



Instituto Politécnico Nacional
Unidad Profesional Interdisciplinaria de
Ingenierías campus Zacatecas

Ingeniería Ambiental

**“Actualización de plan de manejo de residuos
peligrosos en una industria cerámica”**

Trabajo de Titulación

Que para obtener el título de Ingeniero Ambiental

Presenta:

Carlos Rafael Correa Navarrete

Asesor del proyecto:

M. en C. Miguel Mauricio Aguilera Flores



Zacatecas, Zac., diciembre 2021



Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"

85 Aniversario del Instituto Politécnico Nacional
70 Aniversario del CECyT 11 "Wilfrido Massieu"
60 Aniversario de la Escuela Superior de Física y Matemáticas
50 Aniversario del CECyT 12 "José Ma. Morelos" y del CECyT 13 "Ricardo Flores Magón"

Folio

UPIIZ/ESA/510/2021

Asunto

DESIGNACIÓN
CARLOS RAFAEL CORREA NAVARRETE
INGENIERÍA AMBIENTAL
BOLETA: 2015190018
GENERACIÓN: 2017-2021

Zacatecas, Zac., a 15 de diciembre de 2021

**C. CARLOS RAFAEL CORREA NAVARRETE
PRESENTE**

Mediante el presente se hace de su conocimiento que este Departamento acepta que el **M. en C. Miguel Mauricio Aguilera Flores** sea **Asesor** en el tema que propone usted a desarrollar como prueba escrita de la opción Curricular, con el título y contenido siguiente:

"Actualización del plan de manejo de residuos peligrosos en una industria cerámica"

Se concede un plazo de máximo de un año, a partir de esta fecha, para presentarlo a revisión por el jurado asignado.

M. EN C. JULIA JANETH ROSALES MARES
Jefa del Departamento de Evaluación y
Seguimiento Académico

DR. FERNANDO FLORES MEJÍA
Director de la UPIIZ





Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"

85 Aniversario del Instituto Politécnico Nacional
70 Aniversario del CECyT 11 "Wilfrido Massieu"
60 Aniversario de la Escuela Superior de Física y Matemáticas
50 Aniversario del CECyT 12 "José Ma. Morelos" y del CECyT 13 "Ricardo Flores Magón"

Folio

UPIIZ/ESA/511/2021

Asunto

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN
CARLOS RAFAEL CORREA NAVARRETE
INGENIERÍA AMBIENTAL
BOLETA: 2015190018
GENERACIÓN: 2017-2021

Zacatecas, Zac., a 17 de diciembre de 2021

El suscrito tengo el agrado de informar a usted, que habiendo procedido a revisar el trabajo de titulación que presenta con fines de titulación denominada:

"Actualización del plan de manejo de residuos peligrosos en una industria cerámica"

Encontré que el citado **Trabajo de Titulación**, reúne los requisitos para **autorizar** la impresión y proceder a la presentación del Examen Profesional debiendo tomar en consideración las indicaciones y correcciones que al respecto se hicieron.

M. en C. Miguel Mauricio Aguilera Flores



Autorización de uso de obra

Instituto Politécnico Nacional P r e s e n t e

Bajo protesta de decir verdad *el* que suscribe ***Carlos Rafael Correa Navarrete*** estudiante del programa de ***Ingeniería Ambiental***, con numero de boleta ***2015190018***, adscrito a la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Zacatecas; manifiesto ser autor(a, as, es) y titular(es) de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada ***Actualización del plan de manejo de residuos peligrosos en una industria cerámica***, en adelante ***"El trabajo de Titulación"*** y de la cual se adjunta copia, por lo que por medio del presente y con fundamento en el artículo 27 fracción II, inciso b) de la Ley Federal del Derecho de Autor, otorgo a el Instituto Politécnico Nacional, en adelante El IPN, autorización no exclusiva para comunicar y exhibir públicamente total o parcialmente en medios digitales "El Trabajo de Titulación" por un periodo de ***indefinido*** contado a partir de la fecha de la presente autorización, dicho periodo se renovará automáticamente en caso de no dar aviso expreso a "El IPN" de su terminación.

En virtud de lo anterior, "El IPN" deberá reconocer en todo momento mi calidad de autor de "El Trabajo de Titulación".

Adicionalmente, y en mi calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de "El Trabajo de Titulación", manifiesto que la misma es original y que la presente autorización no contraviene ninguna otorgada por el suscrito respecto de "El Trabajo de Titulación", por lo que deslindo de toda responsabilidad a El IPN en caso de que el contenido de "El Trabajo de Titulación" o la autorización concedida afecte o viole derechos autorales, industriales, secretos industriales, convenios o contratos de confidencialidad o en general cualquier derecho de propiedad intelectual de terceros y asumo las consecuencias legales y económicas de cualquier demanda o reclamación que puedan derivarse del caso.

Zacatecas, Zac., a 22 de diciembre del 2021.

Atentamente

Carlos Rafael Correa Navarrete

Agradecimientos

Primeramente agradezco a mis padres, por haber estado siempre apoyándome, al darme todas las oportunidades para que pudiera crecer en conocimientos y que pudiera terminar mis estudios.

A Karla por estar todos los días motivándome y ayudándome durante todo este trayecto.

A la Universidad y a los maestros que me guiaron en mi carrera, en especial a mi Asesor de Proyecto el maestro Mauricio Aguilera, la doctora Verónica Ávila, quienes compartieron todo su conocimiento y guiándome en este proyecto.

A los ingenieros Luis Abraham, Luis Sandoval, David Valenzuela y Daniel Torres por haberme permitido desarrollarme en la empresa, tomarse el tiempo para enseñarme el ambiente laboral y estar ahí ayudándome con el proyecto.

A mis amigos Alfonso, Martha, Sofia, Abigail, Gabriela, Melani, Vale, Samuel, Tomás y Carolina por haberme brindado su amistad y apoyo durante cada semestre.

Resumen

En el presente proyecto se muestra la propuesta de actualización del Plan de Manejo de Residuos Peligrosos de una empresa cerámica, con el objetivo de disminuir la cantidad generada de los residuos, maximizando su valorización y cambiando la categoría de generación de grande a pequeño generador. Para ello, se recopiló información de las bitácoras de los 11 subalmacenes que tiene la empresa, obteniendo un total de 12,934 kilogramos de Residuos Peligrosos, y mediante el análisis 80-20 se identificó que el “Trapo Contaminado”, “Aceite de Maquinaria Gastados” y los “Recipientes de Tinta Vacíos” corresponden acerca del 80% del total.

Las propuestas de mejora de reducción y de valorización estuvieron centradas en estos tres residuos, proponiéndose medidas como: la compra de barredoras, trámite para la categorización de un residuo como subproducto, uso de biodiésel, entre otros; que al implementarse se espera que se reduzca un 30% de la generación total, cambiando la categoría de la empresa de grande a pequeño generador, que se verá reflejado en el contenido en la Cédula de Operación Anual.

Palabras clave: Disminución, Generación, Valorización

Abstract

This current project shows the proposal to update the hazardous waste Management Plan in which might be implemented in the ceramic company for which the proposal was designed in order to reduce the amount of waste generated, maximizing its valorization and modifying its generation category from major to minor waste generators. Information was collected from the logs of the company's 11 sub-warehouses, obtaining a total of 12,934 kilograms of hazardous waste, and through the 80-20, analysis it was identified that "Contaminated Rag", "Spent Machinery Oil" and "Empty Ink Containers" represent about 80% of the total.

Improvement proposals for reduction and valorization were focused on these three wastes, suggesting the following measures: the purchase of sweepers, procedures for classifying waste as a by-product, the use of biodiesel, etc. Once implemented, it is expected that 30% of the total amount of waste generated will be reduced, thus changing the company's category from major to minor waste generator, that will be reflected in the content in the Annual Operation Certificate.

Key words: Decrease, Generation, Valorization

Índice General

Título	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Residuo y sus clasificaciones	2
2.2 Características CRETIB	2
2.2.1 Corrosivo.....	2
2.2.2 Reactivo	3
2.2.3 Explosivo.....	3
2.2.4 Tóxico Ambiental	3
2.2.5 Inflamable	3
2.2.6 Biológico-Infecioso	4
2.3 Marco normativo	4
2.3.1 Normas Constitucionales en materia Ambiental.....	4
2.3.2 Tratados Internacionales y leyes federales.....	5
2.3.3 Reglamentos	5
2.4 Clasificación de los generadores de RP	6
2.5 Obligaciones de los Generadores de Residuos Peligrosos	6
2.6 Obligación de los Planes de manejo	6
2.6.1 Plan de Manejo.....	7
2.7 Área de estudio	8
3. ANTECEDENTES	8
4. JUSTIFICACIÓN	11
5. OBJETIVOS	11
5.1 Objetivo general	11
5.2 Objetivos específicos	11
6. METODOLOGÍA	12
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
7.1 Análisis 80-20 Generación de RP 2020 global	12
7.2 Costo por disponer los RP	13
7.3 Análisis 80-20 Trapo Contaminado	14
7.3.1 Actividades generadoras en Prensas.....	15

7.3.2	Propuestas en Prensas.....	16
7.3.3	Actividades generadoras en Líneas de esmalte.....	18
7.3.4	Propuestas en Líneas de esmalte	18
7.4	Análisis 80-20 Aceite de Maquinaria Gastados.....	20
7.4.1	Actividades generadoras en Parque Vehicular	21
7.4.2	Actividades generadoras en Mantenimiento.....	21
7.4.3	Propuestas en Parque Vehicular y Mantenimiento.....	21
7.5	Análisis 80-20 de los Recipientes de Tinta Vacíos	21
7.5.1	Actividades generadoras en Líneas de esmalte en P1 y P3.....	22
7.5.2	Propuestas en Líneas de esmalte en P1 y P3	22
7.6	Capacitaciones al personal	25
7.7	Seguimiento de la capacitación	27
7.8	Estandarizado de los RP	29
8.	CONCLUSIONES.....	31
9.	LITERATURA CITADA	32
10.	ANEXOS.....	34

