y manejo, pueden tener impactos negativos tanto al ambiente natural como a la salud de la población.

Generalmente el tipo de residuos que se producen derivado de los procesos productivos o de servicios son los denominados residuos de manejo especial (RME), ya que no reúnen las características para ser considerados Residuos Urbanos, y que tampoco reúnen las características para considerarse como Residuos Peligrosos. Sin embargo, la información de este tipo de residuos es limitada debido a que actualmente la última actualización de los datos es del año 2012, dónde abarca el informe 12 de la SEMARNAT, un diagnóstico básico para la gestión de estos residuos.

Así mismo dichos procesos productivos y de servicios generan a su vez otra clase de residuos, los cuales, de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, 2003, son denominados como peligrosos debido a que poseen al menos una característica de las descritas en el código CRETIB, que, de

acuerdo con sus siglas, éstos pueden ser corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y/o biológico infecciosos. De acuerdo con esta ley, los recipientes que contuvieron residuos peligrosos y los suelos contaminados por los mismos son considerados también como residuos peligrosos. El desglose de la abreviación del código CRETIB se enlista en la Tabla 27.

**Tabla 27. Código CRETIB, para la clasificación de los residuos peligrosos.**

Características	Código de peligrosidad
Corrosividad	C
Reactividad	R
Explosividad	E
Toxicidad / Agua/Aguda/Crónica	T / Th / Tt
Inflamabilidad	I
Biológico Infeccioso	B

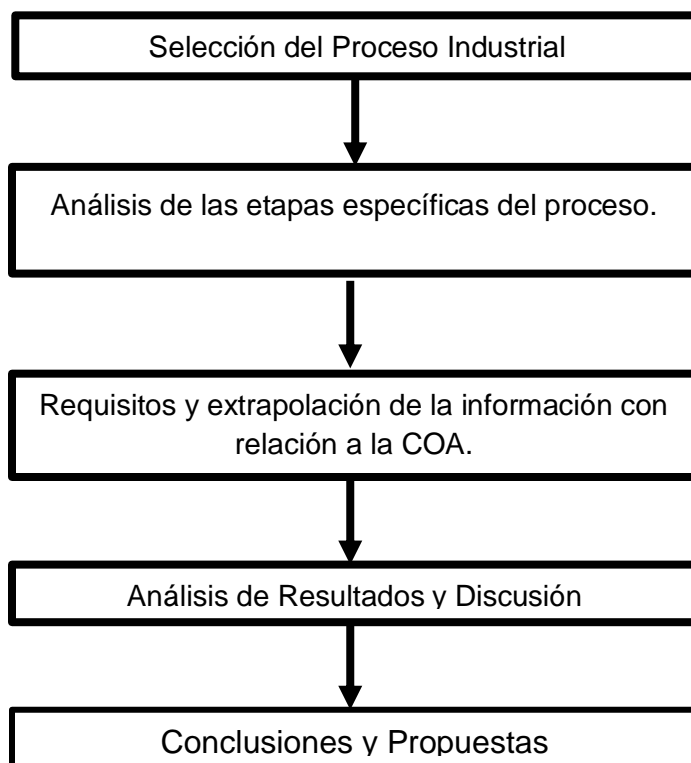
Fuente: Elaboración propia con base en: NOM – 052 - SEMARNAT, 2005.

Problemas como la contaminación ambiental, son consecuencia de un incorrecto manejo de los residuos peligrosos. Cuando éstos se depositan en sitios no controlados, y que, al contacto con el suelo, o cuerpo de agua y con relación a sus cantidades y características representan un riesgo para el equilibrio ecológico, la salud humana, otros seres vivos y bienes materiales. Una incorrecta disposición puede generar fugas en contenedores de residuos, o incluso de sus lixiviados, mismos que pueden derramarse directo de los contenedores al suelo, o a cuerpos de agua. (SEMARNAT, 2013).

## Capítulo 4. METODOLOGÍA

En este capítulo se desarrolló la metodología de investigación desarrollada para el análisis de los elementos de la Cédula de Operación Anual para el control ambiental de una empresa de cerámica con base en uno de sus procesos de fabricación, que nos dará las bases en cuanto a cada sección a llenar del formato ya mencionado con anterioridad, para su posterior análisis, resultados y recomendaciones. Este proceso se muestra a través de un diagrama de flujo en la Figura 3.

**Figura 3. Diagrama de propuesta metodológica.**



Fuente: Elaboración propia

## **4.1 Desglose de actividades.**

A continuación, se desglosan cada una de las actividades del diagrama de bloques metodológico.

### **4.1.1 Selección del Proceso Industrial**

La industria cerámica, como se menciona en capítulos anteriores produce un gran número de productos, por lo que se eligió solo uno, para su posterior análisis en cuanto a su proceso de elaboración específica.

El proceso industrial que se seleccionó para realizar el análisis de los elementos de la Cédula de Operación Anual, para el control ambiental de una empresa cerámica fue el proceso de la elaboración de baldosas cerámicas o azulejos. El cual fue considerado como un proceso relativamente sencillo para desglosar un mejor análisis de cada una de sus actividades, comprender y comparar cada resultado de éstas con base en los requerimientos de la Cédula de Operación Anual.

La selección de un proceso cerámico se basó en la recopilación de información sustentada en estudios diversos acerca del impacto ambiental causado por las actividades industrializadas, en este caso específicamente de la industria cerámica., debido a que su proceso desde la extracción, hasta su decoración, contribuye a las ya existentes problemáticas ambientales que tenemos hoy en día en el país y en el mundo (Corporación Financiera Internacional, 2007).

### **4.1.2 Análisis de las etapas específicas del proceso industrial de las baldosas cerámicas o azulejo.**

Se recabó información específica del proceso de fabricación de las baldosas cerámicas con referencia en las condiciones bajo las que se dan estas fases, y la relación o impacto ambiental de cada una de ellas.

En este punto se seleccionaron y analizaron las siguientes etapas del proceso de la producción de cerámica, y que a continuación se enlistan.

1. Extracción de la materia prima.
2. Almacenamiento, pre secado, y meteorización
3. Humidificación, Mezclado y Amasado
4. Moldeado y corte.
5. Secado
6. Esmaltado
7. Cocción y enfriamiento posterior
8. Descargue

Adicionalmente, con base en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2015, en la Cédula de Operación Anual se solicita la información necesaria, así como diagramas y tablas, seccionadas en temáticas de atmósfera, emisiones, descargas de aguas residuales y generación de residuos peligrosos. Las cuales se recabaron como información relevante para esta investigación y que son descritas y ejemplificadas en el punto 4.1.3.

#### **4.1.3 Requisitos y extrapolación de la información con relación a la Cédula de Operación Anual.**

Cabe señalar que, para la obtención de la información referente al proceso de producción de las baldosas cerámicas, el esquema de la Cédula de Operación Anual está dividido en diversas secciones de acuerdo con las problemáticas ambientales que se abordan en ella, como se menciona en el capítulo referente a la misma. De los cuales se extrajo la siguiente información de cada una de las secciones y que se enlistan a continuación:

#### **4.1.3.1 Fuentes Fijas de Jurisdicción Federal con relación a la atmósfera.**

Dentro de los primeros datos que la COA registra de las industrias están:

1. Datos de registro de la empresa.
2. Diagrama de funcionamiento, o diagrama de bloques, el cual para fines de la presente investigación se elaboró, con base en el proceso de fabricación de las baldosas cerámicas para su análisis posterior, el cual se expone en el siguiente capítulo.
3. Llenado de formatos expedidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales referente al proceso.

Con relación a los lineamientos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2015) se llenaron los formatos expedidos por la misma, con información derivada del proceso de producción de las baldosas cerámicas con sustento en cada una de las secciones en que la cédula se divide.

Dentro de la categoría de fuentes fijas de jurisdicción federal (atmósfera), de la Cédula, se llenaron los siguientes formatos de acuerdo con cada temática ambiental dispuesta en ella.

##### a) Sección I. Información técnica general:

Se llenaron formatos con información sobre los eventos programados y no programados, así como los insumos, productos y subproductos, generación de energía eléctrica, características de la flota vehicular, consumo anual de energía eléctrica, así como la emisión de clorofluorocarbonos, hidroclorofluorocarbonos, entre otras emisiones.

b) Sección II. Registro de emisiones de contaminantes a la atmósfera.

De la sección II de la Cédula de Operación Anual, se llenaron los formatos tales como el correspondiente a la descripción de la maquinaria, equipo o actividad que genera contaminantes, características de las chimeneas y ductos de descarga de las emisiones conducidas, monitoreo de parámetros normados y específicos establecidos en autorizaciones, así como el formato de registro de emisiones contaminantes a la atmósfera.

c) Sección III. Registro de descargas de contaminantes en el agua.

De la sección III de la Cédula de Operación Anual, se llenaron los siguientes formatos tales como el formato de fuentes de extracción y aprovechamiento de agua, descarga de aguas residuales, tratamiento y otras fuentes de aprovechamiento y el registro de parámetros, emisiones y transferencias en descargas de aguas residuales.

d) Sección IV. Registro de generación y transferencia de residuos de manejo especial y sólidos urbanos.

De la sección IV se llenaron los siguientes formatos: El informe de generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos, transferencia de residuos peligrosos, seguimiento a los planes de manejo de residuos peligrosos y tratamiento de suelos contaminados.

#### **4.1.3.2 Fuentes Fijas de Jurisdicción Federal (Sustancias RETC)**

Dentro de la segunda temática de la Cédula de Operación Anual referente a las sustancias RETC se llenaron los siguientes formatos con base en las secciones descritas en el punto anterior.

De la sección I a la IV se repite el llenado de los formatos requeridos por la cédula, solamente se añade la sección técnica V, referente a las sustancias RETC, en la cual se llenan los siguientes formatos tales como: Las emisiones y transferencias de sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programados, se llenó a su vez el formato de información específica sobre el manejo y/o disposición final de los residuos peligrosos o de tratamiento de aguas residuales que contengan sustancias RETC. Así como el formato de las acciones de prevención realizadas en la fuente.

#### **4.1.3.3 Grandes generadores de residuos peligrosos.**

De la tercera temática de la COA, se llenaron los formatos requeridos en la sección técnica I tales como: El diagrama, los eventos programados y no programados (en la temática de grandes generadores de residuos peligrosos, este formato es opcional), así como el formato de insumos.

De la sección técnica IV, se llenaron los formatos aplicables a los grandes generadores, tales como: El informe de generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos, el informe de residuos peligrosos, así como la transferencia de residuos peligrosos y el seguimiento a las actividades de los planes de manejo de residuos peligrosos.

Finalmente, de la sección técnica V, se llenaron los formatos tales como: el de emisiones y transferencias de sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programados y el formato de acciones de prevención realizadas en la fuente.



#### **4.1.3.4 Descarga de aguas residuales en cuerpos de agua nacionales.**

En materia de aguas residuales, se llenaron los formatos correspondientes a las fuentes de extracción y aprovechamiento del agua. Así como los formatos correspondientes a la descarga de aguas residuales y los relacionados con los tratamientos y otras fuentes de abastecimiento, así como el formato de registro de parámetros, emisiones y transferencias en descarga de aguas residuales (SEMARNAT, 2015).

#### **4.1.3.5 Establecimientos sujetos a reporte de compuestos y gases de efecto invernadero. (RENE).**

Con base en el apartado de los sujetos obligados a reporte por emisión de gases de efecto invernadero, se registra el formato correspondiente a la cantidad anual en toneladas de emisión de gases de efecto invernadero.

#### **4.1.3.6 Formatos que se llenaron en la Cédula de Operación Anual.**

En este punto, se muestran las tablas que integran la Cédula de Operación Anual de las industrias, en las cuales son requisito su llenado para el posterior análisis del proceso de fabricación del producto. Dichas tablas se clasifican de acuerdo con cada sección técnica de la COA.

Es importante señalar que las tablas se seleccionaron con base en el giro de la industria cerámica, por lo que algunas tablas requisito de la Cédula, no se encuentran en el presente capítulo, así mismo cabe señalar que la numeración corresponde a la del Diario Oficial de la Federación, dónde se da a conocer el instructivo de elaboración de la cédula. Con el fin de vincularlos y comprenderlos más fácilmente, por lo que la numeración pudiera no corresponder a la continuidad del documento oficial.

De las etapas antes mencionadas del proceso, se analizaron las actividades individuales y se ajustaron a la información que requirió la cédula de operación anual, que en el siguiente punto se desglosa.

### Formato 1.1.2 Eventos programados y no programados.

Los eventos programados según los manuales de elaboración de la COA, SEMANAT 2015, son los sucesos que están planeados, tales como el mantenimiento de la maquinaria, cambios de equipo, paros, puestas en marcha, capacitación, por seguridad, contingencia, u otro motivo similar en el cual, durante dicho proceso, se emitieron contaminantes o se transfirieron sustancias.

Por otro lado, los eventos no programados, son aquellos como los accidentes, contingencias, fugas o derrames, paros no programados dentro del establecimiento que emitieron o transfirieron contaminantes a la atmósfera, agua, suelo o residuos peligrosos (SEMARNAT, 2015). Este formato se muestra a continuación en la Figura 4, eventos programados y no programados.

**Figura 4. Formato 1.1.2 Eventos programados y no programados.**

Modalidad de evento	Número de evento <sup>1</sup>	Punto de origen del evento <sup>2</sup>	Puntos de afectación en el diagrama de funcionamiento <sup>3</sup>	Tipo del evento <sup>4, 6</sup>	Fecha en la que se suscitó el evento	Duración (hrs)	Causa del evento <sup>6, 7</sup>	Medio afectado <sup>8</sup>	Tipo de afectación <sup>8</sup>	Existen emisiones o transferencias de sustancias RETC derivadas del evento (Si/No)
Eventos programados										
Eventos NO programados										

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.

### Formato 1.2 Insumos.

Este formato es llenado con todos los insumos involucrados en la producción de los productos y subproductos, así como en los servicios auxiliares. Cabe señalar que en este formato no se incluye el consumo anual de combustibles. En la Figura 5, formato 1.2, se muestran los puntos a registrar por parte de la empresa sujeta a reportar la cédula.

**Figura 5. Formato 1.2 Insumos.**

Insumos involucrados en:	Punto de consumo <sup>1</sup>	Mezcla (Si/No)	Contiene Sustancia(s) RETC	Nombre <sup>2</sup>			Clasificación del insumo <sup>3</sup>	Estado físico <sup>4</sup>	Forma de almacenamiento <sup>5</sup>	Consumo anual	
				Comercial	Químico	No. CAS				Cantidad	Unidad <sup>6</sup>
Proceso											
Servicio auxiliares <sup>7</sup>											

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 1997.

### Formato 1.3 Productos, subproductos y productos intermedios.

Los productos elaborados por el establecimiento, durante una etapa intermedia del proceso y los subproductos (aquellos que no son parte del proceso pero que son utilizados durante otra fase de este), son registrados en el formato mostrado a continuación en la Figura 6. Productos, subproductos y productos intermedios.

**Figura 6. Formato 1.3 Productos, subproductos y productos intermedios.**

	Punto relacionado con el diagrama	Nombre del producto o subproducto <sup>1,2,3,4,5</sup> o producto intermedio <sup>17</sup>	Nombre químico <sup>1</sup>	Tipo de proceso productivo <sup>4,6,7,8,9</sup>	Contiene Sustancia(s) RETC <sup>10</sup>	Fracción de clínker en el cemento <sup>11</sup>	Proporción de cullet en el proceso <sup>12</sup>	Estado Físico <sup>13</sup>	Forma de Almacenamiento <sup>14</sup>	Capacidad de producción instalada <sup>15</sup>	Producción anual		Uso del subproducto <sup>16</sup>	% Usado del subproducto
											Cantidad	Unidad <sup>15</sup>		
<b>Productos</b>														
<b>Subproductos</b>														
<b>Productos intermedios<sup>17a, 17b, 17c,</sup></b>														

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.

### Formato 1.4 Consumo anual energético

Aplicable exclusivamente para las fuentes de jurisdicción federal en materia de atmósfera que consuman energía de combustibles, así como para las que constituyan fuentes de emisión directa de gases o compuestos de efecto invernadero. Este formato se muestra a continuación en la Figura 7. Consumo anual energético.

**Figura 7. Formato 1.4 Consumo anual energético.**

Área de consumo	Punto de consumo <sup>1</sup>	Tipo de combustible <sup>2</sup>	Componente <sup>3</sup>	Porcentaje del componente en la composición del combustible	Número de autorización para uso de combustibles alternos	Vigencia de autorización	Consumo anual	
							Cantidad	Unidad <sup>4</sup>
Proceso productivo <sup>6</sup>								
Servicios Auxiliares								
Generación de energía eléctrica in situ								

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.

### Formato 1.4.1 Consumo anual de energía eléctrica.

Aplicable a las fuentes fijas de jurisdicción federal en materia de atmósfera que consuma energía eléctrica como para las que constituyan fuentes de emisión indirecta de gases o compuestos de efecto invernadero. Este formato, se muestra a continuación en la Figura 8. Consumo anual de energía eléctrica.

**Figura 8. Formato 1.4.1 Consumo anual de energía eléctrica.**

Suministro	Procedencia o modalidad <sup>1</sup>	Cantidad consumida (kWh)	Tipo tecnología <sup>2</sup>
Externo			
Interno			

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.

**Formato 1.4.2 Descripción y actividades de automotores y vehículos autopropulsados.**

En este formato se registran los tipos de vehículos, tipo de combustible y cantidad, para la estimación del consumo anual de combustible. El cual se muestra en la Figura 9. Descripción y actividades de automotores y vehículos autopropulsados.

**Figura 9. Formato 1.4.2 Descripción y actividades de automotores y vehículos autopropulsados.**

Tipo de unidad <sup>2</sup>	Número de unidades	Tipo de Combustible <sup>3</sup>	Consumo anual de combustible	
			Cantidad	Unidad

Fuente. **Diario** Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.

A partir de la sección II de la Cédula de Operación Anual, correspondiente al registro de emisiones, las tablas correspondientes a esta son de carácter confidencial en cuanto a la información requerida en cada una.





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

En este formato se describen los puntos de emisión, sus especificaciones y operación. También integra información sobre las características especiales que le hayan sido autorizadas, con relación a las características de las chimeneas o ductos que se tengan en operación. Este formato se muestra en la Figura 11.

**Figura 11. 2.1.2 Características de las chimeneas y ductos de descarga de las emisiones conducidas.**

Punto de emisión	Puntos 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 1(m)	Diámetro interior o equivalente.	Velocidad de flujo de gases (m/s)	Presión gases (mmHg)	Fracción seca (%)	Gasto volumétrico(m <sup>3</sup> /min)	Temperatura de gases (°C)

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.

**Formato 2.1.3 Monitoreo de parámetros normados y específicos establecidos en autorizaciones.**

En materia de emisiones atmosféricas, en el caso de existir emisiones atmosféricas cuya emisión esté regulada en las normas oficiales mexicanas, se deberá reportar en el formato expuesto en la Figura 12, respecto al monitoreo de parámetros contaminantes normados.

**Figura 12. Formato 2.1.3 Monitoreo de parámetros normados y específicos establecidos en autorizaciones.**

Punto de emisión <sup>1</sup>	Equipos o actividades monitoreadas <sup>2</sup>	Norma aplicable <sup>3</sup>	Parámetro monitoreado <sup>4</sup>	Monitoreos						Sistema o equipo de control de emisiones					
				Valor máximo permisible		Valor monitoreado <sup>6</sup>				Identificador del equipo de control <sup>7</sup>	Clave <sup>8</sup>	Eficiencia % <sup>9</sup>	Método de cálculo de la eficiencia <sup>10</sup>	Tiempo de operación (h/año)	
				Cantidad	Unidad <sup>5</sup>	1	2	3	4						Unidad <sup>5</sup>

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.

**Formato 2.1.4 Registro de emisiones anuales a la atmósfera.**

En la Figura 13, se muestra el formato de Registro de emisiones anuales a la atmósfera, dónde la empresa sujeta a reporte deberá de describir estos parámetros, dónde se emiten, en que cantidad, y cuál es el método de estimación que emplean para determinar dichos valores.

