

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

**GESTIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EXISTENTES EN LA EPN
(BODEGA DE LA METALMECÁNICA SAN BARTOLO)**

**Establecer las estimaciones que permitan la mejor dosificación
para incineración de desechos**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

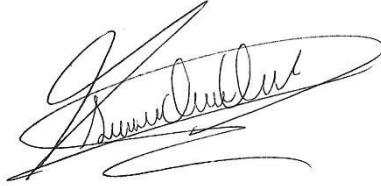
STEVEN ALEXANDER ONTUÑA JARAMILLO

DIRECTOR: Dr. CARLOS GUSTAVO ARELLANO CAICEDO

DMQ, FEBRERO DE 2022

CERTIFICACIONES

Yo, STEVEN ONTUÑA declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



STEVEN ONTUÑA

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por STEVEN ONTUÑA, bajo mi supervisión.



Dr. CARLOS ARELLANO
DIRECTOR

Certificamos que revisamos el presente trabajo de integración curricular.

NOMBRE_REVISOR1
REVISOR1 DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR

NOMBRE_REVISOR2
REVISOR2 DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

STEVEN ONTUÑA

Dr. CARLOS ARELLANO

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a:

A mis padres René y Mónica, quienes representan el pilar fundamental de mi vida, que gracias a su esfuerzo, amor y paciencia me he convertido en la persona que soy hoy en día, que gracias a su apoyo he logrado cumplir una meta más y es por ellos que siempre puedo avanzar. Gracias por estar siempre a mi lado.

A mi hermano Bryan por su cariño y apoyo, por ser el mejor amigo que podría tener y por compartir conmigo emociones y experiencias a lo largo de toda esta etapa de mi vida.

Finalmente, a toda mi familia, quienes me abrieron sus puertas y me brindaron su cariño. Gracias a todos los consejos que me han compartido y que me han permitido ser una mejor persona.

AGRADECIMIENTO

Expreso mis más grandes agradecimientos a todas aquellas personas que de alguna forma me han permitido culminar este proyecto.

A la Escuela Politécnica Nacional, a la Facultad de Ingeniería Ambiental, a todos los profesores, en especial a María Belén Aldás, que han compartido conmigo un poco de su conocimiento a lo largo de mi travesía en esta carrera y me han permitido crecer día a día como profesional.

A la Ing. Lucía Montenegro, quien ha depositado en mí su confianza para la realización de este proyecto.

Y finalmente al Dr. Carlos Arellano que gracia a su conocimiento, tiempo, dirección y apoyo permitió el desarrollo del presente proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Alcance	2
1.4 Marco teórico	3
1.4.1 Desechos Peligrosos.....	3
1.4.2 Proceso de Incineración.....	4
1.4.3 Combustión y Tipos de combustión.....	5
1.4.4 Tipo de incineradoras.....	6
1.4.5 Normas técnicas.....	9
2 METODOLOGÍA.....	11
2.1 Visitas a la bodega ubicada en San Bartolo	12
2.2 Contabilización y clasificación de los desechos peligrosos destinados al proceso de incineración.....	15
2.3 Pesaje de los desechos peligrosos incinerables	16
2.4 Caracterización de los desechos incinerables ubicados en la bodega de San bartolo	17
2.4.1 Tóner.....	17
2.4.2 Tinta.....	17
2.5 Recopilación de información bibliográfica.....	18
2.5.1 Búsqueda de información sobre las Tintas y Tóneres	18
2.5.2 Estimación de tipo de incineradora y tipo de combustión utilizada en el proceso de incineración	18
2.5.3 Parámetros utilizados en la quema de los desechos peligrosos y resultados obtenidos.....	19
3 PRUEBAS, RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	21
3.1 Pruebas.....	21
3.2 Resultados	21
3.2.1 Estado de los galpones ubicados en la metalmecánica San bartolo.....	21

3.2.2	Registro de desechos peligrosos encontrados en la bodega San Bartolo ..	22
3.2.3	Composición de las tintas y tóneres	25
3.2.4	Estimación de los parámetros de incineración de los desechos peligrosos	26
3.2.5	Estimación de contaminantes resultantes del proceso de incineración.....	28
3.2.6	Comparación con los límites máximos permisibles vigentes en la normativa ecuatoriana.....	30
3.3	Conclusiones.....	32
3.4	Recomendaciones	33
4	BIBLIOGRAFÍA	34
5	ANEXOS.....	1
	ANEXO I. Inventario de desechos peligrosos	1