Índice de Figuras

Número	Título	Pág.
1	Pirámide de Kelsen	4
2	Generación de RP en el año 2019	9
3	Generación de RP en el año 2020	10
4	Comparativo en la generación de RP entre los años 2019 y 2020, por planta de producción	10
5	Análisis 80-20 generación de RP 2020 global.	13
6	Costo del mes de abril del 2021	14
7	Costo del mes de mayo del 2021	14
8	Análisis 80-20 del Trapo Contaminado	15
9	Prueba del Biodiésel vegetal	16
10	Barredora Picobello	17
11	Limpieza de los aspersores	19
12	Limpieza correcta de los aspersores	19
13	Charola de contención en Líneas de esmalte	20
14	Análisis 80-20 del Aceite de Maquinaria Gastados	21
15	Análisis 80-20 de Recipientes de Tinta Vacíos	22
16	Recipientes de Tinta sin características CRETIB	23
17	Recipientes de Tinta con características CRETIB	23
18	Carrito para tintas	24

19	Equipo de lavado para recipientes	25
Número	Título	Pág.
20	Formato de pláticas de 5 minutos	26
21	Diseño del folleto	27
22	Almacenamiento inadecuado de RP	27
23	Mezcla de RP e incorrecta disposición	28
24	Contenedor en Hornos antes de la capacitación	28
25	Contenedor en Hornos después de la capacitación	29
26	Contenedores con etiqueta inadecuada	30
27	Hoja de estandarización	30
28	Contenedor correctamente etiquetado	31
29	Productos y subproductos	34
30	Costo por disposición	35

Índice de Tablas

Número	Título	Pág.
1	Documentos Obligatorios para los generadores	6
2	Costo del servicio de recolección, manejo transporte y disposición final de los RP	14
3	Costo del biodiésel vegetal	17
4	Tinta recuperada	25

Simbología y/o nomenclatura

Símbolo	Descripción
\$	Costo
%	Por ciento
AC	Agua Contaminada
AMG	Aceites de Maquinaria Gastados
AU	Acumuladores Usados
COA	Cédula de Operación Anual
CPEUM	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
CRETIB	Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y Biológico-Infecioso
FU	Filtros Usados
GU	Grasa Usada
INE	Instituto Nacional de Ecología
Kg	Kilogramo
Km	Kilómetro
L	Litros
LF	Lámparas Fluorescentes
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
LL	Latas Lubricantes
MXN	Peso mexicano
P1	Planta 1

Símbolo	Descripción
P2	Planta 2
PAU	Pilas Alcalinas Usadas
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
PT	Producto Terminado
RLGPGIR	Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
RME	Residuos de Manejo Especial
RP	Residuos Peligrosos
RPI	Recipientes Plásticos Impregnados
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
RTV	Recipientes de Tinta Vacíos
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
TC	Trapo Contaminado
TCO	Tierra Contaminada
TU	Tinta Usada

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad cada vez se genera una mayor cantidad de Residuos Peligrosos (RP) debido a la industrialización de procesos. De acuerdo con el artículo 5, fracción XXXII de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) dichos residuos son aquellos que posean alguna de las características de Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad, o Biológicos Infecciosos (CRETIB) que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio (Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión, 2015a).

Los riesgos al medio ambiente y a la salud causados por los RP son un foco de atención, no solo en México, sino a nivel mundial, que ha propiciado que se generen disposiciones regulatorias (leyes, reglamentos y normas), que establecen pautas y medidas a seguir para lograr dicho manejo seguro a fin de prevenir riesgos, a la vez que fijan límites de exposición o alternativas de tratamiento y disposición final para reducir su volumen y peligrosidad (PROFEPA, 2014).

En México se comenzó a implementar el “Plan de Manejo”, que según en el artículo 5, fracción XXI de la LGPGIR, es un instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y RP específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno (Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión, 2015a).

Los primeros estudios para estimar el volumen de RP generados en el país fueron elaborados en el año de 1994 por el Instituto Nacional de Ecología (INE). A partir de entonces, las cifras han sido diversas y se han basado fundamentalmente en la información reportada por las empresas que los generan o tratan.

De acuerdo con el padrón de generadores de residuos peligrosos de la SEMARNAT, la generación total de residuos en México, en el año 2017, fue de 2,447,596.58 toneladas. Con base en la categorización de generadores establecida en la Ley General para la Prevención y La Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), en el año 2017, existían 67,342 establecimientos de microgeneradores, los cuales generaron 14,197 toneladas de RP, asimismo 40,268 establecimientos e industrias de pequeños generadores, que generaron 116,560.91 toneladas, y 7,548 empresas industriales y establecimientos de grandes generadores, que generaron 2,316,838.10 toneladas a nivel nacional (Diagnóstico Básico Para la Gestión

Integral de los Residuos [DBGIR], 2020). En el Estado de Zacatecas, durante el periodo 2004-2017, se tuvo una generación de 8,570 toneladas RP (DBGIR, 2020).

Los grandes generadores de RP están obligados a registrarse ante la SEMARNAT, y someter a su consideración el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, así como llevar una bitácora y presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo a las que sujetaron sus residuos de acuerdo con los lineamientos que para tal fin se establezcan en el Reglamento de la presente Ley, así como contar con un seguro ambiental, de conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión, 2015a).

Por ello, al realizar el proyecto, se pretende bajar la clasificación de “Gran generador” a “Pequeño generador” al lograr una generación de RP menor a 10 toneladas al año, dejando de tener las obligaciones antes mencionadas. En este proyecto se actualizó dicho Plan de Manejo con información recopilada respecto a la generación de RP en una empresa cerámica, con el propósito de generar estrategias de minimización, de manera que represente un ahorro económico para la empresa en cuanto a la gestión y manejo de RP en la actualidad y a futuro.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Residuo y sus clasificaciones

Según la LGPGIR define cómo residuo al material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final (Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión, 2015a).

Donde se clasifica en:

1. Residuos Sólidos Urbanos
2. Residuos de Manejo Especial
3. Residuos Peligrosos

. Siendo los RP los que presentan alguna característica CRETIB

2.2 Características CRETIB

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, establece las características para definir a un residuo como peligroso las cuales son las siguientes:

2.2.1 Corrosivo

Si la muestra presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Es un líquido acuoso y presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5 de conformidad con el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.
- Es un sólido que cuando se mezcla con agua destilada presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5 según el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.
- Es un líquido no acuoso capaz de corroer el acero al carbón, tipo SAE 1020, a una velocidad de 6.35 milímetros o más por año a una temperatura de 328 K (55°C).

2.2.2 Reactivo

Si la muestra presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Es un líquido o sólido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a cinco minutos sin que exista una fuente externa de ignición.
- Cuando se pone en contacto con agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor de 1 litro por kilogramo (Kg) del residuo por hora.
- Es un residuo que en contacto con el aire y sin una fuente de energía suplementaria genera calor.
- Posee en su constitución cianuros o sulfuros liberables, que cuando se expone a condiciones ácidas genera gases en cantidades mayores a 250 mg de ácido cianhídrico por kg de residuo o 500 mg de ácido sulfhídrico por kg de residuo.

2.2.3 Explosivo

Cuando es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento. Esta característica no debe determinarse mediante análisis de laboratorio, por lo que la identificación de esta característica debe estar basada en el conocimiento del origen o composición del residuo.

2.2.4 Tóxico Ambiental

El extracto PECT, obtenido mediante el procedimiento establecido en la NOM-053-SEMARNAT-1993, contiene cualquiera de los constituyentes tóxicos listados en dicha Norma en una concentración mayor a los límites ahí señalados.

2.2.5 Inflamable

Si la muestra presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Es un líquido o una mezcla de líquidos que contienen sólidos en solución o suspensión que tiene un punto de inflamación inferior a 60.5°C, medido en copa cerrada, de conformidad con el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente, quedando excluidas las soluciones acuosas que contengan un porcentaje de alcohol, en volumen, menor a 24%.

- No es líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25°C.
- Es un gas que, a 20°C y una presión de 101.3 kPa, arde cuando se encuentra en una mezcla del 13% o menos por volumen de aire, o tiene un rango de inflamabilidad con aire de cuando menos 12% sin importar el límite inferior de inflamabilidad.
- Es un gas oxidante que puede causar o contribuir más que el aire, a la combustión de otro material.

2.2.6 Biológico-Infecioso

De conformidad con lo que se establece en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.

2.3 Marco normativo

La pirámide de Kelsen es usada para representar la jerarquía de las leyes, unas sobre otras y está dividida en tres niveles, el nivel fundamental en el que se encuentra la constitución, en el nivel legal se encuentran las leyes y en el nivel sublegal las sentencias (Redacción, 2021).



Figura 1. Pirámide de Kelsen

2.3.1 Normas Constitucionales en materia Ambiental

El artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) menciona 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 (Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión, 2021).

2.3.2 Tratados Internacionales y leyes federales

- Convenio de Basilea: tiene como objetivo reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y su movimiento transfronterizo, así como asegurar su manejo ambientalmente racional, para lo cual promueve la cooperación internacional y crea mecanismos de coordinación y seguimiento (SEMARNAT, 2015).
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

La presente ley establece que la responsabilidad del manejo y disposición final de los RP corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los RP con empresas autorizadas por la SEMARNAT y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó (Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión, 2015b).

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

La presente ley establece en el artículo 43 y 46 el registro como generador de RP, esto ante SEMARNAT. Contar con un Plan de Manejo de los RP que genera con la bitácora y presentar ante la SEMARNAT la Cédula de Operación Anual (COA) en los artículos 46 y 47 (PROFEPA, 2019).

La COA, es un trámite que reporta y recopila información de emisiones transferencia de contaminantes al agua, aire y subsuelo, materiales y RP. Este trámite se debe realizar anualmente y se presenta ante la SEMARNAT, el cual resume la cantidad de contaminantes que se emitieron a la atmósfera durante ese período de tiempo (Asesores Cabil, 2019).