**Figura 13. Formato 2.3 Registros de emisiones anuales a la atmósfera**

<b>Parámetro o contaminante<sup>1</sup></b>	<b>Punto de emisión<sup>2</sup></b>	<b>Cantidad<sup>3</sup></b>	<b>Unidad<sup>4</sup></b>	<b>Método de estimación<sup>5</sup></b>	<b>Factor de Emisión utilizado (valor)<sup>6</sup></b>	<b>Dato de actividad<sup>7</sup></b>	<b>Unidad de dato de actividad<sup>8</sup></b>

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.

### Formato 3.1 Fuentes de extracción y aprovechamiento.

De acuerdo con con el Diario Oficial de la Federación, 2015, de la sección III, el Diario Oficial de la Federación, 2015 los formatos a registrar en la Cédula de Operación Anual son con base en las descargas de contaminantes a los cuerpos de agua referente a las emisiones y alcantarillado, dichos formatos se llenaron con forme a los requerimientos de la COA y que a continuación se exponen las tablas correspondientes. Los establecimientos que descarguen aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales deberán reportar los formatos 3.1 Fuentes de extracción y aprovechamiento de agua, mostrado en la Figura 14. El formato 3.2. Descarga de aguas residuales, mostrado en la Figura 15, el formato 3.3. Tratamiento y otras fuentes de abastecimiento, mostrado en la Figura 16 y el formato 3.4. Registro de parámetros, emisiones y transferencias en descargas de aguas residuales, el cual se muestra en la Figura 17.

De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación, 2015, en éste formato, se registra información relacionada a los contaminantes presentes en el agua residual vertidos a cuerpos de agua o transferidos al alcantarillado municipal autorizados por una concesión, una asignación o a través del tratamiento de aguas residuales, incluyendo además el reporte sobre las fuentes de extracción de agua.

**Figura 14. Formato 3.1 Fuentes de extracción y aprovechamiento.**

Punto(s) de uso relacionado(s) con el abastecimiento <sup>2</sup>	Fuente de extracción <sup>3</sup>	Región hidrológica <sup>4</sup>	Aprovechamiento anual (m <sup>3</sup> )

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.

**Figura 15. Formato 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	Recepción hidrológica	Volumen de descarga de agua residual (m <sup>3</sup> )	Tipo de descarga

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.

**Figura 16. Formato 3.3 Tratamiento y otras fuentes de abastecimiento.**

Fuente	Tipo de planta de tratamiento <sup>2</sup>	Tipo de operaciones y procesos utilizados en el tratamiento <sup>3</sup>	Volumen de agua tratada, reciclada o reusada (m <sup>3</sup> )	Uso principal o destino del agua tratada <sup>4</sup>	Demanda Química de Oxígeno (DQO) <sup>5</sup> (mg/l)	Volumen anual utilizado (m <sup>3</sup> )
Tratamiento <sup>6</sup> Interno <sup>7</sup>						
Tratamiento Externo						
Reciclaje						
Reúso						

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.

**Figura 17. Formato 3.4 Registro de parámetros, emisiones y transferencias en descargas de aguas residuales.**

Número de descarga <sup>2</sup>	Volumen de descarga de agua residual (m <sup>3</sup> )	Tipo de descarga <sup>3</sup>	Parámetro de descarga <sup>4</sup>	Valor medido <sup>5</sup>	Unidad <sup>6</sup>	Cantidad emitida o transferida por parámetro (kg/año) <sup>7</sup>

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.





**Formato 4.2 Transferencia de residuos peligrosos.**

El formato mostrado en la Figura 19, corresponde a los datos que el generador debe de registrar con relación a los proveedores que tenga contratados para el manejo de sus residuos peligrosos, así como del destino final que se les da a los residuos peligrosos.

**Figura 19. Formato 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	
	Transporte	[REDACTED]								
	Centros de acopio	[REDACTED]								
	Empresa prestadora de servicios para el manejo de residuos peligrosos	[REDACTED]								

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.

**Formato 4.3 Informe del manejo de residuos peligrosos de empresas prestadoras de servicios.**

En el formato mostrado en la Figura 20, se describen los puntos que el generador deberá registrar dentro de la COA. En este formato se describen los tipos de residuos peligrosos que se generan y que serán manejados por el proveedor, dónde se desglosan las características de cada residuo con base en el código CRETIB, además de la cantidad generada, estado físico, si es que contiene alguna sustancia RETC, y datos de los proveedores y autorizaciones.

**Figura 20. Formato 4.3 Informe del manejo de residuos peligrosos de empresas prestadoras de servicios.**

Actividad de la empresa	Modalidad de manejo autorizada	Nombre	# de registro	Clave de indentificación	C	R	E	T	Te	Th	Tt	I	B	Mezcla	Estado físico	Cantidad	Unidad	Sustancias RETC	Nombre o razón social	# de autorización	% de eliminación del RP	% de eliminación de sustancias RETC	Nombre y # de autorización de la empresa de destino final

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.

**Formato 4 .4 Seguimiento de las actividades de los planes de manejo de residuos peligrosos.**

El formato que se muestra en la Figura 21, describe las actividades que el generador gestiona para dar cumplimiento a un plan de manejo integral de los residuos peligrosos, ya sea una recomendación, actividad de minimización, entre otras acciones. El generador debe de implementar metas y evaluarlas con base en sus propios indicadores de cumplimiento.

**Figura 21. Formato 4.4 Seguimiento de las actividades de los planes de manejo de residuos peligrosos.**

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

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.

**Formato 4.5 Tratamiento de suelos contaminados.**

El siguiente formato, mostrado en la Figura 22, se deberá llenar por empresas que presten los servicios para el tratamiento o disposición final de suelos contaminados.

**Figura 22. Formato 4.5 Tratamiento de suelos contaminados.**

Responsable de la contaminación		Ubicación del sitio contaminado		Modalidad del tratamiento	Clave del suelo a tratar	Suelo tratado			Datos del transportista		Datos del destino final			
Nombre	Número de autorización	Edo.	Mpo.			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										

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.

A partir de la sección se recopila información sobre las emisiones y transferencia de sustancias sujetas a reporte identificadas en la Norma Oficial Mexicana correspondiente, en términos de lo previsto en el artículo 10, fracción VIII, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, información que los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal integrarán en esta sección cuando la transferencia de contaminantes o sus emisiones correspondan a cantidades iguales o mayores a las establecidas como umbral de reporte que la Norma Oficial Mexicana respectiva establezca para la sustancia específica.

**Formato 5.1 Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el establecimiento.**

El formato que a continuación se muestra en la Figura 23, deberá ser llenado por la empresa, si esta emplea, usa o comercializa sustancias RETC, con los datos de los materiales que las contengan, el nombre de la sustancias y número CAS correspondiente, así como la cantidad anual utilizada.

**Figura 23. Formato 5.1 Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el establecimiento**

Actividad Sustantiva		Nombre del material que contiene la sustancia <sup>1</sup>	Clave de la modalidad <sup>2</sup>	Sustancias RETC contenidas			Cantidad anual <sup>6</sup>	Unidad <sup>7</sup>
				Nombre de la sustancia <sup>3</sup>	Clave o No. CAS <sup>4</sup>	% peso de la sustancia <sup>5</sup>		
Sustancias usadas en proceso	Uso directo <sup>8</sup>							
	Uso indirecto <sup>9</sup>							
Sustancias producidas <sup>10</sup>								
Otros usos <sup>11</sup>								

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.

**Formato 5.2 Emisiones y transferencias de sustancias RETC por operación normal y eventos programados y no programados.**

El siguiente formato, expuesto en la Figura 24, deberá ser llenado por aquellos establecimientos que, por cualquier actividad, programada o no, generaron emisiones a cualquier medio (aire, agua o suelo) o transfirieron sustancias que sobrepasan los límites máximos permisibles en descargas de aguas y residuos peligrosos.

**Figura 24. Formato 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 y aguas residuales, donde fueron transferidas las sustancias					
			Nombre del material que contiene la sustancia RETC	No. mbr e de la sustancia	Clave o No. CAS		Cantida d	Unida d					Nombre	Numero de autorizac ion	Modalidad de manejo	País	Domicili o	
Normal	Emisión a:	Aire																
		Agua																
		Suelo																
	Transferencia a:	Reutilización																
		Reciclado																
		Copooecesamie nto																
		Tratamiento																
Incineración																		

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.

**Formato 5.3 Emisiones y transferencias de sustancias RETC por operación normal y eventos programados y no programados.**

Esta tabla, mostrada en la Figura 25, deberá ser llenada solo por empresas prestadoras de servicios de reutilización, reciclado, procesamiento, tratamiento, incineración y disposición final de residuos peligrosos o descarga de aguas residuales, cuando contengan sustancias RETC.

**Figura 25. 5.3 Información específica sobre el 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		Cantidas anual recibida	
		Nombre	Numero de registro		Nombre	% en peso de la sustancia	Cantidad	Unidad
Residuos peligrosos								
Aguas residuales								

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.

**Formato 5.4 Acciones de prevención realizadas en la fuente.**

En el formato mostrado a continuación en la Figura 26, la empresa debe de registrar las acciones de prevención realizadas en cada uno de los puntos de emisión con respecto al diagrama de funcionamiento, así como los aspectos en los cuales impacta dicha acción, ya sea aire, agua, suelo. Se debe de especificar el material o residuo en el cual se aplicó la acción preventiva, como también el número CAS, que le corresponde, y deberá de indicar el valor alcanzado al final de las acciones preventivas, especificando los resultados.

**Figura 26. Formato 5.4 Acciones de prevención realizadas en la fuente**

Punto del diagrama en el que se realizó la acción de prevención	Aspecto en el que impacto la acción	Material o residuo objetivo de la acción	Identificación de sustancias listadas		Nivel original de la emisión, descarga o transferencia	Unidad ed medida del nivel original	Accion preventiva realizada	Temporalidad	Nivel alcanzado	Unidad de medida del nivel alcanzado	Resultado alcanzado en el proceso
			Nombre	Clave o No. CAS							
							Reduccion Reutilizacion Reciclaje Obtencion de energia Tratamiento Control Disposicion final Otros (Especificar)				

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.

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



**Formato 6 Registro de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero.**

En la figura 27, se muestra el formato referente a las emisiones de gases de efecto invernadero. Donde la empresa sujeta a reporte deberá de registrar las emisiones directas o compuestos de efecto invernadero provenientes de procesos de combustión de fuentes fijas y móviles, así como del proceso de producción.

**Figura 27. Formato 6. Registro de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero.**

	Bioxido de carbono	Metano	Oxido nitroso	Carbono negro u hollin	Clorofluorocarbonos	Hidroclorofluorocarbonos	Perfluorocarbonos	Hexafluoruro de azufre	Trifluoruro de nitrógeno	Hidrofluorocarbonos	Eteres 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 combustion en fuentes fijas												
A. Emisiones directas provenientes de fuentes moviles												
A. Emisiones directas provenientes de procesos industriales a actividades comerciales y servicios												
A. Emisiones directas provenientes de fugas en el Sector Energia												
A. Emisiones directas provenientes de actividades agropecuarias												
2.- Emisiones Indirectas (t CO <sub>2</sub> e)												
A. Emisiones Indirectas provenientes del consumo de energia eléctrica												
A. Emisiones Indirectas provenientes del consumo de energia termica												
Total, de emisiones (tco <sub>2</sub> e)												

Fuente. Diario Oficial de la Federación, 18 de 08 de 1997.



#### **4.1.3.7 Análisis de la información y evaluación del control ambiental de los parámetros que se integran en la cédula de operación anual.**

La información que se recabo durante la investigación fue uno de los procesos de fabricación de un producto de la industria cerámica. Que se dividió en diferentes fases, posteriormente se analizaron las diferentes etapas del proceso en cuanto a la información que se genera de cada área y se contrastó con lo requisitado en la Cédula de Operación Anual para el control ambiental de una empresa, evaluando el cumplimiento e interpolando la información con la normatividad mexicana, con el objetivo de detectar problemas, errores o áreas de oportunidad para la gestión ambiental de la empresa cerámica.

## **CAPITULO 5. RESULTADOS Y DISCUSION**

En el capítulo quinto, se presenta la interpretación y análisis de los resultados, con base en el análisis de cada uno de los elementos que contiene la Cédula de Operación Anual, desarrollado durante ésta investigación, para el control ambiental de una empresa que tiene como producto final la cerámica.

Cabe destacar que algunos de los valores de los rubros son requisito en la solicitud de información en las tablas de la Cédula de Operación Anual y que son datos referentes a las emisiones, descargas, y demás datos técnicos del proceso de producción. Asimismo, toda la información es estrictamente confidencial, ya que pertenece a la empresa que dio las facilidades para el desarrollo de este trabajo.

Se destaca que para facilitar el análisis de los productos y subproductos de la empresa productora de cerámica, se tomó en consideración solo la producción del gres porcelánico o esmaltado. Esto para simplificar y comprender mejor cada elemento que constituye la cédula de operación anual. (ya que para el llenado de la COA, generalmente se toman en cuenta cada uno de los productos y subproductos que se elabora en un periodo comprendido de un año anterior a la entrega de dicha cédula).

### **5.1 Datos de registro de la empresa.**

En este punto es necesario señalar que el registro de los datos de la industria fabricante de cerámica se omitió, dado que la información es estrictamente confidencial. Éste primer formato solo se agregó como ejemplo de los datos iniciales que son requeridos por la Cédula de Operación Anual y dicho formato, se muestra a continuación en la figura 28.

**Figura 28. Formato de registro del establecimiento industrial.**

No operó ( )	Fecha final:	
15) FECHA DE INICIO DE OPERACIÓN DE LA PLANTA:	16) PARTICIPACIÓN DE CAPITAL <sup>12</sup> :	
	Sólo nacional ( ) Mayoría nacional ( ) Mayoríaextranjero ( ) 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 Nombre:  Ubicación:      País Estado o Provincia:  Número		19) NÚMERO DUN AND BRADSTREET DEL ESTABLECIMIENTO. Sólo en caso de contar con este número <sup>14</sup>
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 EfectoInvernadero y que incluyen en el Reporte consolidado <sup>15</sup>		
21) Anexar el dictamen de verificación conforme al artículo 16 del Reglamento de la Ley General de CambioClimático en materia el Registro Nacional de Emisiones		

Fuente: SEMARNAT, 2015.

## 5.2 Fases del proceso de producción de un gres porcelánico.

Dado que dentro del establecimiento se desarrollan diversos procesos de producción, como la fabricación de productos refractarios, sanitarios, de alimentos, baldosas cerámicas y entre ellos el gres porcelánico, por lo que es importante resaltar que solo se eligió uno de los procesos para efectos del trabajo de investigación el cual es referente a la producción de gres porcelánico esmaltado. En la Figura 29 se describe la simbología que proporciona y recomienda el instructivo para la elaboración de la COA.

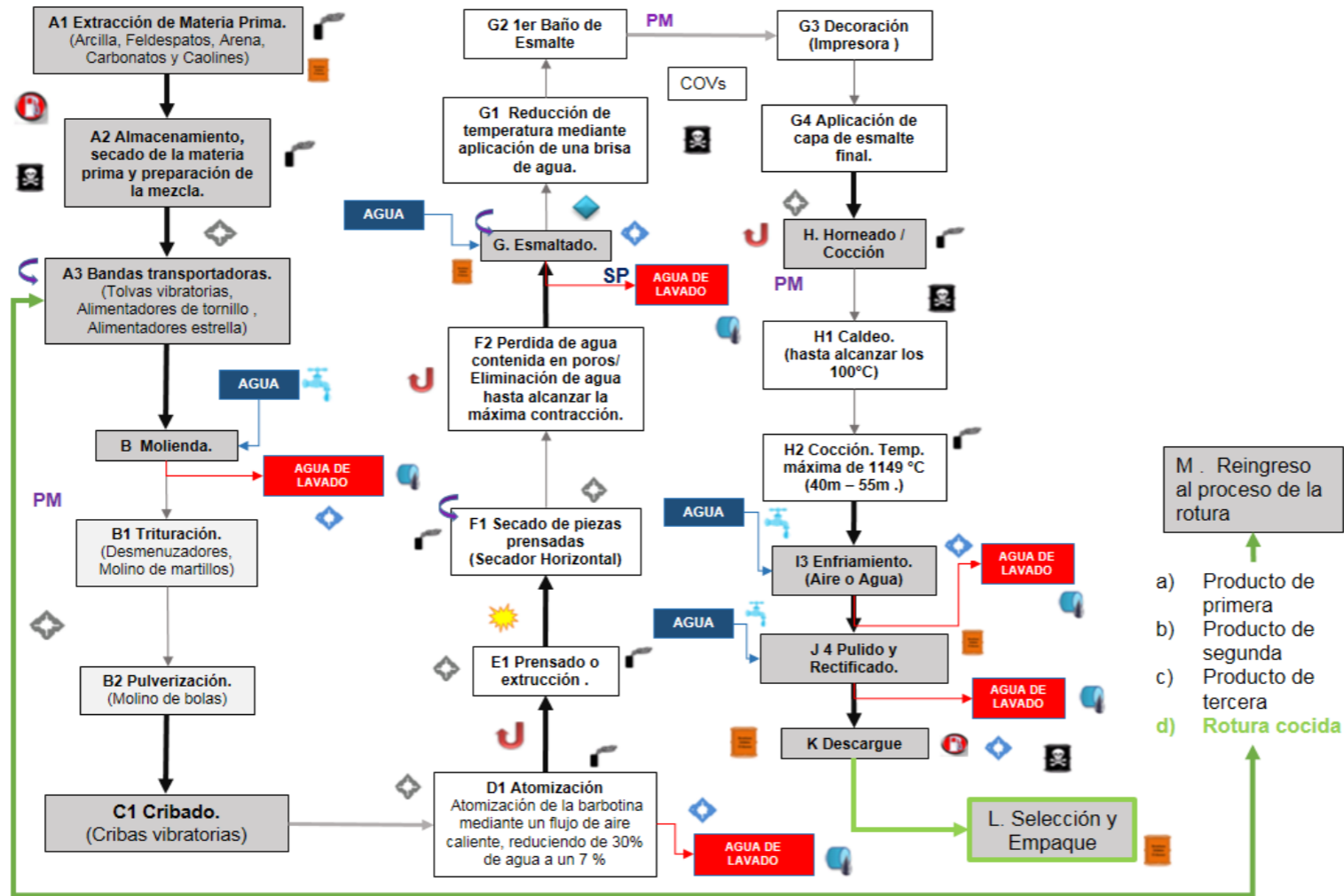
**Figura 29. Formato de registro del establecimiento industrial.**

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.

En la Figura 30, se muestra el diagrama de funcionamiento del proceso de producción de un gres porcelánico esmaltado, en el cual se identificarán gráficamente el consumo de insumos y agua, así como cada una de las actividades que dan paso a la fabricación del producto cerámico y los puntos de generación de contaminantes, además de los puntos de emisión a la atmósfera, puntos donde se generán las descargas de aguas residuales, y residuos peligrosos, y otras características que permitieron analizar de una manera más específica el proceso productivo, facilitando así parte del registro en cada formato de la Cédula de Operación Anual. El diagrama de flujo es importante para visualizar la información que nos solicita cada sección de éste instrumento.

Figura 30. Diagrama de proceso de la elaboración de un gres porcelánico.



Fuente:Elaboración propia con base en el proceso productivo del establecimiento .

N. Servicios Auxiliares



**5.3 Formatos, requeridos por la Cédula de Operación Anual, que se llenaron con base a los datos del proceso productivo del establecimiento.**

En este punto, se muestran los formatos requeridos por la cédula de operación anual con los valores recabados del proceso mencionado, así como se es importante volver a recalcar que muchos valores que cada formato pide son valores propuestos dado la confidencialidad de la empresa.

### 5.3.1 Formato 1.1 Eventos programados y no programados.

Tabla 28. Eventos programados y no programados.