RESUMEN

La Escuela Politécnica Nacional (EPN) ubicada en Quito, Ecuador, tiene a su disposición bodegas en las cuales almacena desechos comunes y peligrosos. Estos desechos carecen de una gestión integral, motivo que ha llevado a la acumulación de los mismos a largo de los años, provocando que con el paso del tiempo sea aún más difícil el proporcionarles una disposición final adecuada. El presente proyecto tiene como objetivo analizar la posibilidad de someter a un proceso de incineración desechos peligrosos encontrados en una de las bodegas de la EPN, la metalmecánica San Bartolo. Los desechos elegidos fueron las tintas y los tóneres, productos comunes y muy presentes en una comunidad estudiantil, que, tras terminar con su vida útil, terminan almacenados en estas bodegas. Se determinó que las tintas y tóneres encontradas, se encuentran constituidas por 2 elementos principales, poliéster y acetato de polivinilo respectivamente. Al no realizarse pruebas de laboratorio, toda la información recolectada es de carácter bibliográfico. Se concluye que si es posible el incinerar estos desechos de poliéster y acetato de polivinilo siempre y cuando se sigan las características estipuladas a continuación. La combustión debe alcanzar temperaturas mayores a 900 °C en la cámara principal, temperaturas dentro del rango de 1100 y 1250 °C en la cámara secundaria con tiempos de retención de 2 segundos. Estas estimaciones permitirán un buen proceso de combustión, recuperación de energía en la cámara secundaria y que las emisiones de contaminantes se encuentren dentro de los límites máximos permisibles de la normativa ecuatoriana.

PALABRAS CLAVE: desechos peligrosos, proceso de incineración, combustión, incinerador de horno, tinta, tóner, poliéster, acetato de polivinilo, límites máximos permisibles.

ABSTRACT

The university Escuela Politécnica Nacional (EPN) is located in Quito, Ecuador. It has warehouses in which it stores common and hazardous waste. These wastes lack comprehensive management, which has led to their accumulation over the years, making it even more difficult to provide them with an adequate final disposal. The objective of this project is to analyze the possibility of subjecting hazardous waste found in one of the EPN warehouses, the San Bartolo metal-mechanic plant, to an incineration process. The wastes chosen were inks and toners, common products and very present in a student community, which, after finishing their useful life, end up stored in these warehouses. It was determined that the inks and toners found were made up of two main elements, polyester and polyvinyl acetate, respectively. Since no laboratory tests were carried out, all the information collected was bibliographic. It is concluded that it is possible to incinerate these polyester and polyvinyl acetate wastes as long as the characteristics stipulated below are followed. The combustion should reach temperatures higher than 900 °C in the main chamber, temperatures within the range of 1100 and 1250 °C in the secondary chamber with retention times of 2 seconds. These estimates will allow a good combustion process, energy recovery in the secondary chamber and that pollutant emissions are within the maximum permissible limits of Ecuadorian regulations.

KEYWORDS: hazardous waste, incineration process, combustion, furnace incinerator, ink, toner, polyester, polyvinyl acetate, maximum allowable limits.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

La gestión de desechos sólidos constituye una de la mayores problemáticas ambientales y sociales a nivel global [1]. Factores como el rápido crecimiento poblacional, la alta concentración demográfica en grandes ciudades, el desarrollo económico, el desarrollo del sector industrial y/o empresarial, los cambios en patrones de consumo y las mejoras del nivel de vida, entre otros, han incrementado la generación de desechos sólidos en los pueblos y ciudades [2]. Según Kaza et al. (2018), esto traerá como consecuencia que los desechos incrementen un 70% en los 30 años próximos, lo que generaría un volumen de 3 400 millones de toneladas anuales de desechos afectando así a la salud y al ambiente. [3].

La gestión de los desechos peligrosos es de aun mayor preocupación, ya que, el dejarlos libres sin una apropiada gestión conlleva problemáticas ambientales y a la salud humana [4]. Estos desechos son generados principalmente por el sector manufacturero, el sector agroindustrial, el sector destinado a la prestación de servicios hospitalarios y el sector doméstico [5]. La Comisión Económica y Social de las Naciones Unidas para Asia y el Pacífico [5], menciona que para el año 2025, los dos tercios de la población mundial estará viviendo en ciudades, y a medida que las ciudades crezcan, también lo hará la generación de residuos. Esto ocurre con tal velocidad que cada año es más complicado el realizar la recolección y gestión de los desechos.

La Escuela Politécnica Nacional (EPN) tiene en su bodega de San Bartolo una gran cantidad de desechos sólidos almacenados por más de veinte años dentro de los que se destacan: computadoras, impresoras, teclados, equipos de laboratorio (inclusive radiactivos), a los mismos que no se les ha dado una gestión integral.