El propósito es para dar un seguimiento anual a la operación de la empresa y ayudar a la planeación y toma de decisiones en materia ambiental, así como la adopción de tecnologías limpias o programas de detección de problemas ambientales (Asesores Cabil, 2019).

2.3.3 Reglamentos

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

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la LGPGIR y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la SEMARNAT (Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión, 2015a).

2.4 Clasificación de los generadores de RP

La clasificación de los generadores de RP se establece tanto en el artículo 44 de la LGPGIR y en el artículo 42 del RLGPGIR:

- **Gran generador:** el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de RP al año o su equivalente en otra unidad de medida.
- **Pequeño generador:** el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de RP al año o su equivalente en otra unidad de medida.
- **Microgenerador:** el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de RP al año o su equivalente en otra unidad de medida.

2.5 Obligaciones de los Generadores de Residuos Peligrosos

En la Tabla 1 se presentan los documentos obligatorios conforme a la clasificación de generadores de RP.

Tabla 1. Documentos Obligatorios para los generadores.

Obligación	Microgenerador (Hasta 400 kg/año).	Pequeño generador (Más de 400 kg y menor a 10 toneladas).	Gran generador (Igual o más de 10 toneladas).
Registro como Generador de RP	Sí	Sí	Sí
Autocategorización como generador de RP	Sí	Sí	Sí
Plan de Manejo	Sí	Sí	Sí
Registro de Plan de Manejo ante la SEMARNAT	No	No	Sí
Bitácora de movimientos de RP	Sí	Sí	Sí
Cédula de Operación Anual	No	No	Sí
Seguro Ambiental	No	No	Sí
Registro ante autoridades Estatales o municipales	Sí	No	No
Servicios de prestadores de servicios autorizados por la SEMARNAT	Sí	Sí	Sí
Avisar a la SEMARNAT cuando se dejen de generar RP y el motivo	Sí	Sí	Sí
Avisar a la SEMARNAT el cierre de las instalaciones	Sí	Sí	Sí

Fuente: (Guzmán, 2016)

2.6 Obligación de los Planes de manejo

La empresa presenta una doble obligatoriedad para contar y posteriormente actualizar el Plan de Manejo, esto es debido a que:

- 1) La primera obligatoriedad se muestra en el artículo 31 de la LGPGIR que menciona que estarán sujetos a un Plan de Manejo los siguientes RP y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente, entre los cuales menciona: Aceites lubricantes usados, Disolventes orgánicos usados y Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio. Estos residuos son generados en la empresa de estudio, por lo que tiene la obligación de realizar un Plan de Manejo.
- 2) Mientras que la segunda obligatoriedad se muestra en el artículo 46 de la LGPGIR donde menciona que los grandes generadores de RP están obligados a registrarse ante la SEMARNAT y someter a su consideración el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos.

2.6.1 Plan de Manejo

Un Plan de Manejo se podrá establecer en uno o más de las siguientes modalidades:

- I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos.
 - a. **Privados**, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación e implementación de un plan de manejo de residuos.
 - b. **Mixtos**, los que instrumenten los señalados en el inciso anterior con la participación de las autoridades en el ámbito de sus competencias.
- II. Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados a su formulación y ejecución.
 - a. **Individuales**, aquéllos en los cuales solo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genera.
 - b. **Colectivos**, aquellos que determinan el manejo integral que se dará a uno o más residuos específicos y el cual puede elaborarse o aplicarse por varios sujetos.
- III. Conforme a su ámbito de aplicación.
 - a. **Nacionales**, cuando se apliquen en todo el territorio nacional.
 - b. **Regionales**, cuando se apliquen en el territorio de dos o más Estados, o dos o más municipios de un mismo Estado o de distintos Estados.
 - c. **Locales**, cuando su aplicación sea en un solo Estado o municipio.
- IV. Atendiendo a la corriente del residuo.

Dichos instrumentos podrán contener lo siguiente:

- Los residuos objetos del Plan de Manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos.
- La forma en que se realizará la minimización de la cantidad, valorización o aprovechamiento de los residuos.
- Los mecanismos para que otros sujetos obligados puedan incorporarse a los planes de manejo.
- Los mecanismos de evaluación y mejora del Plan de Manejo.

2.7 Área de estudio

La actualización del Plan de Manejo se elaboró para una industria cerámica la cual está ubicada en el Estado de Zacatecas.

Desde sus inicios en el año de 1980, la empresa cerámica ha tenido como actividad preponderante la fabricación de pisos y recubrimientos cerámicos forjando una filosofía en donde nada es más importante que la calidad y el diseño. Esta empresa cuenta con 2 plantas de producción Planta 1 y Planta 3, un área de Producto Terminado (PT) y 11 subalmacenes de RP teniendo una superficie productiva de 160,000 m² (Cesantoni, 2021).

La empresa, objeto de este estudio, se dedica a la fabricación de pisos y recubrimientos cerámicos. Al cierre de marzo del año 2021, contó con 689 empleados. Su misión, visión, valores y política ambiental se citan a continuación.

Misión

Mejorar la calidad de vida de las personas a través del diseño y la calidad de nuestros productos.

Visión

Ser la marca mexicana referente internacional en diseño, calidad y rentabilidad para nuestros clientes.

Valores

Pasión. Honestidad. Innovación. Liderazgo. Constancia. Responsabilidad. Humildad.

Política ambiental

Proteger el Medio Ambiente y prevenir la contaminación en todas nuestras actividades.

3. ANTECEDENTES

La empresa cerámica de estudio cuenta con un Plan de Manejo autorizado en el año 2016, pero operativamente es obsoleto, ya que no se incluyen estrategias de minimización de RP significativas, señalando únicamente el darle el mantenimiento

adecuado a todos los equipos que manejan estos residuos. Por lo que en el año 2018 se hizo una propuesta de actualización del Plan de Manejo de RP, cuyo objetivo principal fue reducir su volumen, como los Trapos Contaminados y Aceite de Maquinaria Gastado; sin embargo, no se obtuvieron resultados satisfactorios, debido a varios factores como lo fue la falta de apoyo del personal laboral, autorizaciones de tomadores de decisiones, y estrategias débilmente planteadas para la reducción de ambos RP.

Dicha propuesta falló, debido a los factores ya mencionados, lo que originó que en el año 2019 la empresa cerámica llegara a tener una generación para ese año de 14,891 kg, logrando mantenerse como Gran generador, siendo los de mayor generación el Trapo Contaminado con 4,795 kg, Aceite de Maquinaria Gastados con 2,732 kg y Recipientes de Tinta Vacíos con 2,564 kg, como se muestra en la Figura 2.

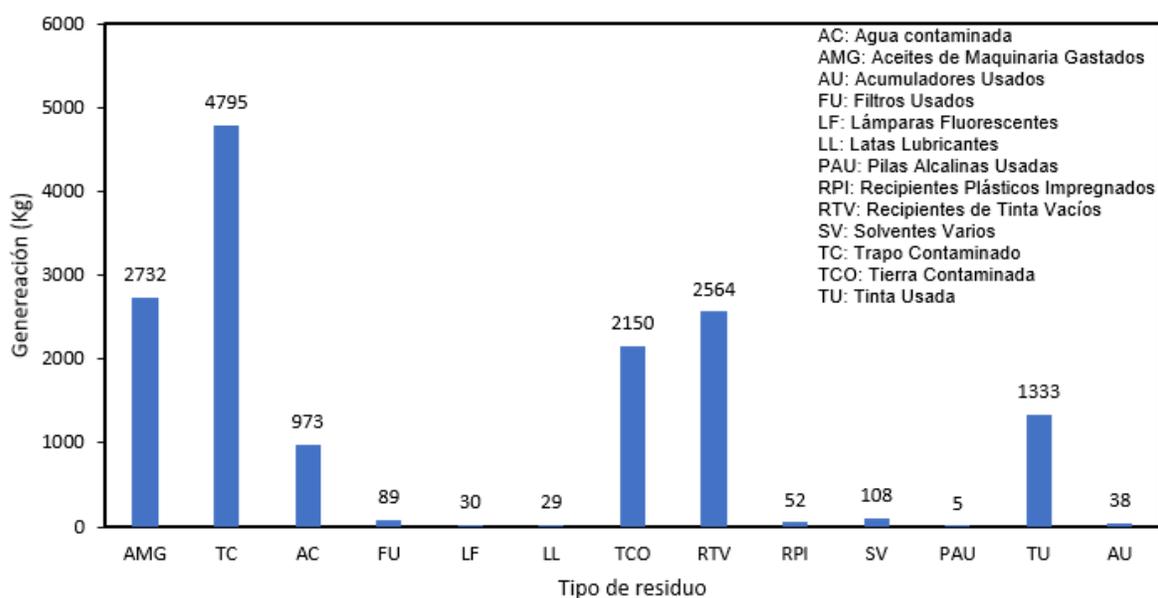


Figura 2. Generación de RP en el año 2019.

Mientras que para el año 2020 se tuvo una generación de 12,934 kg teniendo una reducción del 15%. Sin embargo, aún conserva la categoría del gran generador por acumular una cantidad de más de 10 toneladas por año. En la Figura 3 se muestra la generación de RP en la empresa cerámica para el año 2020.