Modalidad	#	Punto de origen	Puntos detectados	Tipo de evento	Fecha	Duración	Causa	Medio afectado	Tipo de afectación	Hay sustancias RETC
<b>Programados</b>	1	Bandas transportadoras	<b>A3</b>	Otra	01/06/18	5 hrs	MPR	RES	GEN	SI
	2	Molino de Martillos	<b>B1</b>	Otra	16/06/18	2 hrs	MPR	RES	GEN	SI
	3	Molino de bolas	<b>B2</b>	Otra	27/03/18	7 hrs	MPR	RES	GEN	SI
	4	Criba Vibratoria	<b>C1</b>	Otra	16/08/18	1 hrs	SM MPR	RES	GEN	SI
	5	Atomizador	<b>D1</b>	Otra	18/02/18	6 hrs	MPR	RES	GEN	SI
	6	Prensa	<b>E1</b>	Otra	26/10/18	3 hrs	MPR	RES	GEN	SI
	7	Secaderos	<b>F1</b>	Otra	27/11/18	2 hrs	MPR	RES	GEN	SI
	8	Horno	<b>H</b>	Otra	12/02/18	8 hrs	MPR	RES	GEN	SI
	9	Línea de esmaltado	<b>G</b>	Otra	11/04/18	5 hrs	MPR	RES	GEN	SI
	10	Pulidora	<b>J4</b>	Otra	01/09/18	3 hrs	MPR	RES	GEN	SI
<b>No programados</b>	1	Horno	<b>H</b>	FU/IN	23/05/18	4 hrs	MC	AI	EM	SI

**MPR.** Mantenimiento programado. **SM.** Sustitución de maquinarias, equipos, válvulas o accesorios. **FU.** Fuga. **MC.** Falta de mantenimiento correctivo. **IN.** Incendio. **AI.** Aire (medio afectado) **EM.** Emisión.

Esta Tabla 28, eventos programados y no programados, muestra que durante el proceso de producción del gres porcelánico, se genera un sumario diversos eventos programados, como es el mantenimiento continuo de las maquinarias para su optimización y mejora continua, simulacros para capacitación del personal en el rubro de siniestros. Durante éstos eventos programados se generaron a lo largo de un periodo de un año residuos tanto sólidos, de manejo especial y de carácter peligroso de acuerdo a las características del código CRETIB. Cabe señalar que en todas estas acciones realizadas en los diferentes puntos de origen los residuos que tuvieron gran impacto fueron los peligrosos, ya que se detectó una de las primeras fuentes de generación. Estos vestigios fueron trapos contaminados con aceites, o trazas de contaminantes al momento de la limpieza, así como envases contaminados manipulados, a la par se generaron aguas residuales provenientes del lavado de la maquinaria, como son la cabina de esmaltado, molinos, prensa, pulidora entre otros.

Para un control adecuado de estas labores se propone diseñar un sistema de seguimiento estricto y desarrollar una difusión del plan de manejo de residuos peligrosos con todos los trabajadores generales de la industria cerámica. Al mismo tiempo es necesario que los trabajadores, durante su jornada laboral cuenten con recipientes por cada área donde se identifiquen como las de mayor generación, para depositar los residuos peligrosos generados durante los eventos programados.

Los recipientes deberán estrictamente estar identificados para clasificar los residuos conforme a 1. Filtros usados de aceite, 2. Trapos contaminados, 3. Envases de plástico vacíos, pero que contuvieran aceites o líquidos como solventes o líquidos anticongelantes, entre otros, 3. Envases metálicos contaminados y así en sujeción de acuerdo al tipo de residuo que se genera en cada evento programado.

Durante el año, la empresa sujeta a estudio, tuvo un evento no programado. Éste evento se dio mediante una fuga en el horno, consecuencia de la falta de mantenimiento correctivo, cuando durante una limpieza del horno, personal encargado lastimó uno de los conductos de gas natural dentro del túnel del horno, lo que ocasionó que la fuga de gas, lo que provocó la quema del gas a través de un incendio, el cual se controló a las 2 horas iniciado. Cabe destacar que el incendio, solo quemó combustible, no hubo explosiones, ni propagación del fuego, como consecuencia se emitieron al aire gases, consecuencia de la reacción  $CH_4 + 2 O_2 \rightarrow CO_2 + 2 H_2O$ .

### 5.3.2 Formato 1.2 Insumos.

En esta Tabla 29, se recabó la información de todos los insumos que requiere el proceso de producción, esto da una pauta a verter la información requerida por las dependencias gubernamentales oficiales. Con esto se formó un punto de referencia que indicó que tipo de sustancias químicas se manipularon, con lo cual orientó cuáles serían los residuos peligrosos que pueden recolectarse posteriormente de la actividad de proceso.

**Tabla 29. Insumos de producción.**

Insumos involucrados	Punto de consumo	Mezcla SI/NO	Contiene sustancias RETC	Nombre			Clasificación del insumo	Estado Físico	Forma de Almacenamiento	Consumo anual	
				Comercial	Químico	# CAS				Cantidad	Unidad
Proceso				<b>Baldosas/Gres esmaltado.</b>							
	A3	NO	NO	Arcilla Esquisto Roca	SiO <sub>2</sub>	60676-86-0	OE: Minas	Sólido	GI	17,520	Ton
	A3	NO	NO	Arcilla Roja (ilita)	(K, H <sub>3</sub> O)(Al, Mg, Fe) <sub>2</sub> (Si, Al) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> [(OH) <sub>2</sub> , (H <sub>2</sub> O)]	12173-60-3	OE: Minas	Sólido	GT	29200	Ton
	A3	NO	NO	Feldespatos K	K <sub>2</sub> O.AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .6SiO <sub>2</sub>	ND	OE: Yacimiento	Sólido	BP	5256	Ton
	A3	SI	NO	Arena Sílice	SiO <sub>2</sub>	14808-60-70	PE	Sólido	GT	584	Ton
					Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1309-37-1					
					Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1344-28-1					
					<b>Esmaltes</b>						
	F1	SI	NO	ESM. GRES O-7001 OPACO M.	Cuarzo	14808-60-7	PI	Sólido	BP	2044	Ton
					Caolín	1332-58-7					
					Sílice cristalina: Cuarzo (SiO <sub>2</sub> ) (fracción respirable)	14808-60-7					
					Silicato de zirconio, Circón	14940-68-2					
F1	NO	NO	Feldespatos Sódicos	K <sub>2</sub> O.AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .6SiO <sub>2</sub>	ND	PE	Sólido	GT	58.4	Ton	

Continuación de la Tabla 28. Insumos de producción.

	F1	NO	NO	CMC (ligante)	C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> OCH <sub>2</sub> COONa	9004-32-4	PE	Sólido	BP	50	Ton
	F1	SI	NO	Fritas	Sílice (Cuarzo) SiO <sub>2</sub>	14808-60-7	PE	Sólido	CM	65-80	Ton
					Alúmina Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1344-28-1	PE	Sólido	BP	55	Ton
					Carbonato Sódico Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	497-19-8	PE	Sólido	BP	35	Ton
					Nitrato de Potasio KNO <sub>3</sub>	7757-79-1	PE	Sólido	BP	30	Ton
					Óxido de Zinc ZnO	1314-13-2	PE	Sólido	BP	30	Ton
					Carbonato de calcio CaCO <sub>3</sub>	471-34-1	PE	Sólido	BP	40	Ton
				<b>Óxidos colorantes y Engobes</b>							
	G	NO	NO	Hierro negro	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	1317-61-9	PE	Sólido	CM	25	Ton
	G	NO	NO	TITANIUM DIOXIDE TRS-425.	Dióxido de Titanio Ti O <sub>2</sub>	13463-67-7	PE	Sólido	CM	38	Ton
	G	NO	NO	Cobalt (II) oxide	Óxido de Cobalto CoO	1307-96-6	PE	Sólido	CM	34	Ton
	G	NO	NO	Copper (II) oxide a.r	Oxido de cobre II CuO	1317-38-0	PE	Sólido	CM	26	Ton
	G	NO	NO	Carbonato de cobalto 46% Co, purís.	Carbonato de Cobalto CoCO <sub>3</sub>	513-79-1	PE	Sólido	CM	28	Ton
	G	NO	NO	Oxido de Manganeso IV	Oxido de Manganeso IV MnO <sub>4</sub>	1313-13-9	PE	Sólido	CM	28	Ton
	G	NO	NO	Cobalt (II, III) oxide. Oxido negro de cobalto	Oxido de Cobalto II, III CoO, Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1308-06-1	PE	Sólido	CM	28	Ton
	G	NO	SI	Óxido de cromo (III) ROTIMETIC	Oxido de Cromo III Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1308-38-9	PE	Sólido	CM	45	Ton
	G	SI	NO	-Engobe easp-16 negro polvo	NA	Caolín: 1332-58-7 Cuarzo: 14808-60-7 Sílice cristalina Cuarzo (SiO <sub>2</sub> ) (fracción respirable): 14808-60-7	PE	Sólido	BP	176	Ton
<b>Continuación de la Tabla 28. Insumos de producción.</b>											

<b>Servicios Auxiliares</b>	<b>N</b>	SI	SI	Gas Natural	CH4	74-82-8	OE: Pipas	Líquido	TAN	120,691,271	m <sup>3</sup>
	<b>A1, A2, H1</b>	SI	NO	Diésel	Diésel	68476-34-6	PE	Líquido	CP	238	m <sup>3</sup>

**ND.** No disponible. **NA.** No aplica. **OE.** Otros, especificación. **PE.** Productos generados por otro establecimiento. **PI.** Producto generado dentro del establecimiento. **GI.** Granel a la intemperie. **GT.** Granel bajo techo. **BP.** Bolsas de plástico. **TAN.** Tanque metálico. **CP.** Contenedor plástico. **CM.** Contenedor metálico.

La tabla de insumos requiere todos los datos de la cantidad y tipo de las entradas, involucrados directamente durante los procesos de fabricación del gres porcelánico, así como los insumos que indirectamente se utilizan en proceso auxiliares. Asimismo, se debió de reportar el uso de gas o combustibles de autos propios de la empresa. De igual forma la empresa debe de informar el nombre químico de cada uno de los insumos y su número CAS, de acuerdo con la NOM-165-semarnat-2013. La empresa informo a través de este formato la manera en cómo se almacena cada insumo. Con base a este formato, se realizó una valoración inicial, por lo que, en cada punto señalado en el diagrama de proceso, se consume materia prima y esto conlleva una salida o generación de residuos que impacta de manera negativa al medio natural (atmósfera, suelos, descarga de aguas residuales y residuos peligrosos).

Ejemplo de generación de estos residuos es la que se observó es el consumo de combustibles para la fabricación del gres porcelánico, ya que su combustión genera la emisión de gases contaminantes como lo son los de efecto invernadero. La extracción de las materias primas como las arcillas, genera impactos al medio natural, registrado en el diagrama de proceso como A1, que se describen de manera más específica en los formatos siguientes correspondientes a la generación de residuos. Por otro lado, se identificó que el establecimiento en la etapa de almacenamiento de la materia prima, las arenas, arcillas y demás material polvoriento, se almacena en pilas bastante altas y de una manera desorganizada, acumuladas a granel y a la intemperie, originando una suspensión de las fracciones más finas en el aire circundante, partículas suspendidas PM<sub>10</sub>.

### 5.3.3 Formato 1.3 Productos, subproductos y productos intermedios.

En esta Tabla 30, se muestran los productos principales, los subproductos y productos intermedios que se identificaron en el análisis de producción, esto implicó la detección de posibles residuos peligrosos, que se generaron en pequeñas cantidades. Tal es el caso de los esmaltes p/gres y algo de sólidos en polvo.

**Tabla 30. Productos, subproductos y productos intermedios.**

	Punto relacionado con el diagrama	Nombre del Producto, subproducto o producto intermedio.	Nombre químico	Tipo de proceso productivo	Contiene sustancias RETC	Fracción de Clinker en el cemento	Proporción de cullet en el proceso	Estado Físico	Forma de Almacenamiento	Capacidad de producción instalada MMm <sup>2</sup>	Producción Anual		Uso del subproducto	% Usado del subproducto
											Cantidad	Unidad		
<b>Productos</b>		Gres porcelánico	Sílice cristalina: cuarzo	NA	NO	NA	NA	Sólido	CC	8	8,400,000	m <sup>2</sup>		
<b>Sub Productos</b>	<b>G</b>	Esmaltes p/ gres	ND	NA	SI	NA	NA	Sólido (polvo)	BP	ND	ND	ND	Esmaltado de las piezas.	ND
<b>Intermedios</b>	ND	ND		ND				ND	ND		ND	ND		
	ND	ND		ND				ND	ND		ND	ND		

**ND.** No disponible. **NA.** No aplica. **OE.** Otros, especificación. **CC.** Contenedores de Cartón. **BP.** Bolsas de plástico. **TAN.** Tanque metálico. **CP.** Contenedor plástico. **CM.** Contenedor metálico.

Dentro del proceso, el punto registrado dentro del diagrama de funcionamiento como el punto G, tiene como subproducto esmaltes, mezclas y variaciones de óxidos utilizados en la pigmentación decorado y esmaltado final de las piezas de gres porcelánico. Esto da pauta a la detección de residuos peligrosos (dada su composición química) que debieron de ser considerados no importando si son en pequeñas cantidades, en el punto de sólidos en polvo puede presentar la emisión de partículas PM<sub>10</sub> a la atmósfera.

#### 5.3.4 Formato 1.4 Generación de energía eléctrica.

En la Tabla 31, se muestra la información requerida en el consumo de energía eléctrica, esto solo si la empresa cuenta con planta de generadora interna de electricidad.

**Tabla 31. Generación de energía eléctrica.**

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

El presente formato, no aplica en el caso de la empresa cerámica, ya que solo es requerido su llenado por parte de las empresas que son generadoras o que generan a través de sus procesos, energía eléctrica como su actividad principal.

### 5.3.5 Formato 1.5 Consumo anual energético.

En la Tabla 32, se muestra el consumo anual energético del proceso de producción, así como los insumos requeridos.

**Tabla 32. Consumo anual energético**

Área de consumo	Punto de consumo	Tipo de combustible	Componente	Porcentaje del componente en la composición del combustible	Numero de autorización para uso de combustibles alternativos	Vigencia de autorización	Consumo anual	
							Cantidad	Unidad
Proceso Productivo	A1, A3	DI	Diésel	100%	NA	NA	NA	NA
	D1, E1, F1, H	GNA	CH <sub>4</sub>	95%	NA	NA	NA	NA
Otros			5%					
Servicios Auxiliares	N	Diésel	Diésel	100%	NA	NA	NA	NA
		Gas Natural	CH <sub>4</sub>	95%				
Generación de energía eléctrica in situ.	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
			NA	NA				
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
			NA	NA				

En este rubro la parte importante fue el registro de la cantidad de combustibles consumidos durante el proceso de producción del gres porcelánico y procesos auxiliares, así como el registro de combustibles alternos en caso de que se consuman. En el caso particular de esta empresa, dedicada a la fabricación de gres porcelánico, no existe la utilización de combustibles alternos.

La empresa fabricante de gres porcelánico, consume en los puntos A1 y A3, el Diésel para la obtención de energía de las bandas transportadoras y alimentadoras. De igual forma la empresa utiliza el Gas Natural Asociado, el cual es provisto externamente por una empresa. Este gas se utiliza durante la mayoría de los puntos del proceso que utiliza calor, como el atomizador, la prensa hidráulica, el secadero y en gran mayoría consumido por el horno. Este gas también es utilizado en los servicios auxiliares dentro de la empresa, como es el caso del comedor para el personal. Cabe señalar que la alimentación de estos combustibles es a través de pipas de transporte del proveedor que mediante sistema de manguera alimentan los tanques de recepción de la propia empresa, por lo cual la generación de algunos recipientes de residuos peligrosos no se lleva a cabo.



### 5.3.6 Formato 1.6 Consumo anual de energía eléctrica.

En la Tabla 33, se muestra el consumo anual de energía eléctrica, en el consumo solamente para el proceso de producción elegido en este estudio, para lo cual solo se recolectaron las mediciones de los medidores de corriente eléctrica correspondientes a esta parte del proceso en general.

**Tabla 33. Consumo de anual de energía eléctrica.**

Suministro	Procedencia o modalidad	Cantidad consumida (KW/h)	Tipo de tecnología
Externo	Compañía de luz	1133000	

En este formato se refleja la cantidad anual expresada en KW por hora del consumo de energía eléctrica por parte la empresa productora de gres porcelánico. La energía es consumida durante todo el proceso, así como en los servicios auxiliares.

### 5.3.7 Formato 1.7 Descripción y actividades de automotores y vehículos autopropulsados.

En la Tabla 34, se muestra la Descripción y actividad de automotores y vehículos autopropulsados, cabe señalar que esto corresponde a todo medio de transporte que utilice la empresa. Esto para las diversas actividades ya sea transporte de producto terminado, insumos, etc.

**Tabla 34. Descripción y actividades de automotores y vehículos autopropulsados.**

Tipo de unidad	Número de unidades	Tipo de combustible	Consumo anual de combustible	
			Cantidad	Unidad
Kenworth T680 c/gondola 30 Ton	5	Diésel	292000	L
Camión Toyota Dyna Cabina Sencilla	7	Diésel	45990	L
Nissan NP300 Frontier Pick-up S	13	Diésel	47450	L
RENAULT Kangoo Fg. Compact 1.5dCi Profesional Gen5 55kW	15	Diésel	43800	L

En este formato la empresa describe que posee la cantidad de 30 vehículos, exponiendo el tipo de flota vehicular utilizado en el proceso y servicios auxiliares, así como el tipo de combustible que utiliza y cantidad consumida anualmente. La empresa cerámica productora de gres porcelánico, la mayoría de su flota vehicular es relativamente de nueva generación, cambiando de modelos en camiones y demás vehículos cada cierto tiempo.

### 5.3.8 Formato 2.1 Características de maquinaria, equipo o actividad que genera contaminantes.

En la Tabla 35, se muestra los equipos que generan contaminantes, señalando las características de tiempo de operación, la eficiencia del equipo y la cantidad de combustible utilizado, esto dio pauta a detectar las problemáticas ambientales que presenta la empresa en su proceso de producción.

**Tabla 35. Características de maquinaria, equipo que generan contaminantes.**

Tipo de emisión(es)	Identificador del equipo, maquinaria o actividad.	Clave del equipo, maquinaria o actividad.	Punto de generación	Puntos de emisión asociados	Capacidad de operación del equipo				Capacidad de operación del quemador				Consumo anual de combustible				Identificación de la tecnología			Capacidad de diseño		
					Tiempo de operación (hrs)	Cantidad	Unidad	Eficiencia (fracción)	Tipo de quemador	Tiempo de operación	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	
CO	Alimentador de banda	6	A1	A2	7217	15	Ton/hora	94	NA	NA	NA	NA	Diésel	47800	L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
A	Molino de Martillos	193	B1	NA	7212	7	Ton/hora	94	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
CO	Atomizador	301	D1	NA	7212	25	m <sup>3</sup> /hora	95	328	7212	ND	ND	Gas N	21234123	m <sup>3</sup>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
CO	Prensa	218	E1	F1	7212	23	m <sup>3</sup> /hora	93	NA	NA	NA	NA	Gas N	15134232	m <sup>3</sup>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
CO	Secadero	243	F1	F2	7212	25	m <sup>3</sup> /hora	93	328	7212	ND	ND	Gas N	10234321	m <sup>3</sup>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
A	Línea de esmaltado	NA	G	G1, G2, G3,G4	7212	12	m <sup>3</sup> /hora	95	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
CO	Horno de túnel	144	H1	NA	7212	25	m <sup>3</sup> /hora	95	328	7212	ND	ND	Gas N	45123232	m <sup>3</sup>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

ND. No disponible. NA. No aplica. OE. Otros, especificación. CO emisiones conducidas. FU. Emisiones fugitivas. A. Emisiones Abiertas, a la intemperie.

En este formato se estableció que en la etapa donde se produce gres porcelánico las emisiones contaminantes pueden ser conducidas, fugitivas y a cielo abierto. En cuanto a las emisiones fugitivas se identificaron debido a derrames o fugas. En el caso de la emisión de contaminantes atmosféricos relacionados al uso de combustibles se identificó sobre los puntos A1, el cual corresponde a la maquinaria denominada alimentador de banda, en el cual se consideró dentro del proceso como el punto inicial donde comienza el transporte de la materia prima para su transformación hasta la obtención del producto final. El combustible utilizado por el alimentador es el diésel. La siguiente maquinaria que emite contaminantes atmosféricos dentro del proceso de producción es el atomizador, relacionado con el punto en el diagrama D1, proceso de atomizado. Este tipo de maquinaria industrial utilizo como combustible gas natural, que estuvo compuesto principalmente por metano, dando como resultado la emisión de contaminantes a la atmósfera principalmente como dióxido de carbono.