El propósito del presente proyecto es el estudio de tratabilidad de desechos peligrosos de la bodega de San Bartolo que sean aptos para el proceso de incineración. Para este fin se utilizó un proceso térmico de desechos sólidos el cual consta en la reducción de volumen de dichos desechos con el uso de energía en forma de calor.

1.1 Objetivo general

El objetivo del presente proyecto fue encontrar la dosificación óptima para la incineración de desechos peligrosos ubicados en la bodega metalmecánica San Bartolo, perteneciente a la EPN.

1.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos del presente trabajo fueron:

- Realizar el inventario de los desechos incinerables ubicados en la metalmecánica San Bartolo.
- Realizar análisis de caracterización de desechos.
- Elaborar menús de incineración de los desechos ubicados en la bodega de la metalmecánica San Bartolo.
- Realizar estimaciones con respecto a pruebas de incineración utilizando bibliografía como referencia.

1.3 Alcance

El alcance del presente estudio fue el de elaborar una estimación de la dosificación de residuos para el proceso de incineración, para lo cual se tomaron en cuenta los desechos sólidos existentes en la bodega de la EPN ubicada en San Bartolo. Para este fin, se solicitó al área de inventarios de la EPN los listados de baja de los principales equipos de computación y equipos de laboratorio y se compararon con los existentes en bodega. Posteriormente se realizó una revisión bibliográfica de la tratabilidad de los mismos identificándose aquellos que puedan: incinerarse, encapsularse y/o reciclarse.

Después de la identificación del tratamiento se procedió a definir los parámetros de disposición final adecuada de aquellos desechos (un máximo de tres) que permitan un tratamiento o reciclaje adecuado de los desechos ubicados en la bodega San Bartolo. Una vez identificado todos aquellos desechos que son aptos para el proceso de incineración se procedió a realizar las estimaciones utilizando bibliografía como referencia del estudio, con el objetivo de definir los parámetros y condiciones óptimos para un correcto proceso de incineración. En este proceso se utilizó como referencia de la legislación, la Reforma de Texto Unificado de Legislación Secundaria y Medio Ambiente (TULSMA), Anexo 3 como medio de control de emisiones, así como la constitución ecuatoriana y el Código Orgánico del Ambiente (CODA) asegurando el cumplimiento de la normativa vigente.

El objetivo final del presente proyecto fue el de proponer un modelo de gestión que garantice la disposición final de los desechos sólidos peligrosos, con emisiones dentro de los límites permisibles de la normativa vigente para todos aquellos desechos incinerables que se encuentran localizados en la bodega de la EPN en San Bartolo

1.4 Marco teórico

No cabe duda que el proceso de gestión de los desechos sólidos especialmente de los desechos peligrosos es un tema de gran preocupación a nivel mundial. Tan solo el año 2016 se generaron a nivel mundial 242 millones de toneladas de residuos plásticos que representa el 12% de residuos totales producidos [5]. El constante avance tecnológico ha provocado una rápida urbanización, crecimiento poblacional y aumento del desarrollo económico, generando así una creciente demanda de recursos por parte de la sociedad [1]. La sociedad se ha visto obligada a cambiar su esquema de consumo y producción en las últimas décadas, lo cual ha causado que el mundo se vuelva más productivo para poder sostener esta nueva demanda. Esto ha traído consigo la problemática de una generación inmensa de desechos sólidos. Según información del Banco Mundial (2018) [5], para el año 2050 la cantidad de desechos mundiales aumentará en un 70%

La Escuela Politécnica Nacional del Ecuador (EPN), carece de un modelo de gestión integral de desechos sólidos. Entre estos se encuentran desechos comunes y desechos peligrosos que han terminado acumulados en las bodegas sin un plan a corto o mediano plazo para su disposición final. Actualmente la Escuela Politécnica Nacional consta de tres bodegas de almacenamiento de desechos: 1) Bodega ubicada en la Metalmecánica San Bartolo, 2) Bodega ubicada en el laboratorio de Química de la EPN y 3) Bodega ubicada en Tumbaco.