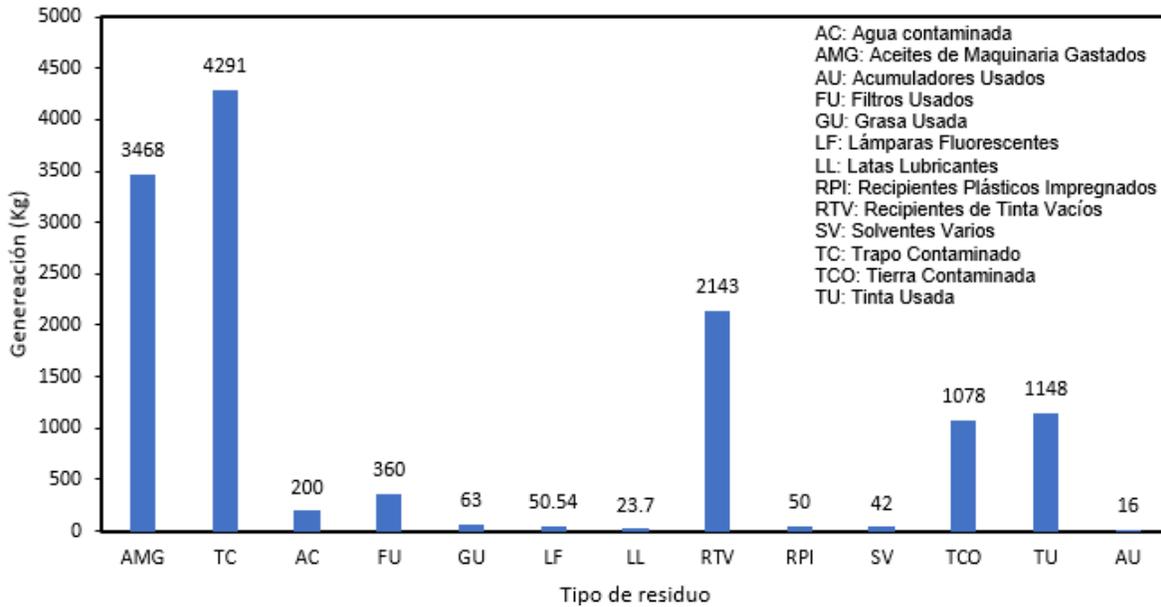


Figura 3. Generación de RP en el año 2020.

En la Figura 4 se muestra la comparativa entre los años 2019 y 2020, para las Plantas 1 y 3, además del área de PT. Observándose que tanto en Planta 1 y Planta 3 se tiene una considerable reducción en RP, en el área de PT sucede lo contrario. Esto fue debido a que en el año 2020 se dio de alta los RP en Parque Vehicular, disparando la generación en PT.

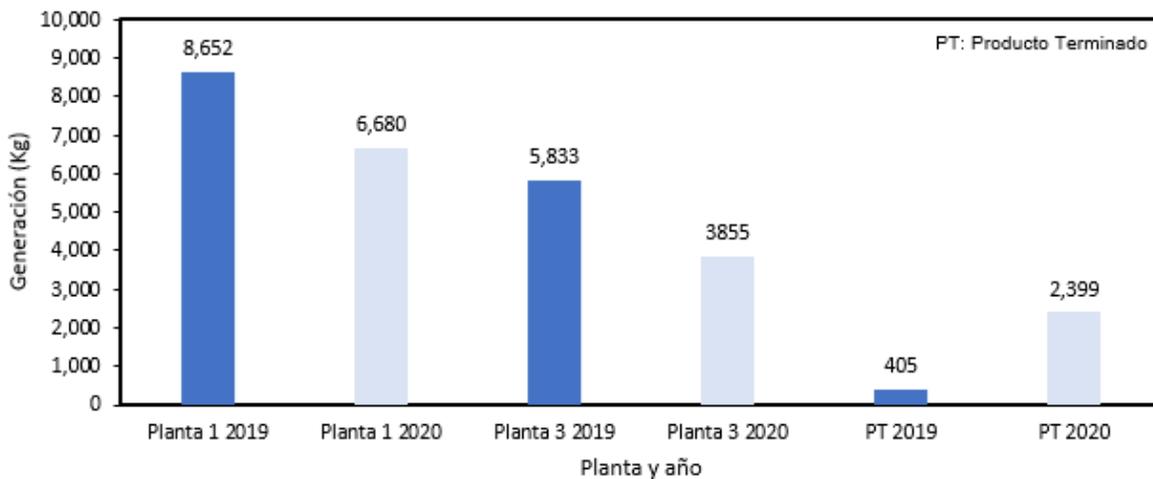


Figura 4. Comparativo en la generación de RP entre los años 2019 y 2020, y por planta de producción.

Dicho lo anterior, las estrategias de disminución de RP no han sido eficaces ya que aún se sigue generado arriba de 10 toneladas, por ello al realizar la actualización se buscan nuevas propuestas de reducción, de manera que se pueda lograr una generación anual de RP menor a 10 toneladas.

4. JUSTIFICACIÓN

En dicha industria cerámica no se le daba una clasificación apropiada a los residuos con base en sus características, se solía mezclar los RSU con los RME y RP, lo que generaba el aumento del volumen de los RP, ya que los RSU y RME al mezclarse con los RP, en automático se convertían en RP de acuerdo a los artículos 39 y 40 del RLGPGIR (Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión, 2006), por ello el interés de desarrollar una actualización del Plan de Manejo de RP, en las que se incluyan diversas capacitaciones para el personal enfocadas a la mejora del manejo y la gestión de los RP en la empresa.

Además de que se instalaron subalmacenes en cada departamento dentro de la industria, con su respectiva bitácora, y señalamientos para el uso correcto de cada RP, sin embargo la propuesta del Plan carece de seguimiento y actualización, de forma que se planteen estrategias asequibles y pueda ser aplicado en la empresa.

En el artículo 22, del RLGPGIR, la SEMARNAT podrá promover y suscribir convenios, para el logro de los objetivos del Plan de Manejo, al incentivar la minimización o valorización de los residuos, facilitar el aprovechamiento de los residuos, cómo incentivar el desarrollo de tecnologías económicas, ambientales y sociales del manejo de los RP (Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión, 2006). Por ello al realizar una actualización del Plan de Manejo, se podrá diseñar de una mejor forma las posibles estrategias de mejora, teniendo beneficios económicos, sociales y ambientales para la empresa y sus trabajadores, además de lograr bajar en la categoría de “Gran generador” a “pequeño generador”.

Al implementar propuestas de reducción descritas en la actualización del Plan de Manejo de RP, se espera tener una disminución cercana al 30%, por lo que esto permitirá el cambio de categoría de la empresa de gran a pequeño generador, al generar una cantidad menor a 10 toneladas por año.

De forma bimestral, la disposición de RP le cuesta a la empresa entre \$20,000 MXN a \$35,000 MXN, teniendo un costo anual que varía desde \$120,00 MXN hasta \$210,000 MXN al disminuir el 30% generado, se tendría un ahorro aproximado entre \$36,000 MXN y \$63,000 MXN.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Actualizar el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos en una industria cerámica, proponiendo estrategias de valorización para cambiar su clasificación de grande a pequeño generador.

5.2 Objetivos específicos

- Recopilar información de las bitácoras sobre generación de RP, por tipo y departamento.
- Establecer estrategias de minimización de RP a partir del aprovechamiento de los que son mayormente susceptibles a valorización.

- Diseñar e implementar un programa de capacitación al personal en materia de RP.
- Implementar un plan de estandarización en RP

6. METODOLOGÍA

Se consultaron las bitácoras del año 2020 de RP para cada uno de los 11 subalmacenes tanto de Planta 1, Planta 3 y PT, posteriormente se recolectó la información de la cantidad generada de cada residuo y se fue clasificando de acuerdo con el departamento generado, planta y tipo de residuo.

A continuación, con los datos recabados, se realizó el análisis del diagrama de Pareto, el cual es un gráfico en el que la información de los datos analizados se muestra mediante un diagrama de barras de forma descendente y en función de su prioridad (Rus, 2020). Con base en lo obtenido se identificó el 80% por tipo de RP de mayor generación en cada planta y departamento.

Según los resultados, se realizaron inspecciones para identificar las actividades que generaban dichos RP y con base a ello, se establecieron estrategias de minimización y valorización a los residuos de mayor generación, además se realizaron folletos y pláticas de 5 minutos dirigidas a los jefes de cada departamento, abordando temas como: la adecuada clasificación de los RP, así como el correcto almacenamiento y etiquetado de los contenedores de RP, siguiendo las especificaciones del artículo 46 y 82 del RLGPGIR.

Posteriormente, se recomendó realizar la actualización del Plan de Manejo siguiendo el capítulo 8 *“Ejecución y actualización del plan de manejo”* del PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011 Que establece los elementos y procedimientos para formular los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos, donde menciona que la actualización del Plan de Manejo se realizará a través de la presentación de la información contenida en la COA, salvo cuando se le efectúen modificaciones de proceso o sustitución de materiales o por alguna otra situación establecida en la regulación vigente, en cuyo caso, deberán ser notificadas a la SEMARNAT (SEMARNAT, 2011). Para reportar los productos y subproductos que se generan en la empresa se hace uso de la Figura 29, que se encuentra en el Anexo A.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Análisis 80-20 Generación de RP 2020 global

En la Figura 5 se muestra la generación total de RP para el año 2020.