En relación con la maquinaria, se determinó que la prensa, puntualizada en el punto F1, el secadero horizontal, registrado en el punto F1, así como el horno, puntualizado en el diagrama como H1, proceso de cocción. uno de los equipos se generaron la mayor cantidad de emisión de contaminantes atmosféricos. Cabe señalar en la plataforma de la COA, no se puntualiza el tipo de contaminantes que la

maquinaria debe de emitir para ser consideradas dentro de este formato. Sin embargo, dada la información requerida por el mismo, se estableció toda la maquinaria requerida para su documentación, dentro de la Tabla No 35, son las relacionadas al consumo de combustibles. Pero un punto importante a resaltar es que algunas de las maquinarias son puntos de emisión de partículas difusas, como los polvos, y demás partículas suspendidas. Mismas que se registraron dentro de la información solicitada para seguir la secuencia de producción del gres porcelánico o baldosa, y tomarlas en cuenta dentro de las maquinarias que pueden ser puntos de emisiones, no relacionadas precisamente a los gases derivados del uso de combustibles.

### 5.3.9 Formato 2.2 Características de las chimeneas y ductos de descarga de las emisiones conducidas.

La Tabla 36, correspondió a las características de la chimeneas y ductos que presenta el proceso de producción, dando énfasis a la localización de estos equipamientos, de aquí se dedujeron problemas de emisiones a la atmósfera.

**Tabla 36 Chimeneas y ductos de descarga de emisiones conducidas.**

Punto de emisión	Puntos de generación relacionados	Identificador o nombre del ducto chimenea	Especificaciones de la chimenea o ducto					Operación de la chimenea o ducto				
			Características especiales autorizadas	Plataforma de muestreo	Altura 1(m)	Altura 1(m)	Diámetro interior o equivalente.	Velocidad de flujo de gases (m/s)	Presión gases (mm/Hg)	Fracción seca (%)	Gasto volumétrico (m <sup>3</sup> /min)	Temperatura de gases (°C)
H	E1	Horno 1	NA	SI	13	ND	0.24 m	8,97	635,08	3%	0,0710	207,38
	F1											
	D1											
F1	F1	Secadero horizontal	NA	SI	10	0.53	0.53 m	2.52	624,07	1%	0.344	134.09
D1	F1	Atomizador 8	NA	SI	35	ND	1.500 mm	3,29	629,85	7%	0,0065	26,68
	H											
	E1											
E1	H	Prensa 3	NA	SI	7.5	ND	0.49	3,23	629,96	2%	0,0438	47,86
	F1											
	D1											

La Tabla 36, mostro el registro de los puntos de emisión, en este caso y de acuerdo con lo observado y recopilado en esta investigación, la empresa fabricante de gres porcelánico no respeto lo establecido en la norma mexicana NMX-AA-009-1993-SCFI, ya que las distancias y características de las chimeneas y plataformas de muestreo. Como se pudo apreciar en las etapas ni chimeneas poseen, esto implica una emisión de gases y partículas a la atmósfera y esto implica un grave ilícito en cuestión de control ambiental.

### 5.3.10 Formato 2.3 Monitoreo de parámetros normados y específicos establecidos en autorizaciones.

La Tabla 37, corresponde a los monitoreos de los parámetros normados y específicos, de manera puntual con respecto a los gases emitidos, a las partículas, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre y dióxido de carbono.

**Tabla 37 Monitoreo de parámetros normados y específicos en materia de emisiones.**

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 generación (h/año)
				Cantidad	Unidad		1	2	3	4					
D1	Secado por atomización	NOM-043-SEMARNAT-1993.	Partículas	60	mg/m <sup>3</sup>	42	54	56	52	mg/m <sup>3</sup>	Precipitadores electrostáticos	PH2	97%	DH	7212
			Gases (CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> )	SO <sub>x</sub>	550	ppm	390	309	408	446	ppm	Sistema SNCR, Reducción selectiva no catalítica	ON2	95%	
		NO <sub>x</sub>		110	ppm	108	110	118	125	ppm					
		CO		400	ppm	180	200	210	200	ppm					
F1	Prensado	NOM-043-SEMARNAT-1993.	Partículas	60	mg/m <sup>3</sup>	35	33	30	43	mg/m <sup>3</sup>	Precipitadores electrostáticos	PH2	97%	DH	7212
G	Esmaltado	NOM-043-SEMARNAT-1993.	Partículas	60	mg/m <sup>3</sup>	54	52	61	53	mg/m <sup>3</sup>	Precipitadores electrostáticos	PH2	97%	DH	7212
H	Cocción	NOM-043-SEMARNAT-1993.		60	mg/m <sup>3</sup>	55	51	55	50	mg/m <sup>3</sup>	Precipitadores electrostáticos	PH2	97%	DH	7212
			CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , Partículas.	SO <sub>x</sub>	550	ppm	543	533	533	534	ppm	Sistema SNCR, Reducción selectiva no catalítica	ON2	95%	
		NO <sub>x</sub>		110	ppm	118	102	104	102	ppm					
		CO		400	ppm	298	265	265	300	ppm					
		NOM-085-SEMARNAT-2011													

La Tabla 37, muestra que la producción expone los valores de las emisiones que emite comparados contra los límites máximos permisibles que describe la norma mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011 y NOM-043-SEMARNAT-1993, donde el formato, expone valores por encima del límite máximo permisible en la parte del secado por atomización, donde se liberan principalmente SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> y CO, así como en la parte del proceso correspondiente a la cocción, donde en ambos procesos se observan valores elevados en la emisión de los NO<sub>x</sub>. También expone el tipo de técnica para el control de las emisiones atmosféricas y su eficiencia. De acuerdo con lo requerido por la cédula. Las estimaciones registradas son con base en los datos históricos en años anteriores al reportado actualmente. Sin embargo, es destacable mencionar que los datos durante los años anteriores con respecto al método de estimación de la eficiencia no se encuentran disponibles ya que son datos con restricciones de confidencialidad.

La industria cerámica por la naturaleza de sus productos y de su proceso, así como de la materia prima. Una de las principales emisiones dentro del proceso productivo, son las partículas suspendidas. Esto se explica debido a la naturaleza polvorienta de los materiales manejados desde su extracción, almacenamiento y manejo dentro de la empresa.

Generalmente se reportaron las emisiones que fueron conducidas por chimeneas, sin embargo, durante el proceso extracción, almacenamiento y manipulación en las primeras fases del proceso, se emiten partículas suspendidas difusas, las cuales la empresa no contemplo dentro de los parámetros normados como una fuente importante de contaminación atmosférica. No obstante, estas partículas son tan perjudiciales tanto para el medio natural, como para la salud de las personas. De acuerdo con lo observado dentro de la empresa no se considera lo emitido de partículas difusas durante los procesos al aire libre, como la extracción de materias primas, así como durante la manipulación y transporte dentro del mismo proceso de producción, podemos suponer un porcentaje mayor de emisiones de partículas suspendidas (emisiones de polvo) que no son reportadas en la cédula de operación anual.

Desde un inicio las técnicas de control de emisiones que la empresa utiliza son los precipitadores electrostáticos, y el sistema SNCR, los cuales en repetidas ocasiones han presentado fallas, debido a la omisión de un correcto mantenimiento preventivo. Como consecuencia de estas fallas, e interpolando los límites máximos permisibles con base en las normas ya mencionadas, se puede concluir que en diferentes ocasiones se ha sobrepasado este límite máximo de emisión de contaminantes.

Para el proceso de atomizado, al constituirse mediante un quemador de gas a temperaturas menores a los 1400°C (temperatura de formación de los NO<sub>x</sub>), los contenidos de NO<sub>x</sub> emitidos en esta etapa son bajos (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino., 2011). Para el caso específico de la empresa estudiada en esta investigación, utiliza una turbina externa en dónde se produce la reacción de combustión a mayor presión y temperatura que en los quemadores convencionales utilizados en los atomizadores, por lo que la formación y emisión de los óxidos de nitrógeno es mayor al promedio del uso del gas natural como combustible.

La emisión de Monóxido de Carbono (CO), es relativamente baja en esta fase ya que el combustible utilizado es Gas Natural. Por otro lado, y de acuerdo con los datos obtenidos de emisión de partículas, y con fundamento en la norma mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993, el límite máximo permisible de emisión de partículas suspendidas en la atmósfera es de 60 mg/m<sup>3</sup> a lo que la empresa tiene un valor promedio monitoreado de 56.75 mg/m<sup>3</sup>, por lo cual no rebasa dichos límites según lo observado durante la recopilación de información sobre el proceso de producción del gres porcelánico o baldosa.

### 5.3.11 Formato 2.4 Registro de emisiones anuales a la atmósfera.

En la tabla 38, se registran las emisiones anuales a la atmósfera por parte del establecimiento sujeto a reportar la Cédula de Operación Anual, dónde se describe el tipo de contaminante, el punto dónde se emite dentro del proceso de producción, así como la cantidad que fue emitida durante el año de actividades.

**Tabla 38. 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 <sub>2</sub>	A1, A3, D1, E1, F1, H	288,791	T /año	DH	DH	ND	ND
CO	H, F1	4907	T/año	DH	DH	ND	ND
CH <sub>4</sub>	H	108,543	T/año	DH	DH	ND	ND
HF	H, F1	136	T/año	DH	DH	ND	ND
Cloro	H	3,469	T/año	DH	DH	ND	ND
Plomo	H	.269	T/año	DH	DH	ND	ND
Fluoruros	H, F1	1,276	T/año	DH	DH	ND	ND
NO <sub>x</sub>	D1, E1, F1, H	6440	T /año	DH	DH	ND	ND
SO <sub>x</sub>	D1, E1, F1, H	1133	T/año	DH	DH	ND	ND
Partículas	A1, A2, B, F1, G, G2, G3, G4, H, E1	105,999	T /año	DH	DH	ND	ND

En éste formato, la empresa cerámica registra las emisiones generadas durante el proceso productivo, así como los provenientes de los servicios auxiliares, ya reportadas en el formato anterior, y la cantidad emitida anualmente de cada contaminante. La empresa estima las cantidades de cada parámetro con base a los datos históricos emitidos en años anteriores. Los datos especificados en años anteriores no están disponibles, debido a la confidencialidad de la empresa y la protección de sus datos técnicos. Es por ello que en el presente formato, así como en algunos otros formatos previos y siguientes se utiliza la acotación ND (no disponible).

Es importante resaltar algunas diferencias entre las tablas 5.3.10 y 5.3.11, en el cual se observó que la empresa registra contaminantes que no contempla en la primera tabla. Esto debido a que en la primera tabla se registran los parametros que se encuentran normados, en donde la normatividad mexicana establece los límites máximos permisibles. Los contaminantes registrados en la tabla presente, no se encuentran normados, por lo que no son registrados en la tabla 5.3.10, pero que sin embargo son importantes, dentro de las emisiones de contaminantes de la empresa productora de gres porcelánico, los cuales se pueden observar en éste último formato del apartado de atmósfera.

### 5.3.12 Formato 3.1 Fuentes de extracción y aprovechamiento.

En la tabla 39, el establecimiento sujeto a reporte de la Cédula registra el nombre y número de la región hidrológica de dónde es aprovechado el recurso, así como la cantidad anual en m<sup>2</sup> que se aprovecha para el proceso productivo del producto cerámico.

**Tabla 39. Fuentes de Extracción y aprovechamiento.**

Punto(s) relacionado(s) con el abastecimiento	Fuente de extracción	Región hidrológica	Aprovechamiento anual (m <sup>3</sup> )
B2, G. N	Red de drenaje	VIII Lerma-Santiago Pacífico	172,122

La establecimiento industrial, en éste breve apartado, informa la región hidrológica de la que extrae y se abastece de agua, tanto para el proceso de producción, así como en los servicios auxiliares de la empresa. Éste formato expone los puntos del diagrama de proceso, en los cuales establece los puntos en donde se añade agua al proceso, como en la molienda vía húmeda (molino de bolas), en el esmaltado, en el enfriamiento, en el plido y rectificado y en todo lo relacionado con los servicios auxiliares, como las oficinas. La empresa tiene como objetivo la disminución del consumo de agua.

### 5.3.13 Formato 3.2 Descarga de aguas residuales.

En la siguiente tabla 40, es referente a lo que la empresa productora de cerámica debe de reportar en la sección de descargas de aguas residuales. En éste punto la Cédula de Operación Anual requiere del llenado de datos como el origen o puntos donde se generan las descargas de aguas residuales, así como el volumen de descarga anual, como la región hidrológica a la que pertenecen los cuerpos receptores.

**Tabla 40. 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
C1	Descarga 1	C1	EPR	TDR	Río Lerma	VIII Lerma-Santiago Pacífico	236,680	TRANS
D1		D1						
G		G	PP					
I3		I3						
N	Descarga 2	N	SA	TAL	Río Lerma	VIII Lerma-Santiago Pacífico	101,392	TRANS

TDR. Drenaje. TAL. Alcantarillado. TRANS Transferencia. EPR. Evento programado. PP. De proceso productivo. SA. De servicios (auxiliares).

El origen de las descargas residuales dentro del proceso de producción se da a través de los eventos programados, en éste caso a partir de las aguas utilizadas en la limpieza de la maquinaria (lavado), así como también directo del proceso productivo. De igual forma existen aguas residuales provenientes de los servicios auxiliares dentro de la empresa.

**5.3.14 Formato 3.3 Tratamiento y otras fuentes de abastecimiento.**

Este formato expuesto en la tabla 41, requiere al establecimiento de los datos relacionados a algún tratamiento, en caso de contar con alguna planta tratadora. En el caso particular del establecimiento sujeto a esta investigación, no aplica en este momento, al no contar con una, sumado a ello que existen datos específicos que son estrictamente confidenciales. No obstante, más adelante en la investigación se retoma el tema de la necesidad de un tratamiento interno de las aguas residuales derivadas del proceso productivo, así como de incluir un proceso de reutilización del recurso.

**Tabla 41. 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.
Tratamiento interno	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		NA				
		NA				
Tratamiento externo	NA	NA	NA	NA		
Reciclaje	NA		NA			
Reúso	NA		NA			

Este formato no aplica a la empresa, ya que no cuenta inicialmente con una planta de tratamiento de aguas residuales.



### 5.3.15 Formato 3.4 Registro de parámetros, emisiones y transferencias en descargas residuales.

En la tabla 42, y con base en los requerimientos de la Cédula de Operación Anual, todas las empresas deberán presentar este formato, si en las descargas de aguas residuales contienen sustancias RETC, con fundamento en la NOM-165-SEMARNAT-2013, donde dichas sustancias son enlistadas.

**Tabla 42 Registro de parámetros, emisiones y transferencias en descargas residuales.**

Número de descarga	Volumen de descarga de agua residual (m <sup>3</sup> )	Tipo de descarga	Parámetro de descarga	Valor medio (Diario)	Unidad	Cantidad emitida o transferida por parámetro (kg/año)
Descarga 1	236,680	TRANS	Cromo	0.59	mg/L	139,641
			Plomo	2	mg/L	473,360
			Sólidos suspendidos	85	mg/L	20,227,800
			Sulfato	145	mg/L	34,318,600
			Fluoruros	.80	mg/L	189344
			Boro	.32	mg/L	27644
			Aluminio	.23	mg/L	19869
Descarga 2	101,392	TRANS	Cadmio	0.07	mg/L	6047
			Coliformes fecales	0.8	mg/L	189344
			Grasas y aceites	59	mg/L	13964120
			Detergentes	1178	mg/L	429,970
			Sólidos sedimentables	5	mg/L	1,183,400
			Sólidos suspendidos	23	mg/L	544364

La empresa cerámica, dentro del proceso de producción del gres porcelánico, en particular en el punto G, registrado así dentro del proceso de esmaltado y decoración, en el diagrama de proceso, se generan aguas residuales con sustancias enlistadas en la norma mexicana, derivadas del lavado y mantenimientos programados de la línea de esmaltado, tal es el caso de compuestos de cromo, plomo, algunos compuestos de boro en cantidades variables presentes en el agua que la empresa descarga directo al alcantarillado, al no contar con una planta tratadora de aguas residuales. Éstos compuestos descargados se encuentran depositados en los lodos generados. Las sustancias depositadas en los lodos, como es el caso del boro, y pigmentos que contienen cadmio, níquel cobalto, entre otros, que son contenidos en las arcillas, y que por sí solos no representan un impacto importante, si son vertidos de forma descontrolada, pueden causar afectaciones graves al medio natural, ya que modifican el pH, entre otros impactos. (Sanz, 2000). Además, claro de que estos lodos que se generan pueden en su mayoría contener sustancias cancerígenas como lo es el cromo y otras sustancias importantes que se registraron en este formato de acuerdo con datos recopilados de la empresa productora.

### 5.3.16 Formato 4.1 Informe de generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos.

En la Tabla 43 se muestran todos los residuos generados durante el proceso de producción del gres porcelánico, por el establecimiento. En este formato se registran diferentes variables en cuanto a la generación de residuos peligrosos dentro de la empresa fabricante de gres porcelánico, durante el proceso de producción y servicios auxiliares.

**Tabla 43. Generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos.**

Punto(s) de generación	Clave o nombre del residuo	Identificación del residuo										Generación Anual		Almacenamiento de RPs																						
		Código de peligrosidad de los residuos (CPR)										Cantidad	Unidad	Año de generación	No. De registro del plan de	Sustancia RETC contenida	El residuo se envía a	Cantidad	Número del almacén.	Características de almacenamiento	Forma de almacenamiento	Año de generación del residuo	Tiempo máximo de almacenamiento	No. de oficio de autorización	Fecha de oficio de autorización de prórroga	Modalidad de manejo	La salida del almacén o manejo del establecimiento									
		C	R	E	T	Te	Th	Tt	I	B	Mezcla	Estado físico																								
A1-J4	Aeites lubricantes usados										SI	L	3000	Ton/año	2018	376	Trazas de metales pesados	Almacén de RPs	300 t	1	7	TAM	2018	15 días	ND	ND	TRA	TRA								
A1-J4	Residuos disolventes empleados en el lavado de los equipos de proceso (usados)										SI	L	2300	Ton/año	2018	376	Plomo, cromo, cadmio, metanol, benceno, etanol	Almacén de RPs	2300 t	1	7	TAN	2018	15 días	ND	ND	TRA	TRA								
G	Adimentos que contengan :mercurio, cadmio o plomo										SI	L	1400	Ton/año	2018	376	Mercurio, cadmio, plomo	Manejo en el establecimiento	1400 t	1	7	TAM	2018	3 meses	ND	ND	TRA	TRA								
A1-J4	Recipientes plásticos contaminados										NO	S	3	Ton/año	2018	376	Residuos de plomo, cadmio, cromo.			3 t	2															
A1, K	Filtros de gasolina										NO	S	1	Ton/año	2018	376	Residuos de plomo	Transferencia (transporte)	1 t	2	7	BP	2018	4 meses	ND	ND	TRA	TRA								
A1-J4	Material Sólido imprgnado con aceite y otros residuos (trapos, estopas, etc)										NO	S	1.3	Ton/año	2018	376	Residuos que contengan trazas de plomo, cadmio, cromo			1.3 t	2															
A1, K	Residuos de anticongelante en recipientes plásticos sin usar.										NO	S	.500	Ton/año	2018	376	NO	Almacén de RPs	.500 t	2	7	CP	2018	3 mes	ND	ND	TRA	TRA								
A1, K	Acumuladores o baterías usadas										NO	s	.150	Ton/año	2018	376	Plomo, ácido sulfúrico			.150 t	2	7	BP	2018	5 mes	ND	ND	TRA	TRA							
G	Recipientes vacíos que contuvieron pintura base solvente o solventes										NO	s	13.7	Ton/año	2018	376	Metales pesados: plomo, cromo, cadmio			13.7 t	2	7	BP	2018	1 mes	ND	ND	TRA	TRA							



de gestión integral y de manejo dentro del mismo establecimiento. Debido a esta situación actual, la empresa contrata empresas externas para la disposición final de los residuos peligrosos, manteniéndolos almacenados por un corto periodo de tiempo dentro de un almacén, donde son confinados, hasta su transporte y disposición final de manera externa.