1.4.1 Desechos Peligrosos

Los desechos peligrosos se definen como desechos (sólidos, líquidos o gaseosos) que por naturaleza son inherentemente peligrosos, pudiendo provocar un daño tanto a la salud humana como al medio ambiente [6]. De acuerdo al Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) documento 2266 [6], se define como sustancias peligrosas aquellas que cumplen una de las siguientes características:

1. Explosivos
2. Gases Inflamables
3. Líquidos Inflamables

4. Sólidos Inflamables
5. Sustancias Comburentes y Peróxidos Orgánicos
6. Sustancias Tóxicas y Sustancias Infecciosas
7. Material Radioactivo
8. Sustancias Corrosivas
9. Sustancias y objetos peligrosos varios

1.4.2 Proceso de Incineración

El proceso de incineración es un mecanismo térmico aplicable en el tratamiento de desechos comunes y desechos peligrosos con el objetivo de reducir la cantidad y el volumen de los mismos [7]. Este proceso genera cenizas y escorias a partir de los desechos peligrosos que pueden ser reutilizados o eliminados de un modo más seguro en los vertederos [8].

En el caso específico de los desechos peligrosos, Anastasiadou et al. (2012) [9], menciona como meta del proceso de incineración la reducción del riesgo proporcionado por los diferentes desechos de forma directa o indirecta hacia el ambiente y la población. La incineración ocurre mediante un proceso oxidativo de los componentes orgánicos de los desechos, por lo cual es una premisa primordial que todos los desechos peligrosos que serán sometidos a la incineración sean de carácter orgánico en su totalidad al igual que los componentes que le confieren su peligrosidad [10].

La combustión en el proceso de incineración, como se mencionaba antes, es una reacción química oxidativa que ocurre cuando se pone en contacto un combustible y un comburente que se caracterizan por tener una gran exotermicidad y elevadas temperaturas [11]. Por lo general la incineración es la quema de materiales a una elevada temperatura (aproximadamente mayor a 900 °C), mezclándolos con una correcta cantidad de comburente (en la mayoría de casos el aire) durante un tiempo establecido, reduciendo de esta manera los compuestos orgánicos a sus constituyentes más elementales: minerales, dióxido de carbono, vapor de agua y sólidos inorgánicos o cenizas [11]. Dicho proceso se lo realiza en instalaciones especializadas que suelen llamarse plantas de incineración, construidas para tal fin [12].

El comportamiento cinético de la combustión de los desechos depende tanto de su heterogeneidad y la temperatura a la que será sometida [8]. Ya que no existe una sustancia o materia hipotética que puede representar a todos los desechos y cómo estos se comportan al someterlos a la incineración, se debe considerar que todo residuo que entra a este proceso está formado por una mezcla de materiales que difieren unas de otras en composición, densidad, tamaño, forma y estructura [10].

La incineración siempre ha estado en el foco de atención dentro del campo de gestión de residuos peligrosos, ya que es sujeto de críticas desde el punto de vista medioambiental debido a la formación de diferentes compuestos tóxicos resultantes, como dioxinas y furanos [13]. Por esta razón, y con el objetivo de controlar la contaminación al ambiente, se han establecido diferentes disposiciones y normativas legales para limitar las emisiones de las incineradoras, reduciendo así las afectaciones a la salud y al medio ambiente [14].

1.4.3 Combustión y Tipos de combustión

El proceso de combustión es un conjunto de reacciones de oxidación la cual desprende calor, y que se produce por el choque de dos elementos: combustible (carbón, madera, etc.) y comburente (oxígeno) [15]. La combustión se distingue por ser un proceso de oxidación rápida y con presencia de llama, pero se diferencia de otros procesos de oxidación muy rápida como pueden ser detonaciones y explosiones [15].

Para que se lleve a cabo la combustión deben existir tres factores:

- Combustible
- Comburente
- Energía de activación

Los tres se representan en el denominado triángulo de combustión, del cual si un vértice resulta faltante no existirá tal combustión [16]. El comburente universal es el oxígeno, razón por la cual en la práctica se utiliza el aire, ya que está compuesto por 21% oxígeno (O₂) y 79% nitrógeno (N₂) [17]. La mayoría de los combustibles, sin importar que sean sólidos, líquidos o gaseosos, se encuentran compuestos básicamente por carbono (C) e hidrógeno (H) [18]. La energía de activación es el elemento que desencadena la combustión y, en aparatos como lo son los quemadores se la suele obtener de una chispa eléctrica que ocurre entre dos electrodos, a diferencia de las calderas donde se obtiene la chispa por llamas piloto [16].

Tipos de combustión

La combustión no se lleva a cabo de una sola manera, si no que puede diferir dependiendo de la cantidad de aire que ingrese al proceso con respecto al combustible [19].