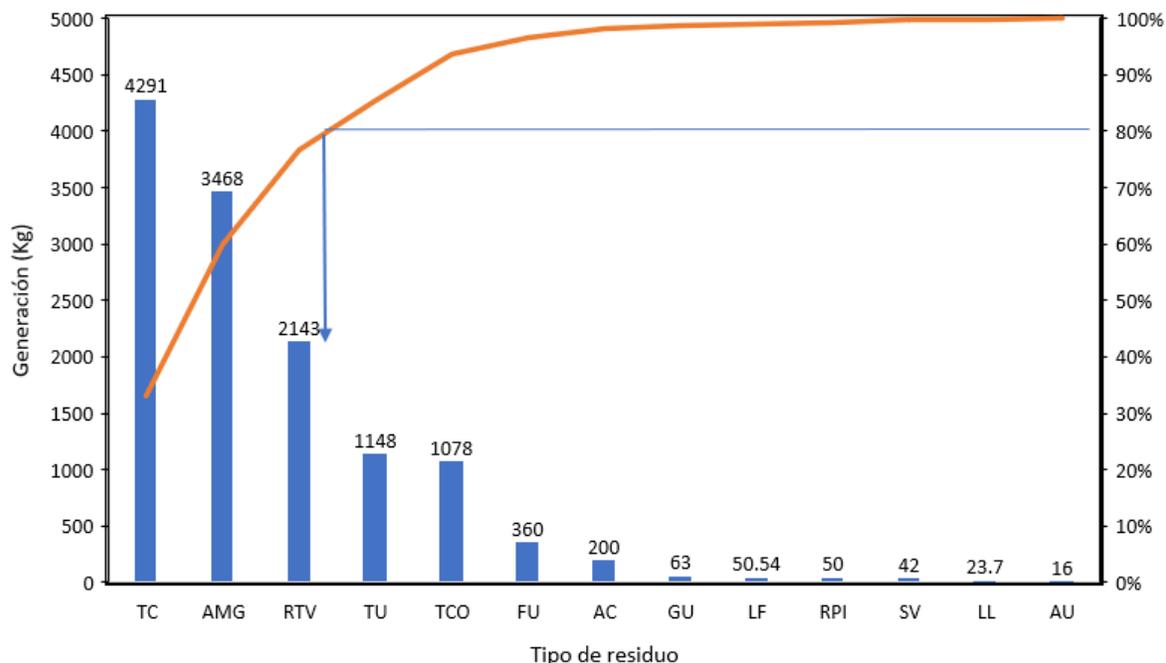


Figura 5. Análisis 80-20 generación de RP 2020 global.

Donde: AC: Agua contaminada, AMG: Aceites de Maquinaria Gastados, AU: Acumuladores Usados, FU: Filtros Usados, GU: Grasa Usada, LF: Lámparas Fluorescentes, LL: Latas Lubricantes, RPI: Recipientes Plásticos Impregnados, RTV: Recipientes de Tinta Vacíos, SV: Solventes Varios, TC: Trapo Contaminado, TCO: Tierra Contaminada y TU: Tinta Usada.

Como se observa en la Figura 5, en el año 2020 se tuvo una generación total de 12,934 kg. En este caso, la línea de color azul representa la acumulada, se realiza un trazado desde el eje de la derecha en el valor de 80% y se continúa hasta una intersección con la línea acumulada para obtener una pendiente hacia los datos. Para este caso el 80% del total corresponden a los RP de TC, AMG y RTV.

Se tomaron únicamente estos 3 residuos ya que son los de mayor generación y las propuestas de disminución tendrán un mayor efecto que en las de menor generación.

7.2 Costo por disponer los RP

A continuación en la Tabla 2 se muestran los costos por disposición para cada tipo de RP, en el Anexo B se muestra el original.

Tabla 2. Costo del servicio de recolección, manejo, transporte y disposición final de los RP.

Residuo Peligroso	Presentación	Costo
Tierra contaminada	Kg	\$ 6.00 x kg
Grasa residual	Kg	\$ 6.00 x kg
Filtros usados	Kg	\$ 6.00 x kg
Trapos contaminados	Kg	\$ 6.00 x kg

Lámparas fluorescentes	Pieza	\$ 8.00 x pieza
Aceite de maquinaria gastado	Tambor 200L	Sin costo de recolección
Acumuladores gastados	Pieza	\$ 2.00 x pieza
Tinta usada	Kg	\$ 6.00 x kg
Recipientes de tinta vacíos	Kg	\$ 6.00 x kg
Latas de lubricantes en aerosol	Kg	\$ 6.00 x kg
Solventes varios	Kg	\$ 6.00 x kg
Recipientes plásticos impregnados	Kg	\$ 6.00 x kg
Tóner de máquina digital	Kg	\$ 6.00 x kg
Agua contaminada	Litro	\$ 6.00 x kg

El servicio de recolección se realiza de forma mensual o bimestral, esto va en función de la cantidad generada, a continuación se muestra el costo por la disposición del mes de abril y mayo del año 2021.

Clave	No. Ident.	Cantidad	C. Unidad	Unidad	Descripción	V. Unitario	Importe
01010101		1.00	E48	SERVICIO	MANEJO DE SOLIDOS CONTAMINADOS	\$21,972.00	\$ 21,972.00
Impuesto Traslado Base: \$ 21972.00 Impuesto:002 Tipo Factor: Tasa Tasa o Cuota:0.160000 Importe: \$ 3515.52							

MANIFIESTOS NO.3400-3401

Figura 6. Costo del mes de abril del 2021.

Clave	No. Ident.	Cantidad	C. Unidad	Unidad	Descripción	V. Unitario	Importe
01010101		1.00	E48	SERVICIO	MANEJO DE SOLIDOS CONTAMINADOS	\$34,207.80	\$ 34,207.80
Impuesto Traslado Base: \$ 34207.80 Impuesto:002 Tipo Factor: Tasa Tasa o Cuota:0.160000 Importe: \$ 5473.25							

MANIFIESTOS NO. 3860-3861-3864 O.C.
75183-OS

Figura 7. Costo del mes de mayo del 2021.

Por cuestiones de confidencialidad, solo se permite mostrar el costo total de la disposición.

Como se observa, el costo varía mucho, partiendo desde \$20,00 MXN hasta \$35,000 MXN. Esto puede ser debido al aumento en la producción, mantenimientos, etc.

7.3 Análisis 80-20 Trapo Contaminado

En la Figura 8 se muestra al análisis 80-20 realizado para el residuo de Trapo Contaminado.

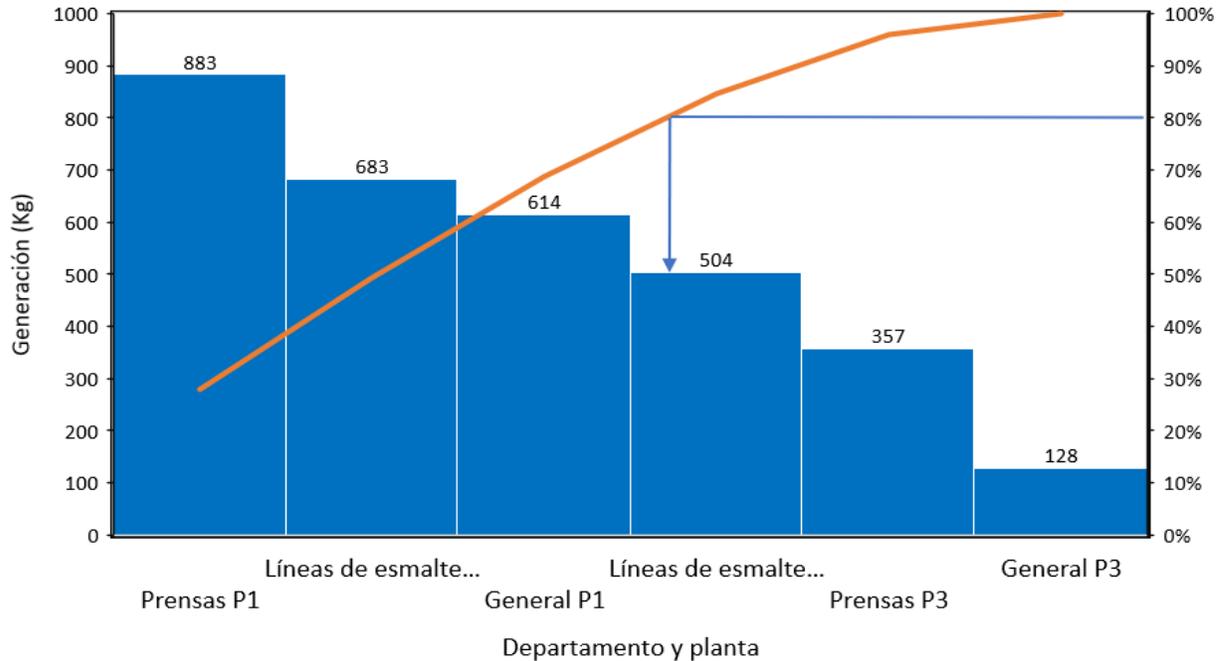


Figura 8. Análisis 80-20 del Trapo Contaminado

Donde: P1: Planta 1 y P3: Planta 3

*General se desconocía la procedencia de los RP por falta de etiquetado

7.3.1 Actividades generadoras en Prensas

- 1) La actividad que se realizaba al remover el polvo para limpiar los pisos, se hacía uso de mops donde los impregnaban con aceite o diésel y de esta forma poder barrer el polvo. Esta acción se realizaba dos veces en cada turno de ocho horas, generando como residuo un total de seis mops a la semana.
- 2) Al cambiar de moldes se realizaba una pequeña limpieza dentro de la prensa removiendo el polvo que se almacenaba en ese lugar, de igual forma se utilizaba un trapo y se impregnaba de aceite o diésel. Además usaban más trapos que impregnaban con aceite lubricante “aflojatodo” para poder retirar el molde y agregar el nuevo, la cual generaba alrededor de 5 trapos a la semana.
- 3) Las prensas generaban AMG el cual era llevado por unas bombas a un contenedor, dichas bombas presentaban fallas de manera regular lo que ocasionaba fugas. Cuando se presentaban esas situaciones, se solían emplear trapos para limpiar al área donde se derramó, generando alrededor de 3 trapos en cada falla.

7.3.2 Propuestas en Prensas

- 1) Se buscó el uso de biodiésel vegetal para sustituir el aceite y el diésel que se emplea para la recolección del polvo. Se realizó una pequeña prueba para comprobar su efectividad, resultando que se lograba una limpieza incluso mejor que al usar aceite, como se muestra en la Figura 9.



Figura 9. Prueba del Biodiésel vegetal

El costo mensual por la compra del biodiésel vegetal se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Costo del biodiésel vegetal.