### 5.3.17 Formato 4.2 Transferencia de residuos peligrosos.

En el formato expuesto en la Tabla 44, referente a las condiciones en que se da la transferencia de los residuos peligrosos durante el proceso de producción de la empresa cerámica, productora de gres porcelánico, se registra los datos de las empresas prestadoras del servicio externo y la cantidad de residuos que se transfieren, así como el número de autorización, ya que dichas empresas deben de estar reguladas y aprobadas ante la autoridad mexicana.

**Tabla 44. 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	
Residuos de anticongelante en recipientes plásticos, Filtros usados en cabinas de esmalado y pintura., Residuos de disolventes orgánicos empleados en el lavado de los equipos de procesos.	Transporte		2242	CM Ecotecnología y Sistemas Empresariales SA de CV	09-I-25-16	México	CDMX	CDMX	Av. Tamaulipas No. 150 Int. 1301-B134 Colonia Condesa, Delegación Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06140	TRA
Acumuladores o baterías usadas, Trapos, estopas, impregnados con solvente pinturas base plomo o cromo, Lámparas fluorescentes fundidas, Aceites lubricantes usados, Material Sólido impregnado con aceite (trapos, estopas, etc)	Centros de acopio		2242	PRO Ambiente, S.A. de C.V.	19-ASEA-CA-RP-001-16	México	Nuevo León	Monterrey	Constitución 444, Centro, 64000	TRA
Recipientes vacíos que contuvieron pintura base solvente o solventes, Lodos generados en cabinas de esmalte y pintura. Residuos disolventes empleados en el lavado de los equipos de proceso	Empresa prestadora de servicios para el manejo de residuos peligrosos		2242	Sociedad Ecológica Mexicana del Norte, S.A. de C.V.	05-IV-39-16	México	Nuevo León	Monterrey	Av. del Acero 102 Parque Industrial Escobedo, N.L. 66062	TRA

**TRA.** Transferencia.

Se registra en el formato si los residuos peligrosos, se eliminan, se tratan o son dispuestos finalmente en algún relleno sanitario, administrado por las empresas prestadoras del servicio. Las empresas externas contratadas por la empresa cerámica realizan un almacenamiento temporal, como ya se mencionó en el anterior formato, para que al final, las empresas externas realicen una transferencia mediante

transporte especializado. Cabe destacar que tanto la empresa sometida a la investigación, como las empresas prestadoras de servicios externos de residuos peligrosos contienen restricciones sobre el uso de la información. Dada dicha confidencialidad, no se obtuvieron los datos precisos sobre cómo se da el manejo o tratamiento de los residuos al final de su transferencia.

### 5.3.18 Formato 4.3 Informe del manejo de residuos peligrosos de empresas prestadoras de servicios.

En el formato que se muestra en la Tabla 45, se registra el tipo de residuo generado a lo largo de la cadena de producción y de la jornada laboral en diferentes ámbitos y espacios dentro de la empresa fabricante de cerámica, así como el nombre o razón social de las diferentes empresas que prestan sus servicios externos a la industria cerámica.

**Tabla No 45. Informe del manejo de residuos peligrosos de empresas prestadoras de servicios.**

Actividad de la empresa	Modalidad de manejo autorizada	Nombre	# de registro	Clave de indentificación	C	R	E	T	Te	Th	Tt	I	B	Mezcla	Estado físico	Cantidad	Unidad	Sustancias RETC	Nombre o razón social	# de autorización	% de eliminación del RP	% de eliminación de sustancias RETC	Nombre y # de autorización de la empresa de destino final
ND	ND	Aeites lubricantes usados	ND	ND										SI	L	3000	Ton	Ton	CM Ecotecnología y Sistemas Empresariales SA de CV	09-I-25-16	ND	ND	PRO Ambiente, S.A. de C.V. 19-ASEA-CA-RP-001-16
ND	ND	Residuos disolventes empleados en el lavado de los equipos de proceso	ND	ND										SI	L	2300	Ton	Ton	CM Ecotecnología y Sistemas Empresariales SA de CV	09-I-25-16	ND	ND	PRO Ambiente, S.A. de C.V. 19-ASEA-CA-RP-001-16
ND	ND	Adimentos que contengan :mercurio,cadmio o plomo	ND	ND										SI	L	1400	Ton	SI	CM Ecotecnología y Sistemas Empresariales SA de CV	09-I-25-16	ND	ND	PRO Ambiente, S.A. de C.V. 19-ASEA-CA-RP-001-16
	ND	Recipientes plásticos contaminados	ND	ND										SI	S	3	Ton	SI	CM Ecotecnología y Sistemas Empresariales SA de CV	09-I-25-16	ND	ND	PRO Ambiente, S.A. de C.V. 19-ASEA-CA-RP-001-16
ND	ND	Filtros de gasolina	ND	ND										SI	S	1	Ton	SI	CM Ecotecnología y Sistemas Empresariales SA de CV	09-I-25-16	ND	ND	PRO Ambiente, S.A. de C.V. 19-ASEA-CA-RP-001-16
ND	ND	Material Sólido imprgnado con aceite (trapos, estopas,etc)	ND	ND										SI	S	1.3	Ton	SI	CM Ecotecnología y Sistemas Empresariales SA de CV	09-I-25-16	ND	ND	PRO Ambiente, S.A. de C.V. 19-ASEA-CA-RP-001-16
ND	ND	Residuos de anticongelante en recipientes plásticos	ND	ND										SI	L	.500	Ton	SI	CM Ecotecnología y Sistemas Empresariales SA de CV	09-I-25-16	ND	ND	PRO Ambiente, S.A. de C.V. 19-ASEA-CA-RP-001-16
ND	ND	Acumuladores o baterías usadas	ND	ND										SI	S	.150	Ton	SI	CM Ecotecnología y Sistemas Empresariales SA de CV	09-I-25-16	ND	ND	PRO Ambiente, S.A. de C.V. 19-ASEA-CA-RP-001-16

Continuación Tabla 45. Generación, almacenamiento y manejo por el propio generador de residuos peligrosos.																						
ND	ND	Recipientes vacíos que contuvieron pintura base solvente o solventes	ND	ND									SI	S	13.7	Ton	SI	CM Ecotecnología y Sistemas Empresariales SA de CV	09-I-25-16	ND	ND	PRO Ambiente, S.A. de C.V. 19-ASEA-CA-RP-001-16
ND	ND	Trapos, estopas, impregnados con solvente, pinturas base plomo o cromo	ND	ND									SI	S	1.4	Ton	SI	CM Ecotecnología y Sistemas Empresariales SA de CV	09-I-25-16	ND	ND	PRO Ambiente, S.A. de C.V. 19-ASEA-CA-RP-001-16
ND	ND	Filtros usados en cabinas de esmalado y pintura.	DN	ND									SI	S	.460	Ton	SI	CM Ecotecnología y Sistemas Empresariales SA de CV	09-I-25-16	ND	ND	PRO Ambiente, S.A. de C.V. 19-ASEA-CA-RP-001-16
ND	ND	Lodos generados en cabinas de esmalte y pintura.	ND	ND									SI	L	5	Ton	SI	CM Ecotecnología y Sistemas Empresariales SA de CV	09-I-25-16	ND	ND	PRO Ambiente, S.A. de C.V. 19-ASEA-CA-RP-001-16
ND	ND	Residuos de disolventes orgánicos empleados en el lavado de los equipos de procesos.	ND	ND									SI	L	1.2	Ton	SI	CM Ecotecnología y Sistemas Empresariales SA de CV	09-I-25-16	ND	ND	PRO Ambiente, S.A. de C.V. 19-ASEA-CA-RP-001-16
ND	ND	Lámparas fluorescentes fundidas	ND	ND									SI	S	.300	Ton	SI	CM Ecotecnología y Sistemas Empresariales SA de CV	09-I-25-16	ND	ND	PRO Ambiente, S.A. de C.V. 19-ASEA-CA-RP-001-16

ND. Información no disponible.

Dada la confidencialidad y restricción de la información, como ya se menciona en el formato anterior, no hay información específica sobre el manejo y porcentaje de reducción, eliminación, entre otras variables, de los residuos peligrosos que se van generando durante el proceso de fabricación y procesos auxiliares. Es por ello, que se agrega la conotación ND, a dichos datos.

Como ya se ha señalado, los residuos peligrosos generados por el establecimiento, son almacenados temporalmente y posteriormente transportados por empresas dedicadas al manejo de dichos residuos. Según datos recabados, la empresa no cuenta con un manejo de sus residuos dentro del mismo establecimiento. Es por ello que los datos que se registran en este formato son proporcionados por las empresas contratadas por el establecimiento, como su número de autorización, razón social y el tipo de residuos peligrosos que está transportando y manejando, generados dentro del establecimiento al cual presta sus servicios. Durante el llenado de este formato se utiliza la conotación ND, ya que la información es estrictamente confidencial y es proporcionada directamente por las empresas prestadoras del servicio, como ya se menciona.

**5.3.19 Formato 4.4 Seguimiento de las actividades de los planes de manejo de residuos peligrosos.**

En este formato la empresa cerámica registra las actividades que implementa para minimizar o valorizar sus residuos peligrosos, registrando sus avances e indicadores de cumplimiento a sus propias metas. Este formato se muestra a continuación en la Tabla 46.

**Tabla 46. Seguimiento de las actividades de los planes de manejo de residuos peligrosos.**

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
Aeites lubricantes usados	Identificación de las fuentes de generación de los RP generados, , clasificación y segregación de los Residuos Peligrosos.	Debido a que no todos los residuos generados deben ser sometidos al mismo método de tratamiento y/o disposición, éstos son clasificados y segregados de acuerdo a sus características fisicoquímicas, a las posibles reacciones de incompatibilidad que pueden ocurrir en caso de mezcla, y al método de tratamiento o disposición final que será aplicado.  Comprende el conjunto de operaciones que incluyen la identificación, separación, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos. Las etapas propuestas para el plan de manejo de RP.	El control de los Residuos Peligrosos.	Minimización del residuo tóxico, reducción del número de envases, latas, contenedores, toneladas de desechos etc., con respecto a la generación del año anterior	75%	SI	La actividad o recomendación fue atendida o realizada en el periodo establecido en el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos.  Los equipos integrados se encargan de la verificación al implementar cada una de las actividades en el plan de manejo.
Residuos disolventes empleados en el lavado de los equipos de proceso							
Adimentos que contengan :mercurio,cadmio o plomo							
Recipientes plásticos contaminados							
Filtros de gasolina							
Material Sólido imprgnado con aceite (trapos, estopas,etc)							
Residuos de anticongelante en recipientes plásticos							

Continuación de la Tabla 46. Seguimiento de las actividades de los planes de manejo de residuos peligrosos.

	Etiquetar, recoger, transportar temporalmente los RP	<p>Se determina, en la forma más precisa posible, si un residuo químico es un material peligroso o no de acuerdo con lo indicado en la NOM-052- SEMARNAT-2005.</p> <p>Se Maneja en forma separada los residuos peligrosos que sean incompatibles</p> <p>En ningún caso se manipulan envases de residuos en los sin la supervisión del técnico de laboratorio.</p> <p>La manipulación de los RP se realiza entre dos personas como mínimo.</p>	El control de los Residuos Peligrosos	Minimización del residuo tóxico, reducción del número de envases, latas, contenedores, toneladas de desechos etc., con respecto a la generación del año anterior	60%	SI	<p>La actividad o recomendación fue atendida o realizada en el periodo establecido en el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos.</p> <p>Los equipos integrados se encargan de la verificación al implementar cada una de las actividades en el plan de manejo.</p>
Recipintes vacios que contuvieron pintura bas solvente o solventes.	Almacenaje temporal de RP	El vertido de los residuos a los contenedores correspondientes en el sitio de generación se realiza de una forma lenta y controlada, y es llevada a cabo por el propio generador. Es indispensable el uso de equipo de protección personal en función del tipo de RP (lentes de seguridad, guantes, respirador de media cara y bata, por ejemplo).	El control de los Residuos Peligrosos	Entregas/Recepciones	67%	SI	<p>La actividad o recomendación fue atendida o realizada en el periodo establecido en el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos.</p> <p>Los equipos integrados se encargan de la verificación al implementar cada una de las actividades en el plan de manejo.</p>
Trapos,estopas,impregnados con solvente , pinturas base plomo o cromo							
Filtros usados en cabinas de esmalado y pintura.							
Lodos gnerados en cabinas de esmalte y pintura.	Transporte y disposición final	La empresa elegida con los permisos emitidos realiza el transporte de RP y permisos de la SEMARNAT para operar como un sitio de disposición final.	El control de los Residuos Peligrosos y Tratamientos In Situ	Entregas/Recepciones	78%	SI	<p>La actividad o recomendación fue atendida o realizada en el periodo establecido en el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos.</p> <p>Los equipos integrados se encargan de la verificación al implementar cada una de las actividades en el plan de manejo.</p>
Residuos de disolventes orgánicos empleados en el lavado de los equipos de procesos.							
Lámparas fluorescentes fundidas							



Dentro de la temática de los residuos peligrosos, la empresa productora de gres porcelánico tiene como metas un correcto control interno de los residuos peligrosos y el lograr incluir los tratamientos in situ la medida de lo posible y con congruencia a la normatividad mexicana. Por lo que realiza ciertas actividades encaminadas a una correcta gestión integral y manejo de los residuos peligrosos generados en el establecimiento. Estas actividades, son justificadas en este formato, asentando de igual forma su avance y nivel de atención por parte de los equipos de trabajo que la empresa ha designado para ello, en las cuales incluye un almacenamiento temporal, una correcta identificación de los residuos que son generados durante el ciclo de vida del producto y su transferencia mediante las empresas externas dedicadas al manejo de los residuos peligrosos. Se enfoca principalmente en reducir la cantidad que se genera a lo largo de un año, y a mejorar la identificación y clasificación de los residuos, así como a la capacitación de los empleados entorno a esta problemática ambiental, y como pueden aportar a una optimización y mejora continua del establecimiento.

La empresa cerámica, de acuerdo con lo recopilado en esta tabla, tiene una eficiencia promediada del 90.5% referente a las actividades actuales que está implementando, sin embargo, la empresa trabaja en metas a largo plazo como el integrar actividades, capacitación para poder incluir un manejo in situ de sus residuos, para mitigar su impacto ambiental, y aprovechar algunos otros, para evaluar la posibilidad de reincorporar ciertos residuos al proceso, como los lodos acuosos.

### 5.3.20 Formato 4.5 Tratamiento de suelos contaminados.

El formato que se muestra en la Tabla 47, es referente al tratamiento de suelos contaminados no aplica para la empresa productora de gres porcelánico, dado que no reporta ningún tipo de contaminación al suelo.

**Tabla 47. Tratamiento de suelos contaminados. .**

Responsable de la contaminación		Ubicación del sitio contaminado		Modalidad del tratamiento	Clave del suelo a tratar	Suelo tratado			Datos del transportista		Datos del destino final				
Nombre	Número de autorización	Edo.	Mpo.			Superficie en m <sup>2</sup>	Volumen en m <sup>3</sup>	Peso (ton)	Nombre	Número de autorización	Nombre	Número de autorización			
NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA									
					NA	NA									
					NA	NA									
					NA	NA									
				NA	NA	NA									
					NA	NA									
					NA	NA									
					NA	NA									
				NA	NA	NA						NA		NA	
					NA	NA						NA		NA	
					NA	NA						NA		NA	
					NA	NA						NA		NA	

**5.3.21 Formato 5.1 Uso, producción y/o comercialización de sustancias RETC en el establecimiento.**

El formato mostrado en la Tabla 48, es referente a las sustancias RETC, que son empleadas dentro del proceso de producción de gres porcelánico esmaltado.

**Tabla No 48. 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 # CAS	% peso de la sustancia		
Sustancias usadas en proceso	Uso directo	Gas natural	CM	Metano	74-82-8	97	120,691,271	m <sup>3</sup>
		Esmaltes	MP	Cromo	7440-47-3	100	45	ton
			CM	Compuestos de cromo	7440-47-3	100	32	ton
	Uso indirecto	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Sustancias producidas		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Otros usos		Calefacción	SA	Hidrofluorocarbonos	NA	100	ND	ND

La empresa productora de gres porcelánico no es una empresa que produzca sustancias RETC para su comercialización. Por otro lado, si utiliza sustancias sujetas a reporte. Por lo que el establecimiento registra en este formato las sustancias utilizadas., tal es el caso del gas natural, que se compone de metano (CH<sub>4</sub>) el cual esta enlistado dentro de las sustancias RETC, y es utilizado durante los puntos D1, E1, F1, H y N puntualizados dentro del diagrama de proceso, así también el cromo y compuestos de cromo, utilizado en la elaboración de algunos pigmentos y esmaltado de las piezas de gres porcelánico. De igual manera la empresa registra el número CAS de cada sustancia.

Dentro de otros usos la empresa registra el uso de la calefacción, como contenedor de sustancia RETC, como lo son los hidrofluorocarbonos y que son emitidos durante su uso dentro de los servicios auxiliares del establecimiento. En el caso particular de los hidrofluorocarbonos no se registra el número CAS, ya que no está disponible el dato. Pero se aclara que se encuentran en la lista de sustancias sujetas a reporte RETC de acuerdo con la norma mexicana NOM-165-SEMARNAT-2013, la cual enlista dichas sustancias.

Cabe señalar de nueva cuenta que algunos datos no están disponibles por la confidencialidad de la empresa cerámica.

5.3.22 Formato 5.2 Emisiones y transferencias de sustancias RETC por operación normal y eventos programados o no programados.

Tabla 49. 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 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
Normal	Emisión a:	Aire	NA	CO <sub>2</sub>	124-38-9	PP,SAX	288,791	T/año	DH	ND	ND	ND	PRO Ambiente, S.A. de C.V.	19-ASEA-CA-RP-001-16	DF	MEXICO	Constitución 444, Centro, 64000
				NO <sub>2</sub>	10102 44-0		6440	T/año	DH								
		Gas natural	NA	CH <sub>4</sub>	74-82-8	PP,SAX	108,544.47	Ton/año	DH								
				Agua	Esmaltes	Compuestos de cromo	ND	MN,PP, EPR	139,641								
		Compuestos de plomo	ND			473,360	Kg/año		DH								
		Suelo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA								
	NA			NA	NA		NA	NA									
	Transferencia a:	Reutilización	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA								
				NA	NA	NA	NA	NA									
		Reciclado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA								
				NA	NA	NA	NA	NA									
		Coprocesamiento	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA								
				NA	NA	NA	NA	NA									
			NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA								
				NA	NA	NA	NA	NA									
		Tratamiento	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA								
		Incineración	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA								
		Disposición final	Material sólido impregnado residuos peligrosos.	Trazas de plomo, cadmio, cromo.	ND	PP,EPR, MN	1.3	T/año	DH								
		Alcantarillado	Esmaltes	Compuestos de cromo	ND	MN,PP	288,791	Ton/año	DH								
				Compuestos de plomo			294	Ton/año	DH								
Otra (especificar)		NA	NA	ND	NA	NA	NA	NA									

ND. No disponible. PP. Durante el Proceso Productivo. SAX. Servicios Auxiliares. MN. Mantenimiento. EPR. Eventos Programados. NA. No Aplica. DF. Disposición Final.

Como generador de residuos peligrosos, la empresa cerámica, deberá de estar en congruencia con lo dictado por la normatividad mexicana. En específico para este apartado, con referente a las sustancias sujetas a reporte RETC. En este formato mostrado en la Tabla 49, la empresa registra los residuos generados durante un año, que contengan sustancias RETC, tanto a lo largo de una operación normal, durante el año, así como el registro de las sustancias RETC emitida, o que genere residuos peligrosos a partir de un evento no programado. En el caso de la empresa fabricante de gres porcelánico, durante el año a reportar, se dio un evento no programado, a consecuencia de la falta de un mantenimiento correctivo en el horno. Este evento no programado, emitió a la atmósfera CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, gases de efecto invernadero, durante aproximadamente 4 horas, acompañado de un incendio menor, quemando el gas de manera “controlada”.