Descripción		Precio
Traslado del biocombustible		\$ 200.00
Permisos de traslado del biocombustible		\$ 0.00
Biocombustible 400 L		\$15.50 x L
Descarga y reacomodo en el lugar		\$ 0.00
Subtotal	Impuestos	Total
\$6,400.00	\$1,024.00	\$7,424.00

Si bien, esto traería como beneficio que el TC se dejara de disponer como RP, se tendría un costo mensual de \$7,424 MXN, siendo de manera anual \$89,088 MXN. Si se toma como referencia lo generado de Trapos Contaminados en el año 2020 que fueron cerca de 4,291 kg y la empresa recicladora cobra \$6 MXN por kg, daría un total de \$25,746 MXN.

Por lo que la propuesta del cambio de biodiésel vegetal no se vería tan factible en la parte económica, pues saldría más caro que seguirlo disponiendo como RP,

aunque aún no se descarta la posibilidad de que los TC se puedan vender y con eso solventar la mayor parte del biodiésel vegetal.

- 2) Otra propuesta para esta actividad fue la compra de la barredora Picobello 101/151 con un precio de \$20,400.46 MXN. Esta barredora tiene una vida útil de hasta diez años, y al ser completamente manual, no requiere algún combustible, presenta dos cepillos cuyas vidas útiles va desde un año hasta tres años en función del uso que se les dé. Los costos de los cepillos son los siguientes: central \$2,542.49 MXN y lateral \$1,412.50 MXN.

Para este caso, partiendo que la disposición anual le cuesta a la empresa alrededor de \$25,291 MXN. Al comprar la barredora, después de un año de uso se comenzaría a tener un beneficio económico. Suponiendo que al año se compra un par de cada cepillo, se tendría un costo de \$7,909 MXN. Se estarían ahorrando cerca de \$17,381 MXN.

Además del beneficio económico, al dejar de disponer cerca de 4,291 kg de RP, se tendría un beneficio ambiental, siendo esta propuesta la más factible para este tipo de RP. La imagen de la barredora es la siguiente:



Figura 10. Barredora Picobello

Ambas propuestas no se lograron implementar por falta de presupuesto para realizar dichas compras, por lo que están en espera a ser autorizadas en el año 2022.

- 3) Se realizaron capacitaciones y pláticas entre los supervisores y personal de mantenimiento, mediante pláticas de 5 minutos, abordando el correcto uso

de los materiales así como su uso eficiente, de esta manera se pretende reutilizar los trapos utilizados en la limpieza de los moldes, se espera bajar el gasto de 5 a 3 trapos a la semana, obteniendo una reducción del 40% en el gasto de los trapos.

- 4) Realización de mantenimientos preventivos a las bombas, además de la colocación de charolas de contención en caso de que se sigan presentando las fugas de aceite. La otra propuesta igual al punto 2, fue la capacitación para realizar la limpieza con los trapos de manera eficiente, de esta forma, se logrará disminuir a 2 trapos por cada falla, representando un 33% en la reducción de trapos.

7.3.3 Actividades generadoras en Líneas de esmalte

Mientras que para el departamento de Líneas de esmalte se identificaron dos actividades generadoras de trapos contaminados:

- 1) La limpieza de los aspersores de tinta. El departamento cuenta con tres líneas donde se realiza la impresión de los diseños en la cerámica, a cada impresora se le limpiaba los aspersores al momento de cambiar el formato, mediante trapos lo cual genera un bote de 20 litros al mes en cada línea.
- 2) Una impresora presentaba fallas, la cual hacía que al momento de que se iba la luz, no retenía la tinta presente en los aspersores por lo que el personal colocaba una charola debajo de estos para contener el derrame posteriormente, agregaban como sólido una gran cantidad de trapos, con el fin de que al momento de retirar la charola no se derramara.

7.3.4 Propuestas en Líneas de esmalte

- 1) Para la limpieza de los aspersores, se tenía la propuesta de cambiar los trapos por algún otro material más absorbente, por ello, se habló con el encargado de esa área para ver la posibilidad, llegando a la conclusión que dichos trapos eran especiales para no rayar los aspersores, por lo que no se logró implementar algún otro material más absorbente. Entonces, se realizaron pláticas sobre el uso eficiente al momento de limpiar los aspersores, ya que se observó que el personal no le daba el máximo uso y aún los trapos tenían capacidad de absorber más tinta, como se muestra en la Figura 11.



Figura 11. Limpieza de los aspersores

Al realizar las pláticas se enfatizó sobre utilizar al máximo los trapos, al cabo de unos días se realizó una inspección para corroborar que estuvieran aplicando el uso eficiente en la limpieza en los aspersores, observado que los trapos se veían con más tinta absorbida, como se muestra en la Figura 12, el cual se utilizó para la limpieza de los aspersores, así como la limpieza de tinta que se encontraba en los equipos y contenedores.



Figura 12. Limpieza correcta de los aspersores

Con base en ello se espera ampliar el tiempo en que se llenan los botes, pasando de un mes a casi mes y medio por línea, por la disminución de la disposición de los trapos, teniendo una reducción cercana al 50%.

- 2) El personal realizaba una práctica inadecuada al rellenar la charola con trapos, ya que se perdía el objetivo de la charola (que era disminuir el uso de trapos). Esta práctica se realizaba por temor a ocasionar más derrames al momento de retirar la charola, por lo que se mandó a rediseñar y se le creó un orificio conectado a una manguera por donde la tinta se enviaba a otro contenedor más pequeño que posteriormente se vertía en el tambo especial para la tinta usada. De esta forma se eliminó totalmente el gasto de trapos (alrededor de 15) en dicha actividad. En la Figura 13 se muestra la charola empleada.



Figura 13. Charola de contención en Líneas de esmalte

7.4 Análisis 80-20 Aceite de Maquinaria Gastados

En la Figura 14 se muestra al análisis 80-20 realizado para el residuo de Aceite de Maquinaria Gastados.

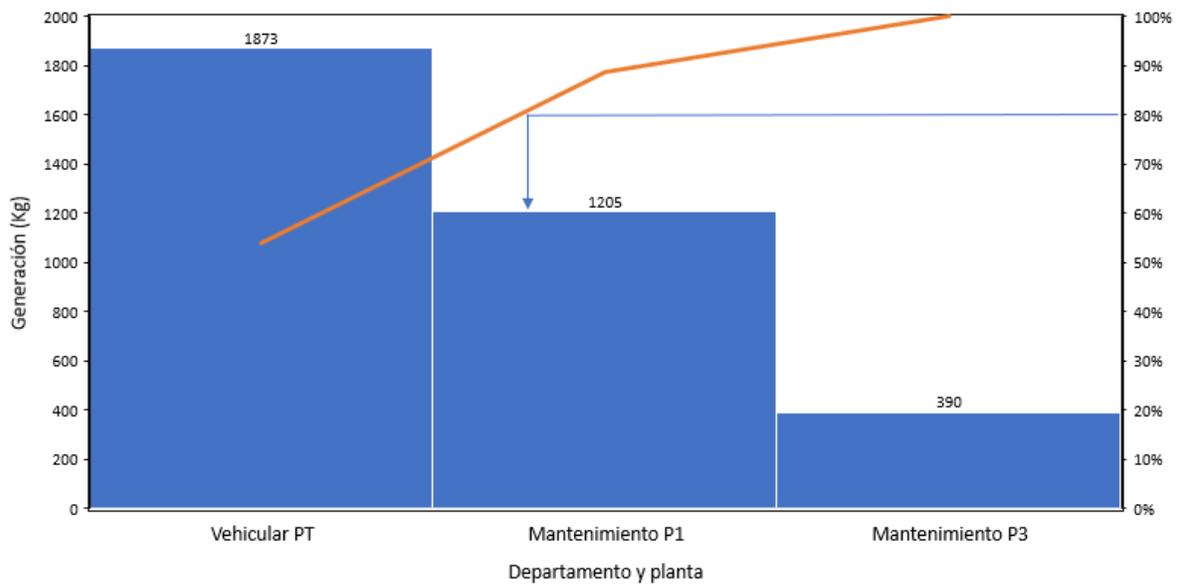


Figura 14. Análisis 80-20 del Aceite de Maquinaria Gastados.

Donde: P1: Planta 1, P3: Planta 3 y PT: Producto Terminado.

7.4.1 Actividades generadoras en Parque Vehicular

- 1) En este departamento la única actividad que generaba como residuo el aceite era su cambio en los vehículos de la empresa, como lo son camionetas y camiones de carga, generándose alrededor de 90 litros a la semana. Aunque este valor es aproximado, ya que todo dependía de la actividad de los vehículos y a la demanda de los productos.

7.4.2 Actividades generadoras en Mantenimiento

- 1) Casi de la misma manera que en el departamento de Parque vehicular, la actividad que genera este tipo de residuos es el mantenimiento y el cambio de aceite de los equipos dentro de la empresa, generando alrededor de 50 litros a la semana.

7.4.3 Propuestas en Parque Vehicular y Mantenimiento

- 1) Para el AMG se tiene como propuesta el trámite de SEMARNAT-07-024 utilizando el formato FF-SEMARNAT-034, en donde establece que el RP puede ser catalogado como un subproducto, y así otra empresa le podrá dar un uso. De esta forma, cerca de 4,000 kg dejarán de disponerse como RP, de este residuo no habría algún ahorro económico debido como se muestra en la Tabla 2, el servicio es totalmente gratuito.

7.5 Análisis 80-20 de los Recipientes de Tinta Vacíos

En la Figura 15 se muestra al análisis 80-20 realizado para el residuo de Recipientes de Tinta Vacíos.