La empresa registra en este formato el número CAS de las sustancias que están sujetas al reporte RETC, así como la cantidad emitida de manera anual, ya sea al aire, agua o suelo, así como el método de estimación, el cual depende de cada empresa con base en sus metodologías y datos disponibles documentados durante el año anterior a la elaboración de la Cédula de operación anual.

Se observó que la empresa productora de gres porcelánico o baldosa cerámica no registra en este punto, ciertos contaminantes que contienen sustancias RETC, los cuales son registrados en la tabla de emisiones anuales a la atmósfera.

5.3.23 Formato 5.3 Información específica sobre el manejo y/o disposición final de residuos peligrosos o de tratamiento de aguas residuales que contengan sustancias RETC.

Tabla 50. 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		Cantidas anual recibida	
		Nombre	Numero de registro		Nombre	% en peso de la sustancia	Cantidad	Unidad
Residuos peligrosos	09-I-25-16	Empresa Cerámica	103-26A	Aeites lubricantes usados	Residuos de plomo, cromo.	.3	3000	T
		Empresa Cerámica	103-26A	Residuos disolventes empleados en el lavado de los equipos de proceso	Plomo,cromo,cadmio, metanol, benceno, etanol	.2	2300	T
		Empresa Cerámica	103-26A	Adimentos que contengan :mercurio,cadmio o plomo	Mercurio, cadmio,plomo	.5	1400	T
		Empresa Cerámica	103-26A	Recipientes plásticos contaminados	Residuos de plomo, cadmio, cromo.	.3	3	T
		Empresa Cerámica	103-26A	Material Sólido imprgnado con aceite y otros residuos (trapos, estopas,etc)	Trazas de plomo, cadmio, cromo	.3	1.3	T
		Empresa Cerámica	103-26A	Acumuladores o baterías usadas	Plomo, acido sulfúrico	.2	.300	T
		Empresa Cerámica	103-26A	Recipintes vacios que contuvieron pintura bas solvente o solventes	Metales pesados: plomo,cromo,cadmio	.4	13.7	T

Continuación de la Tabla 50. Manejo y/o disposición de los residuos peligrosos o de tratamiento de aguas residuales que contengan sustancias RETC.								
		Empresa Cerámica	103-26A	Trapos,estopas,impregnados con solvente , pinturas base plomo o cromo	Metales pesados:plomo,cromo,cadmio	.2	1.4	T
		Empresa Cerámica	103-26A	Filtros usados en cabinas de esmalado y pintura.	Residuos de Metales pesados: plomo, cadmio, cromo	.2	.460	T
		Empresa Cerámica	103-26A	Lodos gnerados en cabinas de esmalte y pintura	Metales pesados de los pigmentos: cadmio,plomo,cromo, COVS.	.5	5	T
		Empresa Cerámica	103-26A	Lámparas fluorescents fundidas	Mercurio elemental	.4	.300	T
Aguas residuales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
					NA	NA	NA	NA

La empresa fabricante de gres porcelánico, tiene por obligación, de acuerdo con el instructivo para la elaboración de la Cédula registrar los datos de las empresas que le prestan servicios externos en tema del manejo de los residuos peligrosos, tal como nombre, número de registro, (el cual debe de estar dado de alta por la autoridad mexicana, éste registro lo otorga la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), el tipo de residuos que se transfieren y cantidad, que deben ser registrados dentro del formato mostrado en la Tabla 50, referente al manejo de los residuos peligrosos del establecimiento.

El apartado sobre la información del manejo de aguas residuales de acuerdo con los datos de la empresa no aplica, debido a que las aguas residuales de la empresa no tienen un manejo integral, y ninguna empresa exterior está registrada en sus proveedores de este tipo de servicios. El agua residual va directo al alcantarillado municipal, con base en los datos recabados. E

5.3.24 Formato 5.4 Acciones de prevención realizadas en la fuente.

Tabla 51. Acciones de prevención realizadas en la fuente.

Punto del diagrama en el que se realizó la acción de prevención	Aspecto en el que impacto la acción	Material o residuo objetivo de la acción	Identificación de sustancias listadas		Nivel original de la emisión, descarga o transferencia	Unidad ed medida del nivel original	Accion preventiva realizada	Temporalidad	Nivel alcanzado	Unidad de medida del nivel alcanzado	Resultado alcanzado en el proceso
			Nombre	Clave o No. CAS							
A1-J4	TRP	Aeites lubricantes usados.	Cromo.	7440-47-3	3000	Ton	DF	Definitiva	98	%	DGTR
			Plomo	7439-92-1							
			Cadmio	7440-43-9							
		Residuos disolventes empleados en el lavado de los equipos de proceso (usados)	Plomo	7439-92-1	2300	Ton					
			Hidrocarburos	64742-49-0							
			Acetona	67-64-1							
		Recipientes plásticos contaminados.	Propanol	67-63-0	3	Ton	DF	Definitiva	97	%	DGTR
			Destilados de petróleo	64742-47-8							
			Solventes parafínicos	64742-55-8							
			Destilados (petróleo), fracción parafínica pesada desparafinada con disolvente	64742-65-0							
		Filtros de gasolina Acumuladores o baterías usadas.	Plomo	7439-92-1	.300	Ton	DF	Definitiva	93	%	DGTR
			Destilaos de petróleo	64742-47-8							
			Solventes parafínicos	64742-55-8							
			Combustibles, motor diesel	68476-34-6							
		Material Sólido impregnado con aceite y otros residuos (trapos, estopas, impregnados)	Destilaos de petróleo	64742-47-8	1.3	Ton	DF	Deinitiva	91	%	DGTR
			Plomo	7439-92-1							

		con solvente , pinturas base plomo o cromo)	Cromo	7440-47-3								
Continuación de la Tabla 51. Acciones de prevención realizadas en la fuente.												
G-G2	TRP	Adimentos que contengan :mercurio,cadmio o plomo. Recipientes vacios que contuvieron pintura base solvente o solventes Filtros usados en cabinas de esmalado y pintura.	Cadmio	7440-43-9	1400 +13.7	Ton	DF	Definitiva	94	%	DGTR	
			Plomo	7439-92-1								
			Mercurio	7439-92-1								
			Bario	7440-39-3								
			Lodos gnerados en cabinas de esmalte y pintura.	Solventes	1330-20-7	5	Ton	DF	Definitiva	94	%	DGTR /DEAG
				Cromo	7440-47-3							
				Plomo	7439-92-1							
				Cadmio	7440-43-9							
D1,H F1,G	EAI	Gases (CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> ) Particulas	CO <sub>2</sub>	124-38-9	288,791	Ton	DF	Definitiva	95	%	DEAR	
			No <sub>2</sub>	10102-44-0	294							
			CH <sub>4</sub>	74-82-8	108,544.47							
C1,D1,G,I3,N	EAG	Cromo,plomo,sólidos suspendidos,sulfatos,fluoruro s,boro, aluminio, cadmio, ,	Cromo	7440-47-3	139,641	Kg/año	DF	Definitiva	97	%	DEAR/DEAG	
			Plomo	7439-92-1	473,360							
			Cadmio	7440-43-9	34789							
	EAG	grasas y aceites, detergentes, otros.	Destilaos de petróleo	64742-47-8	.500							
			Acido 2,4 diclorofenoxiacetico (2, 4-D) Otros.	94-75-7								



**TRP.** Transferencia de residuos peligrosos. **EAI.** Emisión de contaminantes al aire. **EAG.** Emisión de contaminantes al agua. **DF.** Disposición final. **DEFINITIVA.** Temporalidad en la que se aplica. **DGTR.** Disminución de la generación y o transferencia de residuos peligrosos. **DEAG.** Disminución de la emisión al agua. **DEAR.** Disminución de la emisión al aire.

En éste formato que se muestra en la Tabla 51, la empresa productora de gres porcelánico reporta todas las acciones que realizó durante el año en materia de prevención y el área de aplicación de dichas actividades. Describe y registra éstas actividades y el tipo de acción ya sea reducción, reciclaje, obtención de energía, tratamiento, control, disposición final, o en todo caso, el formato le pide especificar alguna otra actividad que no esté enlistada en las opciones.

Se registra cada actividad realizada, en que aspecto impacta y sobre que tipo de residuo se efectúa dichas actividades. Así como las cantidades emitidas o descargadas, su nivel de alcance y resultados de cada actividad de prevención. En el caso específico de la empresa fabricante de gres porcelánico, realiza la actividad enlistada como Disposición final, la cual la realiza a través de los servicios de empresas externas, anteriormente especificadas en los demás formatos referentes al manejo de los residuos peligrosos generados por el mismo establecimiento. La empresa no cuenta con un manejo integral de sus residuos dentro del mismo establecimiento.

### 5.3.25 Formato 6 Registro de Emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero.

**Tabla 52. Registro de Emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero.**

	Bióxido de carbono	Metano	Oxido nitroso	Carbono negro u hollin	Clorofluorocarbonos	Hydroclorofluorocarbonos	Perfluorocarbonos	Hexafluoruro de azufre	Trifluoruro de nitrógeno	Hydrofluorocarbonos	Eteres halogenados	Halocarbono
	CO <sub>2</sub>	CH <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	288,791	108,544.47	294									
B. Emisiones directas provenientes de fuentes móviles	9	9	10									
C. Emisiones directas provenientes de procesos industriales a actividades comerciales y servicios	288,791	108,544.47	294	NA	NA	136	NA	NA	NA	NA	NA	NA
D. Emisiones directas provenientes de fugas en el Sector Energía	NA	NA										
E. Emisiones directas provenientes de actividades agropecuarias	NA	NA	NA									
2.- Emisiones Indirectas (t CO <sub>2</sub> e)												
F. Emisiones Indirectas provenientes del consumo de energía eléctrica	NA											
G. Emisiones Indirectas provenientes del consumo de energía térmica	NA											
Total, de emisiones (tCO <sub>2</sub> e)	288,800	108,553.47	598	NA	NA	136	NA	NA	NA	NA	NA	NA

El último formato a registrar por parte de la empresa cerámica, y que se muestra en la Tabla 52 de éste documento, refiere a las emisiones directas e indirectas de gases o compuestos de efecto invernadero, en donde las emisiones directas de acuerdo con el artículo 2, Fracción IV del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones, son aquellas que se generan en los procesos y actividades dentro del establecimiento, que son emitidas de fuentes fijas y móviles qde su propiedad.

Por otro lado, las emisiones indirectas de acuerdo con Fracción V del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia de Registro de Emisiones, son las generadas fuera del establecimiento consecuencia de su consumo de energía eléctrica y térmica.

La empresa cerámica dado su confidencialidad, omite algunos datos de acuerdo a lo recabado durante la investigación.

## **5.4 No cumplimientos que se identificaron en materia normativa, en los que la empresa productora de gres porcelánico incurre.**

### **5.4.1 No cumplimientos con respecto a emisiones atmosféricas.**

Operan sin bitácoras de mantenimiento y en algunos puntos dentro del proceso de producción, algunos compuestos como los NOX, dentro de los valores monitoreados por parte del establecimiento, tienen ciertos picos altos que llegan al límite máximo permisible, y en relación a emisión de partículas suspendidas en uno de los monitoreos que se hicieron durante un periodo de un año, se observa un pico, por encima de lo autorizado; En éste punto aplicaría la PROFEPA multas hasta por 50 mil días de salarios mínimos por cada violación a la Ley.

En la tabla 53, así como en la tabla N°54, extraídas ambas del formato explicado en la página 111, del mismo documento relacionado a los monitoreos de los parámetros normados y específicos, se muestran estos incumplimientos a la norma NOM-085-SEMARNAT-2011, que establece los límites máximos permisibles para los SOx, NOx, CO, entre otros gases de los equipos de combustión, así como a la norma NO-049-SEMARNAT-1993, con relación a máximos permisibles de emisión de partículas suspendidas.

**Tabla 53. Incumplimientos del establecimiento con relación al monitoreo de los parámetros normados en tema de emisión de contaminantes atmosféricos.**

Gases	Parámetro Normado	Valor máximo permisible		Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3	Monitoreo 4	Unidad
CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	550	ppm	390	309	408	446	ppm
	NO <sub>x</sub>	110	ppm	108	110	118	125	ppm
	CO	400	ppm	180	200	210	200	ppm

Elaboración propia.

**Tabla 54. Incumplimientos del establecimiento con relación a emisión de partículas.**

Parámetro Normado	Valor máximo permisible		Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3	Monitoreo 4	Unidad
Partículas	60	mg/m <sup>3</sup>	54	52	61	53	mg/m <sup>3</sup>

Elaboración propia.

#### **5.4.2 No cumplimientos respecto a la generación de Residuos Peligrosos.**

Durante esta investigación, y a lo largo del análisis del proceso de producción del gres porcelánico, se elaboró una trazabilidad general de los residuos generados dentro del establecimiento productor cerámico. En la Tabla 55 se resume este análisis de datos del proceso de producción de un gres porcelánico.

**Tabla 55. Trazabilidad de los residuos generados durante el proceso de producción de un gres porcelánico.**

GENERACIÓN	TIPO DE RESIDUO	ALMACENAMIENTO MANEJO	TRATAMIENTO	DISPOCICIÓN FINAL
Extracción, Almacenamiento.	Residuos derivados del mantenimiento de la maquinaria utilizada como: Filtros de gasolina, Acumuladores o baterías usadas, Aceites lubricantes usados, entre otros.	El establecimiento productor de cerámica, una vez producido el residuo, se clasifica en peligroso, sólido o de manejo especial. En especial los residuos peligrosos se almacenan de manera aislada. Se etiquetan los residuos para su identificación con las etiquetas con base en la legislación mexicana vigente.	El establecimiento industrial no tiene al momento ningún tratamiento específico, para los residuos generados. Sin embargo, éstos son clasificados de acuerdo con la legislación vigente mexicana. En caso de ser residuos peligrosos se clasifican de acuerdo con el código CRETIB.	Los residuos generados dentro del proceso de producción del gres porcelánico son gestionados y dispuestos finalmente a través de una empresa externa al establecimiento, la cual está certificada, la cual les dará el tratamiento que conlleven sus procedimientos particulares.
Molienda, Trituración y pulverización	Recipientes plásticos contaminados, Material Sólido impregnado con aceite, Recipientes vacíos que contuvieron pintura base solvente o solventes.	Los residuos considerados como peligrosos de acuerdo con la clasificación del establecimiento con base en el código CRETIB, son almacenados con forme a la legislación ambiental mexicana, Las aguas residuales con contenidos de residuos de arcilla, esmaltes, que contienen trazas de metales pesados, van al alcantarillado.		
Atomización, prensado, secado. Esmaltado y decorado.	Recipientes plásticos contaminados, Material Sólido impregnado con aceite, Recipientes vacíos que contuvieron pintura base solvente o solventes, Trapos, estopas, impregnados con solvente, pinturas base plomo o cromo, Agua residual derivados del proceso de esmaltado y del lavado de maquinaria con material arcilloso, pudiendo contener metales pesados, entre otras sustancias empleadas durante el proceso.			

Continuación de la Tabla 55. Trazabilidad de los residuos generados durante el proceso de producción de un gres porcelánico.				
Horneado Enfriamiento	Recipientes plásticos contaminados, Material Sólido impregnado con aceite, Recipientes vacíos que contuvieron pintura base solvente o solventes	Se almacenan por un periodo de tiempo determinado para su posterior tratamiento o disposición final. Se almacenan bajo condiciones específicas de las normas mexicanas vigentes.		
Pulido y Rectificado	Agua residual con trazas de plomo, esmaltes entre otras sustancias. Rotura cocida y material arcilloso. Recipientes plásticos contaminados, Material Sólido impregnado con aceite, Recipientes vacíos que contuvieron pintura base solvente o solventes.	Se almacenan por un periodo de tiempo determinado para su posterior tratamiento o disposición final. Se almacenan bajo condiciones específicas de las normas mexicanas vigentes.		
Selección y Empaque	Plásticos utilizados en empaque, cartón y otros residuos sólidos.	Si el residuo no presenta algún tipo de contaminación, se clasifican como residuos sólidos, siendo almacenados aislados de los residuos peligrosos,	No hay un tratamiento específico para este tipo de residuos por parte del establecimiento industrial.	

Elaboración propia.

Relacionado a la generación de residuos peligrosos, se observó un manejo inadecuado de estos residuos, dónde son envasados y etiquetados inadecuadamente.

Además, se observó una omisión en el cumplimiento al artículo 45 y 46 de la LGPGIR (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos peligrosos), fracciones I, III, IV y V del reglamento.

Por su parte, el establecimiento no pudo demostrar durante una visita de inspección a cargo de la PROFEPA, el adecuado manejo y el correcto almacenamiento temporal de los residuos peligrosos que genera con motivo de sus actividades productivas. Y que se observó que el almacenamiento temporal de los residuos

peligrosos, supero los seis meses que dictamina la LGPGIR (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos peligrosos) como límite, en su artículo 56.

#### **5.4.3 No cumplimientos respecto a la descarga de aguas residuales.**

El establecimiento por carecer de una planta tratadora de aguas residuales se identificó que transfiere sus descargas directamente al alcantarillado y a un pozo de absorción, por lo que la empresa es susceptible a una clausura de sus descargas para evitar el potencial impacto y daño ambiental.

### **5.5 Recomendaciones derivadas del análisis del proceso de producción de un gres porcelánico mediante la aplicación de la cédula de operación anual.**

En este rubro se generaron recomendaciones, que buscan un control de los aspectos ambientales del establecimiento productor de cerámica, con el objetivo de que se cumpla con la legislación mexicana en materia ambiental con respecto a los temas que aborda la Cédula de Operación Anual en cuanto a emisiones atmosféricas, generación de residuos peligrosos, descarga de aguas residuales e impacto al suelo. Es así entonces que se establecen controles, los cuales aportarán a la gestión ambiental de la empresa, los cuales son descritos a continuación a grandes rasgos.

#### **5.5.1 Medidas de Mitigación y / o correctivas recomendadas para el establecimiento productor de cerámica.**

##### **5.5.1.1 Emisiones Atmosféricas.**

En la temática relacionada al impacto relacionado a las emisiones atmosféricas: Se recomienda en primera instancia, el uso de bitácoras de mantenimiento, para tener un mejor control sobre los eventos programados, para así establecer controles más estrictos y establecer los mantenimientos preventivos y correctivos necesarios a la maquinaria, para mantener una buena eficiencia reduciendo las emisiones. En el apartado de emisiones atmosféricas, se **encomienda** que todas aquellas

operaciones referentes a la trituración de materia prima o subproductos de alguna etapa secundaria del proceso de producción se realice con equipo adecuado para recolectar partículas que se pudieran generar.

En caso de que no se cuente con la posibilidad de trabajar este tipo de operaciones con equipo recolector se aconseja que el material polvoriento se mantenga húmedo mediante aspersión de agua, de tal forma que solo se mantenga húmeda la superficie del material.

En punto donde se generan NOx se sugiere invertir en la compra de tecnologías disponibles como la reducción catalítica selectiva y reducción selectiva no catalítica. Se deberán además de programar mantenimientos preventivos y correctivos, así como permanentemente supervisar las condiciones de operación de los equipos, ya que variables como el exceso de aire y la temperatura de los gases de escape en la eficiencia de la combustión inciden en el aumento de material particulado (Metro Gas, 2021).

En la etapa de almacenaje de la materia prima es necesario que la altura de apilado de la materia prima como las arcillas y los minerales, sea reducida para que la superficie expuesta a la acción del viento sea menor. Se recomienda humedecer el material para evitar en medida el levantamiento de polvo.

Referente a emisiones provenientes del proceso de atomización, es indispensable la instalación de filtros de mangas, filtros de laminas y separadores de partículas vía húmeda, como un equipo de control adicional a los que ya se tienen instalados.

#### **5.5.1.2 Descarga de Aguas Residuales.**

Los residuos de producción son principalmente lodos acuosos, provenientes de los trabajos de limpieza y mantenimiento de los equipos, así como de las “fugas” de material sólido (material granulado) y de agua utilizada en el proceso que como ya se puntualizó anteriormente, contienen incorporadas sustancias peligrosas por su naturaleza química, como son, trazas de cromo, plomo, cadmio, entre otras ya antes mencionadas.





Por lo que es requisito obligatorio la gestión integral de una planta tratadora de aguas residuales. Así como también la reincorporación en la medida de lo posible, de la mayoría del porcentaje de lodos generados. Se debe de considerar como requisito y revisión de materia prima el uso de esmaltes convencionales libres de plomo o sustancias químicas peligrosas, como el evitar en la medida de lo posible los pigmentos que contengan como base cromo, plomo, entre otras sustancias.

## 5.5.2 Gestión Integral de los Residuos Peligrosos del establecimiento.

### 5.5.2.1 Generación de Residuos Peligrosos.

En los problemas que se detectaron en materia de residuos peligrosos es requisito que se verifiquen las medidas para una correcta identificación, clasificación, señalamiento y almacenamiento correcto, con un estricto seguimiento a estas actividades. En la figura 31, se muestra el ejemplo de una etiqueta de almacenamiento de residuos peligrosos para los establecimientos generadores.

		<b>RESIDUO PELIGROSO</b>	
Nombre del Generador:		NOMBRE:	
Nombre del Destinatario: RECSA S.A. DE C.V. Domicilio: Carretera México-Pachuca Km 42.5 Int 6, San Pedro Pochahuacan, Teacimac, Estado de México, C.P. 55744		UN: CLASE:	
FECHA DE GENERACIÓN DEL RESIDUO: _____ FECHA DE INGRESO A LA PLANTA: _____		ID INTERNA:	
<b>PICTOGRAMAS</b> 			
<b>DURANTE SU MANEJO EMERGENCIA, USE EL SIGUIENTE EQUIPO DE SEGURIDAD:</b> <input type="checkbox"/> TRAJE TYVEK <input type="checkbox"/> BOTAS DE SEGURIDAD <input type="checkbox"/> CASCO PROTECTOR <input type="checkbox"/> MASCARILLA CUBREBOCA <input type="checkbox"/> GOGLES DE SEGURIDAD <input type="checkbox"/> RESPIRADOR CON FILTRO <input type="checkbox"/> CARETA DE SEGURIDAD <input type="checkbox"/> DELANTAL DE SEGURIDAD <input type="checkbox"/> GUANTES DE SEGURIDAD <input type="checkbox"/> EQUIPO AUTONOMO		<input type="checkbox"/> CORROSIVO <input type="checkbox"/> LIQUIDO INFLAMABLE <input type="checkbox"/> REACTIVO <input type="checkbox"/> NO PELIGROSO <input type="checkbox"/> INFLMABLE <input type="checkbox"/> VACIO <input type="checkbox"/> TÓXICO <input type="checkbox"/> CONTENIA <input type="checkbox"/> OTRO ESPECIFIQUE	

**Figura 31. Etiqueta de identificación de residuo peligroso en establecimientos generadores.**

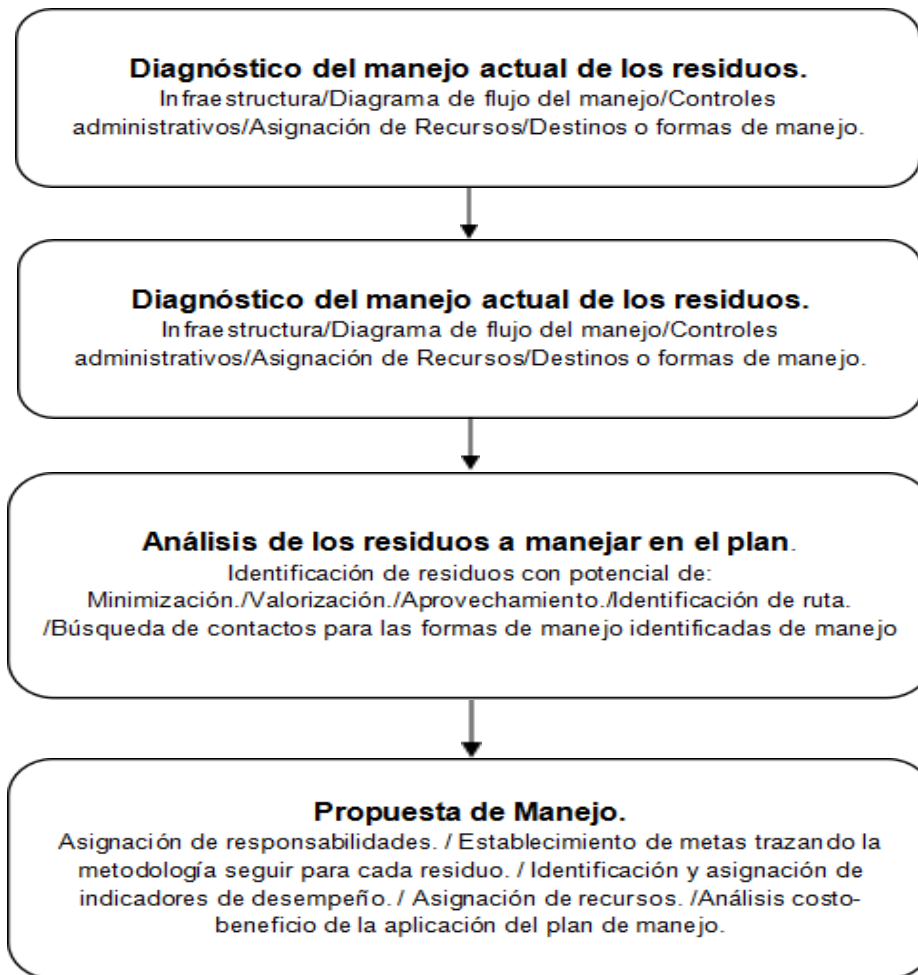
Fuente: Eco Limpio Servicios Ambientales., 2021.

Debe de considerarse como requisito obligatorio, una actualización al plan de manejo integral de residuos peligrosos, así como la gestión de la integración de actividades dentro del plan, para que el establecimiento pueda manejar de manera correcta sus residuos peligrosos, así como buscar estrategias de reincorporación de los residuos propios del proceso, como lo es el caso de la rotura cruda, que consiste en las piezas que aún no pasan por un proceso de cocción, y la rotura cocida, una vez ésta paso ya por dicho proceso, para que pueda ser reincorporada como materia prima.

#### **5.5.2.2 Implementación de un plan de manejo ambiental.**

Del análisis de este rubro de la empresa cerámica, se debe de tomar en cuenta la implementación o actualización y gestión de algunos controles ambientales, que busquen mitigar y/o reducir los efectos negativos de los impactos ambientales, para dar cumplimiento al mismo tiempo de la normatividad, evitando sanciones por parte de la autoridad mexicana, ya sea por parte de PROFEPA o SEMARNAT.

Como parte de los controles ambientales se recomienda que cumpla con el trámite del instrumento “Plan de Manejo Ambiental”, dónde se construya un plan apegado a la normatividad de la LGPGIR, con el objetivo de tener un panorama de la gestión de los residuos para su valorización. Mediante propuestas de manejo eficientes que minimicen la generación de los residuos y se priorice, dicha valorización. Derivado del diagnóstico general del proceso productivo que se presentó en esta investigación. En la figura 32 Se expone a grandes rasgos la elaboración de un plan de manejo ambiental.

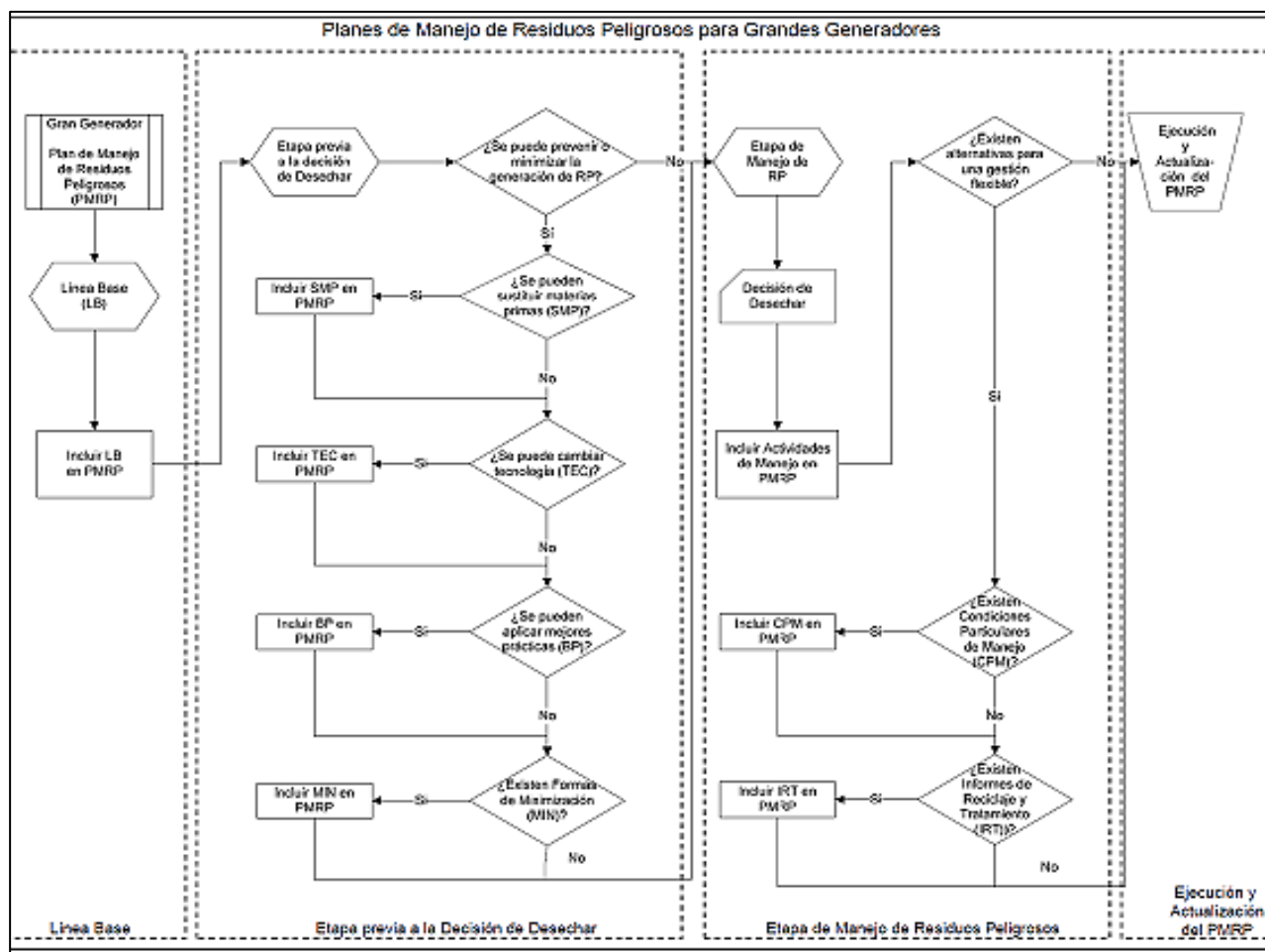


**Figura 32. Elaboración de un plan de manejo ambiental para grandes generadores de residuos.**

Fuente: Elaboración propia con base en: PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011 (2011).

### 5.5.3 PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011.

Con relación al tema de la generación de residuos, se asesora que al mismo tiempo se sigan las pautas del proyecto de norma PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011, el cual establece los elementos y procedimientos para formular los planes de manejo de residuos peligrosos. En la figura 31, se expone la metodología de este proyecto de norma 'para la elaboración de planes de manejo de residuos peligrosos.



**Figura 33. Metodología para la elaboración de planes de manejo de residuos peligrosos para grandes generadores con base en el proyecto de norma PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011.**

Fuente: PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011 (2011).

Para la elaboración de dicho plan de manejo se debe considerar el análisis del diagrama de proceso, para la elaboración del plan con base en la metodología de este proyecto de norma. En dónde deberá, de iniciar con el plan, incluir la información con respecto al volumen de generación y las actividades de manejo de cada uno de los residuos peligrosos, dónde la fuente de información vital será la Cédula de Operación Anual anterior, bitácoras de generación de residuos y/o cualquier otro registro (PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011, 2011).

Posteriormente el establecimiento deberá de incluir previo a la realización del plan de manejo, la documentación relevante al volumen de generación de residuos peligrosos y a las actividades del manejo de cada uno de ellos. Asimismo, antes de desechar cualquier residuo peligroso, será requisito enlistar y verificar aquellos residuos que, con base en la etapa anterior, pudieran evitar ser generados, minimizados o valorizados para poder ser reintegrados al proceso de producción, como subproductos. Además de dicha minimización y/o valorización de los residuos peligrosos, se puede incluir dentro de esta etapa, la posibilidad de sustitución de materias primas que no generen residuos peligrosos o estén libres de agentes contaminantes (PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011, 2011).

Se podrá considerar el cambio de tecnología total o gradualmente que ayude a la reducción de la generación de residuos en la fuente, incluyendo asimismo mejores prácticas (PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011, 2011). De acuerdo con este planteamiento se puede determinar de igual forma que residuos no pudieran tener una vía de aprovechamiento, o sin posibilidad de ser valorizados como subproductos para su reintegración al proceso, convirtiéndose automáticamente como tal en residuos peligrosos. Por lo cual aplicaría una regulación del manejo de dichos residuos bajo la pauta de las autoridades mexicanas en relación con la legislación ambiental. Cuyas dichas actividades deben de estar sujetas a las normas oficiales mexicanas, a la LGPGIR, y a su reglamento.

#### **5.5.4 Programa nacional de auditoría ambiental.**

Por otra parte, al establecimiento se le sugiere de igual manera, ser parte del programa nacional de auditoría ambiental, el cual es un programa voluntario que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, promueve a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, el cual consiste en una revisión voluntaria a través de la implementación de auditorías ambientales, las cuales otorgan indicadores para las empresas sobre su cumplimiento en materia ambiental.

Es preciso dar a conocer al establecimiento industrial los beneficios que conlleva este tipo de certificación., de los cuales podemos mencionar, por ejemplo, la

reducción, en dónde se busca mayor eficiencia dentro de los procesos productivos de la empresa, reduciendo el consumo de agua, energía y la generación de residuos peligrosos. Además, con este programa y certificado, se puede lograr una prevención de accidentes al evaluar los planes de respuesta a emergencia. Además, uno de los beneficios no solo en materia de regulación ambiental, es el posicionamiento y consolidación que se puede generar como empresa derivada de las buenas prácticas que se aplican para la mejora continua de los procesos de producción, aumentando al mismo tiempo su competitividad y su permanencia en el mercado, de acuerdo con (BRAUN SHARING EXPERIENCE, 2020).

#### **5.5.6 Implementación certificación ISO 14001.**

Siguiendo con la línea de recomendaciones al establecimiento productor de gres porcelánico, se pone hincapié en recomendar los sistemas de gestión ambiental que otorguen certificados que avalen y posicionen a la empresa con el objetivo de mejorar sus procesos, beneficiando tanto a la preservación del ambiente natural, tanto como al establecimiento. Se recomienda así, que el establecimiento industrial se integre a la práctica de la certificación internacional ISO 14001 (Secretaría Central de ISO, 2015).

Esto permitiría demostrar el compromiso de la empresa con relación a la preservación del ambiente natural, a través de la gestión de los riesgos ambientales relacionadas a sus procesos industriales. Con esta certificación se generaría una herramienta que les permite ganar una mayor confiabilidad por parte de actores como lo son los clientes, los colaboradores, la comunidad y la sociedad (Eurofins, Envira Ingenieros Asesores., 2020).

Antes de la implementación de dicha norma, la empresa debe de considerar como base 4 fases: a) planificación, dónde se establecen líderes de proyecto, comenzando así con una planeación general, b) desarrollar las competencias relacionadas con la preservación del ambiente natural, donde son definidos los procesos para la gestión, comunicación y documentación, c) Verificar, monitorear y comparar la mediciones relacionadas a la política ambiental, para finalmente

alcanzar la última fase, que consiste en actuar, donde el objetivo es la mejora continua del mismo sistema de gestión ambiental de la empresa.

d) Implementar un análisis detallado de los requisitos de la norma ISO 14001, dónde posteriormente se hace una auditoría interna, y una auditoria de certificación, en dónde se comprueba que el establecimiento cumpla en su totalidad con los requisitos.

En dónde como primer y principal requisito, es la elaboración por parte del establecimiento industrial de un plan de manejo ambiental que debe de integrar: Metas y objetivos relacionados y e encaminados a, el establecer políticas y procedimientos, así también como delegar las responsabilidades que correspondan a cada empleado, por ejemplo, la empresa tiene que delegar a los auditores internos, una responsabilidad de importancia para la implementación del sistema de gestión ambiental con base en los requerimientos de la norma ISO 14001. Quienes por ende tendrán que conocer totalmente dichos requisitos de la norma internacional, contando con la capacidad suficiente para extender estas evaluaciones internas con una visión totalmente objetiva, también se tendrá documentar todo el proceso y progreso, empleando al mismo tiempo un sistema de control de avances y monitores. Y sumado a todo lo anterior y un punto sumamente importante, la capacitación de los empleados (Velet, 2022).

#### **5.5.7 Capacitación al personal del establecimiento.**

Como última recomendación a la empresa productora de cerámica, es que, a pesar de tener ya capacitaciones programadas, las cuales no son de calidad ni se presentan de manera constante ni actualizadas, es que implemente un nuevo sistema de capacitación a los empleados.

Desde el personal de limpieza, pasando por los obreros, así como también el personal administrativo, dándole además un seguimiento y control estricto, que permita la actualización y concientización del recurso humano, no solo cumpliendo con lo establecido por la ley en materia de regulación ambiental.

Dichas capacitaciones, contribuyan a mejorar el desempeño de cada colaborador, de todas sus actividades con base en las políticas internas de la empresa, dando como resultado un personal más competente en todas las áreas, que contribuirá además a dar cumplimiento a la legislación ambiental por parte del establecimiento. Teniendo además otros beneficios adicionales como el aumento de los ingresos, dado que el personal está altamente capacitado, reduciendo al mismo tiempo los riesgos laborales (Observatorio Tecnológico de Hidalgo, 2018).

Retomando el tema de la norma ISO 14001, ésta, por ejemplo, toma en cuenta tres niveles de capacitación al personal de la empresa, Donde en el primer nivel se toma en cuenta la sensibilización ambiental y se introduce el concepto de gestión ambiental, ofreciendo una visión general de los sistemas de gestión ambiental, así como de conceptos como la contaminación ambiental, industrial, los impactos y consecuencias. Relacionando los conceptos con las actividades que desarrollan día con día. Además de introducir un poco de lo que es la política ambiental, y su importancia en el cumplimiento de la legislación vigente en materia ambiental.

Posteriormente de acuerdo con la norma ISO 14001. 2015, en el segundo nivel de capacitación, la empresa debe de identificar al personal que esté directamente relacionado con las actividades que son un foco rojo como los generadores de los impactos ya localizados, dándoles así una capacitación más específica con relación a dichos temas específicos. En este nivel se debe ser más específico sobre la relación entre las actividades operativas y los aspectos ambientales e impactos.

Y en el tercer nivel, la capacitación tendrá que ser más avanzada y específica, ya que está destinada al personal elegido para fungir como los auditores del sistema de gestión ambiental, debido a la responsabilidad y el control que deben de mantener de dicho sistema, como se ha mencionado anteriormente. Aquí se detallan los procedimientos de la auditoría ambiental interna con base en la normatividad vigente (Escuela Europea de Excelencia., 2015).