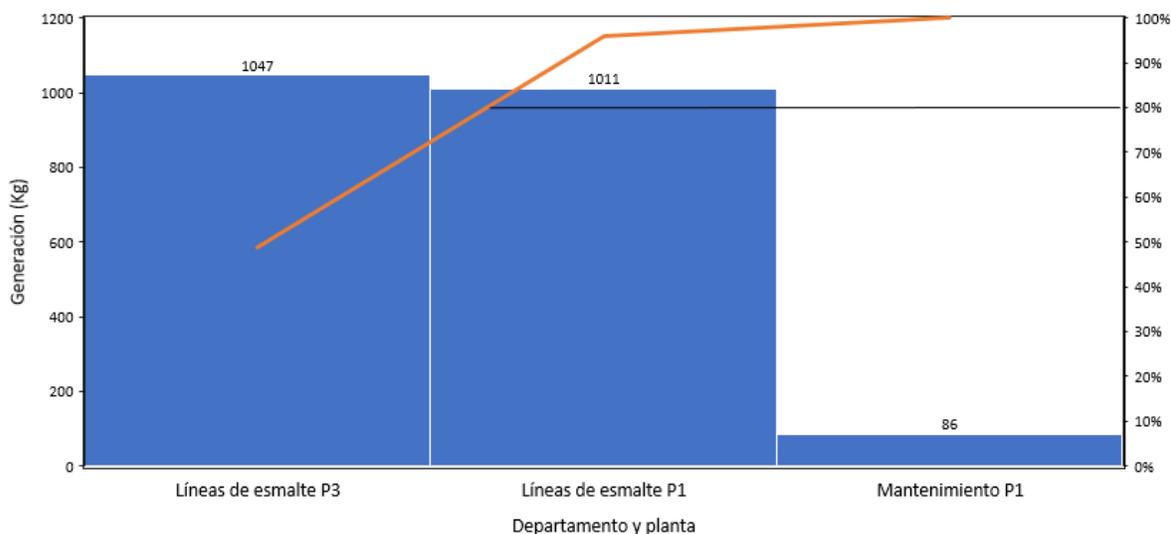


Figura 15. Análisis 80-20 de Recipientes de Tinta Vacíos

Donde: P1: Planta 1 y P3: Planta 3.

7.5.1 Actividades generadoras en Líneas de esmalte en P1 y P3

- 1) La única actividad que genera los recipientes de tinta vacíos es la impresión de los diseños en la cerámica. La cantidad de los recipientes varía debido al diseño que se esté elaborando, ya que algunos pueden ser completamente blancos (sin tinta) y otros pueden ser con diseños más complejos. Otro factor importante es que no siempre se operan todas las líneas de esmalte debido a que en algunas se les puede realizar mantenimiento. De manera general se tiene una generación de entre 40 hasta 70 recipientes por semana en ambas plantas.

7.5.2 Propuestas en Líneas de esmalte en P1 y P3

- 1) La primera propuesta fue la identificación de los diferentes proveedores de las tintas para conocer si realmente presentaban características peligrosas. Se observó que algunos envases de color azul y café, las tintas tenían la leyenda de “Material no peligroso” por lo que se buscará la posibilidad de realizar una clasificación y separación para disponer únicamente los envases que sí presenten características peligrosas y vender los recipientes que no presenten alguna peligrosidad.

A continuación se muestran los recipientes con características no peligrosas y peligrosas.



Figura 16. Recipientes de Tinta sin características CRETIB.

En el primer recipiente se observa que la misma empresa proveedora, eliminó lo que pareciera ser el pictograma de seguridad. Mientras que en el segundo recipiente se lee la leyenda “Material no peligroso” en la parte de arriba en el lado izquierdo. Por lo que se asume que dichas tintas para esos colores no presentan características CRETIB.



Figura 17. Recipientes de Tinta con características CRETIB

Para este caso, el recipiente de color beige sí presenta la característica de peligro a la salud. Esto puede ser debido a algún componente especial para este color.

- 2) La segunda propuesta es la elaboración de un carrito en donde se colocarían los recipientes de tinta y en la parte de abajo otro recipiente de tinta que funcionaría como contenedor, en donde al tener una suficiente cantidad se vertería a las impresoras para su reúso, así se maximiza la cantidad de la tinta, disminuyendo los recipientes a emplear para la impresión. En la Figura 18 se muestra el carrito en uso.



Figura 18. Carrito para tintas

Al estar implementando el carrito se generaron varios inconvenientes, los cuales son los siguientes:

- En Líneas de esmalte en P1 cuentan con 3 impresoras, únicamente en una no se puede verter los recipientes directamente en la impresora, por lo que el remanente se quedaba en los recipientes. En ese caso era necesario el uso del carrito para su recuperación, pero el personal no lo hacía con el argumento de que esa línea no la usaban frecuentemente. Al estar haciendo inspecciones, se observó que dicha línea sí la usaban con frecuencia, y así, después de varias pláticas con el personal sobre los beneficios de estar usando el carrito, optaron por implementarlo.
- Se observó tanto en P1 como en P3 que el remanente en los recipientes no era demasiado y que esté tardaba en caer hasta el contenedor, tardando hasta semanas para que fuera una cantidad suficiente y poder reutilizarlo en las impresoras, por lo que se secaba o se contaminaba por el polvo ahí presente, generando la inutilización de la tinta.

A continuación se muestran los gramos de tinta recuperada en P3.

Tabla 4. Tinta recuperada

Tinta	Fecha	Tara (g)	Tinta (g)	Destare (g)
Marrón	01/03/21	18.6	634.20	0.62
	09/03/21	18.6	634.40	0.62
	03/18/21	18.6	634.80	0.62
	06/04/21	18.6	959.80	0.94
	26/04/21	18.6	1,172.90	1.15
	12/05/21	18.6	1,184.00	1.17
	17/05/21	18.6	1,184.10	1.17
Amarillo	01/03/21	18.6	563.70	0.55
	09/03/21	18.6	645.60	0.63
	03/18/21	18.6	683.60	0.67
	06/04/21	18.6	793.70	0.78
	26/04/21	18.6	1,020.90	1.00
	12/05/21	18.6	1,070.70	1.05
	17/05/21	18.6	1,070.70	1.05

- 3) La tercera propuesta fue la limpieza de los recipientes con solventes para poder “arrastrar” el remanente de la tinta a un contenedor y se dejaba vaporizar el solvente y quedaba únicamente la tinta. Posteriormente el recipiente se enjuagaba con agua, ya que había la posibilidad de que otra empresa les diera un uso. Sin embargo ello no se logró debido a que en un

principio se esperaba gastar poca cantidad de agua, pero al momento de implementarlo, resultó que se generaba una gran cantidad de agua contaminada, por lo que no se vio factible puesto que únicamente hubo un intercambio de RP, dejándose de implementar dicha propuesta. En la Figura 19 se muestra el equipo que se empleó.



Figura 19. Equipo de lavado para los recipientes

7.6 Capacitaciones al personal

Se identificó que el personal dentro de la planta la mayoría desconocía que era un RP, cuáles se generaban dentro de la empresa o qué acciones se debían hacer en caso de derrames. Además, no se realizaba un correcto etiquetado de los RP, así como su almacenamiento apropiado, ya que se sobrepasaba la capacidad máxima de los contenedores, aunado a la mezcla de otros tipos de residuos con los RP.

Por ello, se realizaron pláticas de 5 minutos dirigidas al personal así como a los jefes de cada departamento, donde se habló de temas como: ¿Qué es un Residuo Peligroso?, ¿Qué características presentan?, RP generados en la empresa y su correcto almacenamiento. Estas pláticas se realizaron durante una semana y el formato que se utilizó se muestra a continuación.

OBJETIVO	
Dar a conocer la correcta clasificación de los Residuos Peligrosos	
RESPONSABLE	Instructor del Equipo
ALCANCE	Personal de oficina y operativo.
DURACIÓN	5 minutos
DESCRIPCIÓN	Esta actividad es realizada en las reuniones de producción, reunión de supervisores con equipo operativo, y reuniones de áreas administrativas. Bajo los siguientes lineamientos: grupos máximos de 5 personas, mantener en todo momento sana distancia (1.5 mts) y uso Equipo de Protección Personal Sanitario (Lentes de seguridad y cubrebocas)
RESIDUOS PELIGROSOS	
<p>Para iniciar la dinámica el instructor de equipo hace la introducción del tema de cultura del día.</p> <p><i>En esta ocasión hablaremos de los Residuos Peligrosos, su clasificación y su correcta disposición.</i></p> <p>El instructor inicia la plática preguntando al grupo ¿Cómo definirían a los Residuos Peligrosos? ¿Conocen cuáles son sus características? ¿y da el espacio a dos o tres respuestas por parte de grupo, luego continúa mencionando que:</p> <p>Los residuos peligrosos es un tipo de residuo no reciclable o considerado peligroso por tener propiedades intrínsecas que presentan riesgos para la salud y para el medio ambiente, estas son las características CRETIB</p> <p>Los Residuos Peligrosos cuentan con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Corrosivo - Rectivo - Explosivo. - Tóxico 	

Figura 20. Formato de pláticas de 5 minutos

A la vez, se realizó un folleto en materia de RP que fue entregado a los jefes de departamento para que ellos se los hicieran llegar al personal. En este caso se abordaron temas como: ¿Qué es un Residuo Peligroso?, ¿Qué características presentan?, RP generados en la empresa, el correcto almacenamiento, ¿qué hacer en caso de derrames?, ¿qué no se debe hacer al momento de manejar los RP?, y finalmente los horarios para recibir los RP en el almacén. A continuación se muestra una cara del folleto.



Figura 21. Diseño del folleto

7.7 Seguimiento de la capacitación

Antes de realizar la capacitación se observaba a la mayoría de los contenedores sin etiquetado, presentando mezclas de RP con RME incluso con RSU, y a su vez se mezclaban varios RP en un mismo contenedor. A continuación se muestran algunos ejemplos.



Figura 22. Almacenamiento inadecuado de RP

En la Figura 22 se muestra el incorrecto almacenamiento de contenedores con AMG, las cuales no presentaban etiquetado, el lugar donde se disponía no era el correcto y estaban colocados sobre suelo natural.

Después de la capacitación a los jefes de departamento, ellos etiquetaron y transportaron estos contenedores al almacén de RP donde se dispusieron correctamente.