## **6. Conclusiones.**

- Respecto a la generación de residuos peligrosos se determinó, que el establecimiento, mantiene algunas inconsistencias relacionadas con la capacitación del personal con relación a la prevención y a un adecuado almacenamiento. De acuerdo con lo estudiado, la empresa tiene como objetivo a corto plazo, que los residuos que sean aptos según sus características buscarán aumentar su porcentaje de reincorporación al proceso, mientras los que sean considerados en su totalidad como desechos, éstos seguirán siendo gestionados integralmente a través de las empresas especializadas de recolección y tratamiento final.
- Por otro lado, se concluye, que el establecimiento cuenta con una infraestructura que, si bien en términos generales es adecuada para controlar sus emisiones atmosféricas, es importante verificar el cumplimiento del uso de bitácoras que es requisito de la normatividad mexicana para evitar sanciones importantes, ya que se observó durante la investigación que la empresa opera sin estos instrumentos de control interno.
- En relación con la descarga de aguas residuales del establecimiento, se concluye que éste, no descarga directamente a un cuerpo de agua, sin embargo, si lo hace directamente al alcantarillado municipal. Dichas descargas son clasificadas como no domésticas, por lo que la red de alcantarillado podría no ser suficiente en capacidad para recibirlas. Por lo tanto, es imperativo la gestión de una planta tratadora de aguas residuales, para que el mayor porcentaje pueda ser reutilizado durante el proceso productivo, como ya se indicó en el apartado de recomendaciones.
- En términos generales, se concluye que contrariamente a que la información es restringida, dada la alta confidencialidad del establecimiento con sus procesos productivos y otras cuestiones como su infraestructura y tecnología destinadas al control ambiental de la misma. Se considera suficiente para

conocer de manera amplia su desempeño ambiental, a través del ejercicio de aplicación del instrumento, Cédula de Operación Anual, para poder establecer los principios de mejora continua a través del control y manejo integral de sus no cumplimientos.

Al analizar cada uno de los elementos y secciones que integran la cédula de operación anual con respecto al proceso de producción de la producción de un gres porcelánico o baldosa se concluye lo siguiente:

- El objetivo de la presente investigación se cumplió, ya que una vez realizado el análisis se concretó la detección de los no cumplimientos en materia ambiental que dicha empresa incurre con sus actividades habituales.
- Se establece que la Cédula de Operación Anual es un instrumento vital de control durante los años posteriores al inicio de las actividades de una empresa del sector industrial. Además, de que es el punto de referencia para el seguimiento que se la da al instrumento, Licencia Ambiental Única, observando los cambios, limitaciones y seguimiento a los no cumplimientos del establecimiento.
- A través de la Cédula de Operación Anual, los establecimientos pueden generar sistemas propios de control de sus cumplimientos y no cumplimientos en el año anterior a su reporte.
- Los datos en cada una de las secciones de la Cédula de Operación Anual suelen demandar gran cantidad de información, que es necesaria para conocer cada uno de los requerimientos en cada una de las etapas de producción e información detallada del proceso productivo de las empresas. Esto además ayuda a corroborar que la información que se proporciona es fidedigna y que no es falsificada por el establecimiento.

- Con base en este ejercicio de aplicación de la Cédula de Operación Anual, se determinó, que a pesar de que, tiene importantes y fuertes bases teóricas normativas, que además pueden ayudar a la toma de decisiones. Carece aún de una profundidad precisa, para que los establecimientos industriales, tengan un control que sea realmente eficiente para mitigar los impactos ambientales. Y que, a pesar de los esfuerzos de las dependencias y sociedad, la COA, como cualquier otro instrumento, no es ajeno a la toma de decisiones ejercida desde los intereses personales o de corrupción, que en nuestro país prevalecen, por lo que la información podría no ser siempre y totalmente confiable con relación a los aspectos ambientales de los establecimientos sujetos a presentar dicho instrumento. Y como consecuencia puede caer en soluciones ambiguas y con una lógica difusa. Por lo tanto, es fundamental seguir trabajando constantemente en la mejora y actualización de todos los instrumentos relacionados con la gestión ambiental en las actividades industriales del país, con el objetivo de reforzar y fortalecer las acciones preventivas y en dado caso correctivas o mitigantes de los impactos ejercidos por la industria.

## Referencias Bibliográficas.

- Ambiente, P. F., & E3 Consultora ambiental (Edits.). (s.f.). Asociación Mexicana de Distribuidores Automotores. *Programa Nacional de Auditorias Ambientales Guía rápida*. Ciudad de México, México.
- Aparicio, P., & Galán Emilio. (2006). Materias primas para la industria cerámica. Sevilla, España. Recuperado el 14 de 12 de 20, de [https://www.researchgate.net/publication/233911019\\_Materias\\_primas\\_para\\_la\\_industria\\_ceramica](https://www.researchgate.net/publication/233911019_Materias_primas_para_la_industria_ceramica)
- Arqhys Construcción. (11 de 2017). Tipos de Cerámica. Recuperado el 12 de 12 de 20, de <https://www.arqhys.com/construccion/ceramica-tipos.html>.
- Benaroya, D., Calderon, M., Chapochnicoff, V., Falcioni, T., Lemos, G., & Moreno Lucas. (2014). Cerámica Industrial. (U. N. Cuyo, Ed.) Cuyo, Argentina. Recuperado el 13 de 12 de 20, de <https://es.scribd.com/document/353290220/Ceramica-Industrial-Informe>
- Bernache Pérez, G. (2012). El confinamiento de la basura urbana y la contaminación de las fuentes de agua en México. San Luis Potosí, México. Recuperado el 12 de 10 de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/4262/426239577003.pdf>
- BRAUN SHARING EXPERIENCE. (2020). *Certificación de Industria Limpia 2020-2022*. Recuperado el 09 de 01 de 2023, de <https://www.bbraun.mx/es/empresa/redaccion/noticias/2020/4to--trimestre-2020/certificacion-de-industria-limpia-2020-2022.html#:~:text=El%20Certificado%20de%20Industria%20Limpia%20cuenta%20con%20diversos%20beneficios%20como,y%20la%20generaci%C3%B3n%20de%20>
- Cámara de Diputadas Del H. Congreso de la Unión. (31/10/2014). *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de registro de emisiones y transferencia de contaminantes*. I Diario Oficial de la Federación. Obtenido de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16\\_060120.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_060120.pdf)
- Consultoria Visual México. (2020). Industria. Un sector innovador y rentable. Ciudad de México, México. Recuperado el 12 de 11 de 20, de <https://visualmexico.com.mx/industria-un-sector-innovador/>
- Corporación Financiera Internacional. (Abril de 2007). Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad. (B. Mundial, Ed.) Estados Unidos. Recuperado el 21 de 12 de 2020, de <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/6040f05e-20f9-47ff-8cf4->

80a604de2b81/0000199659ESes%2BCeramic%2BTile%2Band%2BSanitary%2BWare.pdf?MOD=AJPERES&CVID=jqeCRqu

Cortina, S., & Madrid, L. (2006). Dificultades y alternativas para el establecimiento de confinamientos de residuos peligrosos: entre la regulación y la participación. Ciudad de México, México. Recuperado el 2 de 10 de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/539/53907902.pdf>

Corvalán, R. (1998). Contaminación Atmosférica . Santiago de Chile, Chile. Recuperado el 12 de 10 de 2020, de <https://www.ciencia.cl/CienciaAIDia/volumen1/numero1/articulos/articulo5.pdf>

De Miguel , C., & Tavares, M. (2015). El desafío de la sostenibilidad ambiental en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, Chile. Recuperado el 12 de 09 de 21

Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca. (2012). Guía para la prevención de emisiones difusas de partículas. País Vasco. Recuperado el 12 de 03 de 2020, de [https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/guia\\_emisiones\\_difusas/es\\_doc/adjuntos/guia\\_emisiones\\_difusas.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/guia_emisiones_difusas/es_doc/adjuntos/guia_emisiones_difusas.pdf)

Diario Oficial de la Federación. (18 de 08 de 1997). AVISO por el que se dan a conocer al público en general, el Instructivo General para obtener la Licencia Ambiental Unica, el Formato de solicitud de Licencia Ambiental Unica para Establecimientos Industriales de Jurisdicción Federal y el Formato de Cédula. Ciudad de México, México. Recuperado el 02 de 11 de 2020, de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4891386&fecha=18/08/1997](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4891386&fecha=18/08/1997)

Diario Oficial de la Federación. (14 de 08 de 2015). Acuerdo por el que se da a conocer el instructivo y formato de la cédula de operación anual. Ciudad de México, México. Recuperado el 12 de 11 de 20, de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/37929/fmtocoa2015.pdf>

Díaz Cáceres, M. (20 de 02 de 2013). Las pastas cerámicas. México. Recuperado el 23 de 09 de 20, de [https://prezi.com/lcexzn3yz\\_gf/las-pastas-ceramicas/](https://prezi.com/lcexzn3yz_gf/las-pastas-ceramicas/)

Dirección General de Estadística e Información Ambiental de la SEMARNAT. (2015). Informe de la situación del medio ambiente en México. México, México. Recuperado el 9 de 10 de 2020, de [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Cap7\\_Residuos.pdf](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Cap7_Residuos.pdf)

- Eco Limpio Servicios Ambientales. (15 de 01 de 2021). Obtenido de <https://ecolimpio.com.mx/la-etiqueta-como-identificacion-de-los-residuos-en-mexico/>
- El congreso general de los Estados Unidos Mexicanos. (2018). Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los residuos. Ciudad de México, México. Recuperado el 21 de 11 de 20, de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263\\_190118.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf)
- Escuela Europea de Excelencia. (01 de 06 de 2015). *Nuevas Normas ISO, cambios clave*. Obtenido de <https://www.nueva-iso-14001.com/2015/06/iso-14001-capacitacion-de-los-trabajadores-en-medio-ambiente/>
- Eurofins, Envira Ingenieros Asesores. (27 de Marzo de 2020). ¿Qué es la norma ISO 14001 y para qué sirve? Madrid, España. Obtenido de <https://envira.es/es/la-norma-iso-14001-sirve/>
- Flores, J., López Moreno, S., & A. Albert, L. (2008). Contaminación ambiental, origen, clases, fuentes y efectos. En C. d. Desarrollo (Ed.), *La contaminación y sus efectos en la salud y el ambiente* (pág. 261). Texas. Recuperado el 12 de 08 de 2020, de <http://dsp.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2016/01/Contaminacion-ambiental-origen-clases-fuentes-y-efectos.pdf>
- Fondo para la comunicación y la educación ambiental A.C. (2017). *Agua en México*. (F. p. A.C., Ed.) México. Recuperado el 19 de 09 de 2020, de <https://agua.org.mx/70-del-agua-dulce-en-mexico-esta-contaminada-gobierno-deja-impunes-a-las-industrias-alertan/>
- García Romero , E., & Suarez Barrios, M. (2016). *Las arcillas, propiedades y usos*. Madrid, España: Universidad Complutense. doi:<http://campus.usal.es/~delcien/doc/GA.PDF>
- Gilabert Alvarez, A. M. (27 de 04 de 2007). Aproximación medio ambiental al inventario del ciclo de vida de la baldosa de Castellón. (F. d. Universidad de Valencia, Ed.) Castellón, España.
- Gobierno de Colima. (30 de Septiembre de 2020). *Trámites y servicios*. Recuperado el 12 de 10 de 2020, de [http://www.tramitesyservicios.col.gob.mx/formatos/modificar\\_coa.pdf](http://www.tramitesyservicios.col.gob.mx/formatos/modificar_coa.pdf)
- Gomar Pairó, S. (15 de 12 de 2020). Estudio de la emisión de compuestos de fluor durante la cocción de baldosas cerámicas. Castellon, España. Obtenido de [https://tdx.cat/bitstream/handle/10803/404211/2016\\_Tesis\\_Gomar%20Peiro\\_Salvador.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tdx.cat/bitstream/handle/10803/404211/2016_Tesis_Gomar%20Peiro_Salvador.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gonzalez, I., Galán , E., & Fabbri, B. (1 de 5 de 2021). Problemática de las emisiones de flúor, cloro y azufre durante la. Sevilla, España: Boletín de la

sociedad española de Cerámica y Vidrio. Obtenido de [https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/17532/file\\_1.pdf;jsessionid=693821339FD6C8417CC162B7D7DB648C?](https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/17532/file_1.pdf;jsessionid=693821339FD6C8417CC162B7D7DB648C?)

Grupo Minero de Honey S.A. de C.V. (2004). Manifestación de impacto ambiental, modalidad particular. Cambio de uso de suelo para la extracción de arcillas y arenas de cuarzo, en el conjunto predial formado por los predios "el artillero y una fracción del predio rústico sitio en el barrio de acahual. Pahuatlán, Puebla, México. Recuperado el 12 de 02 de 2020, de <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/pue/estudios/2004/21PU2004MD010.pdf>

Heras, C. M. (1992). Glosario terminológico para el estudio de las cerámicas arqueológicas. Madrid, España. Recuperado el 23 de 12 de 19, de <https://revistas.ucm.es/index.php/REAA/issue/view/REAA929211>

Hernández Jatib, N., Ulloa Carcasés, M., Almaguer Carmenate, Y., & Rosario Ferrer, Y. (2014). Evaluación ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de construcción, la Inagua, Guantánamo, Cuba. (U. d. Caldas, Ed.) Cuba. Recuperado el 12 de 10 de 2020, de <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n38/n38a09.pdf>

Ibañez, A., & Sandoval, F. (1996). La cocción rápida. Madrid, España. Recuperado el 2 de 3 de 2021, de <http://boletines.secv.es/upload/199635433.pdf>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). (2017). Cuéntame de México. México, México. Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/sobreexplota.aspx?=T>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). (2017). Cuéntame de México. Territorio. México, México. Obtenido de [https://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/sobreexplota.aspx?tema\\*](https://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/sobreexplota.aspx?tema*)PLñ

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (15 de 11 de 2007). Formato de cédula de operación anual (Formato COA). Ciudad de México, México. Recuperado el 03 de 11 de 2020, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/17/3.html>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (15 de 11 de 2007). Licencia Ambiental Única y Cédula de Operación Anual. Ciudad de México, México. Recuperado el 07 de 11 de 2020, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/18/1.html>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (15 de 11 de 2007). Instrumentos de política y gestión ambiental. Ciudad de México, México. Obtenido de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/260/instrumentos.html>

- Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática. (2017). *Cuentame INEGI*. Recuperado el 1 de 11 de 2020, de <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/sobreexplota.aspx?tema=T#>.
- J., F., & Caballero, F. (16 de 11 de 2015). *Materia prima*. Obtenido de Economipedia.com: <https://economipedia.com/definiciones/materia-prima.html>
- Linares González, J., Capel Martínez, J., & Huertas , F. (1983). *La arcilla como material cerámico. Características y comportamiento* (Vol. 8). Granada, España: Universidad de Granada. Recuperado el 14 de 12 de 20, de <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cpag/article/view/1224/>
- Merino Carrión, L., & García Cook, Á. (2007). *La producción alfarera en el México antiguo* (1 ed., Vol. 5). Ciudad de México, México: instituto nacional de antropología e Historia. Recuperado el 12 de 12 de 20
- Metro Gas. (2021). *Metrogas*. Obtenido de [http://www.metrogas.cl/industria/asesoria\\_ambiental\\_2](http://www.metrogas.cl/industria/asesoria_ambiental_2)
- Miguel, D. R. (1929). *Diccionario Latino-Español Etimológico*. Madrid: Saenz de Jubera, Hermanos.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino. (2011). *Mejores técnicas disponibles de referencia europea, Sector de la fabricación cerámica*. Madrid, España. Recuperado el 02 de noviembre de 2019, de [http://www.prtr-es.es/Data/images/MTD\\_Ceramica\\_ES.pdf](http://www.prtr-es.es/Data/images/MTD_Ceramica_ES.pdf)
- Monfort, E., Garcia Ten, J., Gómez Tena, M., & Gomar , S. (2006). *Influence of calcite content on fluorine compound emissions during ceramic tile firing*. Castellón, España. Recuperado el 12 de 01 de 2020
- Observatorio Tecnológico de Hidalgo. (08 de 05 de 2018). *Capacitación, motor de cambio ambiental en las empresas*. (U. A. Hidalgo, Ed.) Pachuca, Hidalgo, México. Obtenido de <https://otech.uaeh.edu.mx/noti/index.php/ecologia/capacitacion-motor-de-cambio-ambiental-en-las-empresas/>
- Pinto, A. (2011). *Materiales y materias primas cerámicos*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 24 de 03 de 2020, de <http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/ceramicos.pdf>
- PNUD. (2008). *International Strategy for Disaster Reduction*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. International Recovery Platform. Recuperado el 20 de 10 de 2020, de <https://eird.org/pr14/cd/documentos/espanol/Publicacionesrelevantes/Recuperacion/5-Med-Ambiente.pdf>



- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. (2014). Control de Residuos Peligrosos. México. Recuperado el 2 de 09 de 2020, de [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/1370/1/mx/control\\_de\\_residuos\\_peligrosos.html](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/1370/1/mx/control_de_residuos_peligrosos.html)
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. (Marzo de 2020). *Gobierno de México*. Recuperado el 10 de 01 de 2023, de <https://www.gob.mx/profepa/acciones-y-programas/auditoria-ambiental-56904?idiom=es>
- Rebollo, J., Corma, P., Sirianni, G., & Castilla, R. (2000). Modelo para la determinación de Aspectos e Impactos medioambientales en el sector cerámico. España. Recuperado el 12 de Marzo de 2020, de <https://www.qualicer.org/recopilatorio/ponencias/pdfs/0023081s.pdf>
- Sandoval, H. L. (2017). Tratamiento de aguas residuales industriales en México: Una aproximación a su situación actual y retos por atender. (C. d. Veracruz, Ed.) *RINDERESU (Revista Internacional de Desarrollo Regional Sustentable*, 2(1), 75-88.
- Santos Amado, J., Malagón Villafrades, P. Y., & Córdoba Tuta, E. M. (2019). *Caracterización de arcillas y preparación de pastas cerámicas para la fabricación de tejas y ladrillos en la región de barichara, santander*. Medellín, Colombia: Universidad Industrial de Santander. Recuperado el 12 de 12 de 20, de <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v78n167/a06v78n167.pdf>
- Secretaría Central de ISO. (2015). Norma Internacional ISO 14001 Sistemas de gestión ambiental. Ginebra , Suiza.
- Secretaría de Recursos Naturales y medio Ambiente. (2015). Recuperado el 23 de 10 de 2020, de <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/tramite-semarnat-05-001>
- SEMARNAT. (2017). Cédula de Operación Anual (COA), Registro en el SINATEC y Funcionalidad de la plataforma COA Web. Ciudad de México, México. Recuperado el 12 de 11 de 2020, de [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/retc/swcoa/actlz\\_coa.pdf](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/retc/swcoa/actlz_coa.pdf)
- SEMARNAT. (06 de 02 de 2020). Cédula de Operación Anual (COA) Web. Ciudad de México, México. Recuperado el 31 de 10 de 2020, de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/538666/Presentacion\\_COA\\_Web\\_2020.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/538666/Presentacion_COA_Web_2020.pdf)
- Sinisterra, G. (2006). *Contabilidad de Costos*. Bogotá, Colombia: Colección de Textos Universitarios.

- Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales. (2018). Informe del Medio Ambiente. México. Recuperado el 23 de 09 de 2020, de <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap5.html>
- Suarez Tamayo, S., & Molia Esquivel, E. (2014). El desarrollo industrial y su impacto en el medio ambiente. La Habana, Cuba. Recuperado el 13 de 10 de 2020, de <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v52n3/hig08314.pdf>
- T. Austin, G. (2000). *Manual de Procesos Químicos en la Industria*. (Vol. III). Naucalpan de Juarez, México, México: McGraw-Hiluinteramericana de México S.A de C.V.
- Velet, V. (14 de 06 de 2022). ¿Qué es la ISO 14001? *ISO 14001, como opción para certificación ambiental*. (G. Ambiental, Ed.) Querétaro, Querétaro, México. Obtenido de <https://gtaambiental.com/iso-14001/#:~:text=La%20ISO%2014001%20se%20sigue,un%20Sistema%20de%20Gesti%C3%B3n%20Ambiental>
- Villarino Otero, A. (02 de 2011). Ciencia y tecnología de los materiales. (U. d. Salamanca, Ed.) Salamanca, España. Recuperado el 12 de 12 de 20, de [https://www.academia.edu/26963144/Profesor\\_Alberto\\_Villarino\\_Otero\\_P%C3%A1gina\\_1\\_128\\_Ingeniero\\_de\\_Caminos\\_Canales\\_y\\_Puertos\\_CIENCIA\\_Y\\_TECNOLOGIA\\_DE\\_LOS\\_MATERIALES](https://www.academia.edu/26963144/Profesor_Alberto_Villarino_Otero_P%C3%A1gina_1_128_Ingeniero_de_Caminos_Canales_y_Puertos_CIENCIA_Y_TECNOLOGIA_DE_LOS_MATERIALES)