En la Figura 23 se muestra la mezcla de los residuos en un contenedor para trapos contaminados. En la mezcla se encontraron bolsas de plástico, aluminio, botellas, envolturas, papel; quedando la capacidad del contenedor sobreexcedida. Además usaron una bolsa para disponer lo que era Tierra contaminada, y no presentaba el etiquetado correcto.



Figura 23. Mezcla de RP e incorrecta disposición

Otro ejemplo se presentó en el departamento de Hornos, en donde se tenía una nula clasificación de los residuos, ya que mezclaban los trapos contaminados con RME (mangueras, cartón, plástico). Además se observa un claro exceso de residuos en el contenedor.



Figura 24. Contenedor en Hornos antes de la capacitación

De igual forma después de las capacitaciones, se realizó una mejora en el almacenamiento temporal de los RP, colocándolos en los contenedores de manera adecuada. Se siguieron realizando inspecciones sin que se volviera a presentar la mezcla de RP, ni exceso de la capacidad del contenedor. En la Figura 25 se muestra la correcta disposición.



Figura 25. Contenedor en Hornos después de la capacitación

Con estas acciones se logrará disminuir la cantidad de RP generados, cercana al 20%, obteniendo impactos económicos, ya que el volumen de los RP a disponer con la empresa recicladora disminuiría, así como la cantidad de contenedores a emplear.

Además se obtuvieron impactos sociales, debido a que los RP ya no sobresalían del contenedor dando una mala imagen, ahora al tener los contenedores sin excedente generaba un cambio positivo al personal que laboraba cerca de éstos.

7.8 Estandarizado de los RP

Como se ha mencionado, el personal desconocía que RP se generaban en la empresa, en consecuencia, al momento de estar etiquetando los contenedores, colocaban distintos nombres al correspondiente, por lo que al momento de registrarlos en las bitácoras se encontraban distintos nombres para un mismo RP lo que podría generar un problema ante la PROFEPA. Además no seleccionaban que características CRETIB presentaba el RP. Un ejemplo de ello se muestra en la Figura 26.



Figura 26. Contenedores con etiqueta inadecuada

Se observa en la Figura 26 que el contenedor rojo tiene el nombre de “Trapos impregnados de Aceite”. Este nombre de RP no está registrado ante SEMANART, el nombre correcto sería “Trapos contaminados”. Además no se realiza la selección de la característica CRETIB que presenta, ni en el pictograma de seguridad. Este mismo caso se repite para el contenedor azul registrado como “Aceite” donde lo correcto sería “Aceite de Maquinaria Gastado”.

Dicho esto, se creó una estandarización que fue entregada a cada departamento en donde se muestran todos los nombres de los RP, así como el pictograma aplicable y su característica CRETIB, como se muestra en la Figura 27.

Estandarización para el etiquetado de los Residuos Peligrosos

Residuo Peligroso	Pictograma de seguridad	CRETIB
Aceite de maquinaria gastado		T: Tóxico I: Inflamable
Acumuladores usados		C: Corrosivo R: Reactivo E: Explosivo T: Tóxico
Agua contaminada		T: Tóxico
Filtros usados		T: Tóxico I: Inflamable
Grasa usada		I: Inflamable
Lámparas fluorescentes		T: Tóxico
Latas lubricantes		I: Inflamable
Recipientes de tinta vacíos		T: Tóxico I: Inflamable
Recipientes plásticos impregnados		I: Inflamable

Figura 27. Hoja de estandarización

Al aplicar la estandarización se logró apreciar un cambio dentro las primeras semanas, en donde el personal hacia uso de la hoja y realizaba el etiquetado correctamente. En la Figura 28 se muestra un contenedor con el nombre del RP correcto, así como la selección de la característica CRETIB y el pictograma de seguridad.



Figura 28. Contenedor correctamente etiquetado.

8. CONCLUSIONES

Al realizar la recopilación de las bitácoras se obtuvo que los Trapos Contaminados en Prensas y Líneas de esmalte en P1 y P3, Aceite de Maquinaria Gastados en Parque Vehicular y en Mantenimiento en PT y P1, finalmente el residuo de Recipientes de Tinta Vacíos en los departamentos de Líneas de esmalte en P1 y P3 fueron los de mayor generación y se les aplicó las mejoras de disminución.

La propuesta del carrito de tintas no fue viable debido a que se recolectaba muy poca y la tinta tendía a secarse o a caducarse, de igual forma el equipo de lavado no resultó factible ya que generaba una gran cantidad de agua contaminada.

Por falta de presupuesto, no se lograron implementar las mejoras que requerían una gran inversión, como fue la barredora.

Se implementaron capacitaciones del personal como fueron las pláticas de 5 minutos y la elaboración de folletos, en donde se habló de temas relacionados a los RP generados en la empresa, al correcto almacenamiento y el uso eficiente de los equipos.

Al realizar el estandarizado del etiquetado de RP no se volvieron a presentar irregularidades en los contenedores, facilitando la recopilación en las bitácoras del almacén.

Se obtuvieron beneficios económicos, ya que el volumen de los RP a disponer con la empresa recicladora era menor disminuyendo el costo de disposición.

Por la falta de tiempo disponible no se logró realizar la actualización en la COA, pero se espera que al haber realizado las mejoras y propuestas de disminución (capacitación al personal, pláticas de 5 minutos, elaboración de folletos, diseño de charola para las tintas, la categorización del AMG como subproducto, diferenciación de los RTV) se haya logrado una reducción cercana del 30% de 12,934 kilogramos en la generación de residuos peligrosos, por lo que en el siguiente año 2022, baje de categoría de Grande generador a pequeño generador.

Los objetivos fueron cumplidos parcialmente, sin embargo estas propuestas servirán de base para continuar con la implementación del plan de manejo de RP actualizado, darle evaluación y seguimiento, y el próximo año (2022), analizar si hubo una disminución de RP en el año 2021, y si se logró bajar la categoría a pequeño generador, lo cual se podrá visualizar en el reporte de la COA que se realice en el año 2022.

9. LITERATURA CITADA

Asesores Cabil. (2019, febrero 21). ¿Qué es y para qué sirve tramitar la COA ante SEMARNAT? asesorescabil.com. <https://www.asesorescabil.com/para-que-sirve-la-coa/>

Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión. (2015a, 22 de mayo). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. México: Diario Oficial de la Federación.
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lpggir/LGPGIR_orig_08oct03.pdf

Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión. (2015b, 01 de enero). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. México: Diario Oficial de la Federación.
<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/148.pdf>

Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión. (2006, 30 de noviembre). *Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. México: Diario Oficial de la Federación.
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.doc

Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión (2021, 11 de marzo). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. México: Diario Oficial de la Federación.
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Constitucion_Politica.pdf

- Cesantoni (2021). + de 30 años de innovación de diseño. Cesantoni.com.mx
<https://www.cesantoni.com.mx/somos.php>
- Guzmán, A. (2016). *Taller en materia de Residuos Peligrosos*. Obtenido de Procuraduría Federal de Protección al Ambiente: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/138509/1_curso_de_residuos_rpe_sep2016.pdf
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente [PROFEPA]. (2014). *Control de Residuos Peligrosos*. Profepa.gob.mx
http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/1370/1/mx/control_de_residuos_peligrosos.html
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente [PROFEPA]. (2019). *Obligaciones de las empresas en materia de Residuos Peligrosos*. Profepa.gob.mx
<https://www.gob.mx/profepa/articulos/obligaciones-de-las-empresas-en-materia-de-residuos-peligrosos?idiom=es#:~:text=De%20acuerdo%20con%20la%20Ley,gaseos%20en%20recipientes%20o%20dep%C3%B3sitos.>
- Redacción. (2021). *Definición de Pirámide de Kelsen*. Recuperado de: <https://conceptodefinicion.de/piramide-de-kelsen/>
- Sánchez, R. (2021) Instalaciones de Cesantoni. [Figura]. Recuperado de <https://tec.mx/es/noticias/zacatecas/emprendedores/empresario-zacatecano-recibe-premio-al-merito-exatec>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2006). NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. México: Diario Oficial de la Federación. Publicada: 23 de junio de 2006
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2015). *Convenio de Basilea*. Gob.mx. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/convenio-de-basilea>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2020). *Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos*. Gob.mx. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>

10. ANEXOS

Anexo A.

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

Figura 29. Productos y subproductos

Anexo B.

Por medio de la presente me permito poner a su consideración la siguiente propuesta para un servicio integral de recolección, manejo, transporte y disposición final de residuos en sus instalaciones:

RESIDUOS PELIGROSOS	PRESENTACION	COSTO
1. Residuos sólidos contaminados (varios)	Kg.	\$ 6.00 x kg.
2. Mangueras contaminadas	Kg.	\$ 6.00 x kg.
3. Tierra contaminada	Kg.	\$ 6.00 x kg.
4. Grasa residual	Kg.	\$ 6.00 x kg.
5. Filtros impregnados	Kg.	\$ 6.00 x kg.
6. Trapos impregnados con aceite	Kg.	\$ 6.00 x kg.
7. Lámparas fluorescentes	Pieza	\$8.00 x pieza
8. Foco ahorrador	pieza	\$2.00 x pieza.
9. Aceite usado	Tambor 200L o granel	Sin costo de recolección
10. Acumuladores Automotrices	Pieza	Sin Costo de recolección
11. Tinta Usada	Kg.	\$ 6.00 x kg.
12. Recipientes de tinta usada	Kg.	\$ 6.00 x Kg.
13.-Latas de lubricantes en aerosol	Kg.	\$ 6.00 x kg.
14.- Balastras	Kg.	\$ 6.00x kg.
15.- Solventes	Kg.	\$ 6.00 x kg.
16.- Recipientes de plástico usado	Kg.	\$ 6.00 x kg.
17.- Tóner de máquina digital	Kg.	\$ 6.00 x kg.
18.- Agua Contaminada con hidrocarburo.	Lt.	\$ 6.00 x lt.

Figura 30. Costo por disposición