- **Combustión completa o perfecta:** esta reacción oxida completamente los materiales combustibles, produciendo compuestos oxigenados: dióxido de carbono, dióxido de azufre o vapor de agua. Esto implica, independientemente de la cantidad de aire empleada, que el aire ha sido suficiente para oxidar completamente los componentes.
- **Combustión estequiométrica o neutra:** está reacción, a diferencia de la combustión perfecta, oxida completamente los materiales combustibles, utilizando la cantidad exacta de aire. Este tipo de combustión puede conseguirse únicamente en laboratorios debido a la precisión que demanda.
- **Combustión incompleta:** en esta reacción, al no existir una combustión completa, aparecen compuestos parcialmente oxidados o denominados inquemados, dando origen a productos como monóxido de carbono (CO), hidrógeno, partículas de carbono, entre otros.
- **Combustión con exceso de aire:** en este tipo de reacción, existe una cantidad de oxígeno superior a la estequiométricamente necesaria, obteniéndose así productos inquemados.
- **Combustión con defecto de aire:** son reacciones en las cuales la cantidad de aire presente en la combustión no es suficiente, produciendo, en este caso, productos inquemados iguales a los obtenidos en la combustión incompleta.

Las incineradoras de desechos peligrosos utilizan combustión con exceso de aire, lo cual permite conseguir una combustión eficiente y completa. Además, el uso de aire en exceso también ayuda a controlar la temperatura, ya que es capaz de absorber el calor de la reacción de combustión [7].

1.4.4 Tipo de incineradoras

La combustión de un desecho puede llevarse a cabo en suspensión, es decir, sobre una parrilla o sobre un horno sólido, y de igual forma puede entrar en contacto directo con el incinerador al igual que el de lecho fluido o el de inyección líquida [13]. En los últimos años se han desarrollado diferentes tipos de incineradores para la quema de desechos sólidos,

con el objetivo de encontrar la manera más eficiente para la gestión de los residuos que entran al proceso [20].

1.4.3.1. Incineradoras de parrilla

Las incineradoras de parrilla estacionarias queman los desechos sobre parrillas metálicas, permitiendo así la circulación del aire tanto por encima, como por debajo y a través de los desechos [21]. Estas poseen actualmente capacidad para residuos grandes e irregulares. Sin embargo, este tipo de incineradora no es apta para la quema de desechos peligrosos ya que las temperaturas requeridas en las cámaras primarias por este tipo de desecho pueden llegar a destruir las parrillas, por esta razón el principal uso de este tipo de incinerador es la combustión de desechos celulósicos como la madera y el papel [13].

Las incineradoras de parrilla móviles funcionan con el mismo mecanismo de las incineradoras de parrillas estacionarias, pero han sido comúnmente utilizadas para la quema de residuos municipales [13].

1.4.3.2. Incineradoras de horno

La mayor parte de los desechos peligrosos se queman en los siguientes tipos de sistemas:

- Horno rotativo
- Horno fijo
- Incineradora de horno múltiple

El horno rotativo consiste de un cilindro refractario que tiene lugares de fijación y que gira ligeramente (entre 0.5 y 2 r.p.m) sobre su propio eje longitudinal [13]. Este horno posee una desviación de unos 2° desde el extremo de alimentación de desechos hasta el extremo de vertido de cenizas, de esta forma los desechos se mueven horizontalmente y radialmente a lo largo del cilindro, quemándose en la trayectoria y cayendo en el depósito de las cenizas [13]. Los gases generados en este proceso pasan a una cámara secundaria y son sometidos a altas temperaturas para completar su destrucción [10].

La incineradora de horno fijo consiste en una sola cámara primaria que puede ser de un único nivel o escalonado. Este tipo de incinerador contiene cámaras pequeñas las cuales el residuo se deposita intermitentemente, con la particularidad de que las cenizas generadas no son eliminadas hasta que la cantidad acumulada cause una interferencia en el funcionamiento del horno [22]. Las cámaras más grandes, a diferencia de las pequeñas, poseen una bomba mecánica que empuja los desechos hacia la incineradora y las cenizas se eliminan continuamente [22]. Tanto las incineradoras de horno rotativo como la de horno

fijo, tienen una cámara secundaria que calienta los gases de combustión generados para destruir los compuestos orgánicos presentes en los mismos [13].

La incineradora de tipo horno múltiple se utiliza principalmente para la quema de fangos provenientes de depuradoras, pero también se los suele utilizar en la industria minera como calcinadoras de minerales [13]. Estos dispositivos tienen una muy limitada capacidad para la quema de desechos peligrosos ya que las temperaturas requeridas para poder proporcionar una destrucción razonable de estos no son compatibles con el tiempo de vida del equipo. Estas incineradoras constan de uno a seis hornos horizontales dispuestos de forma vertical, en el cual se introduce el desecho por la parte superior [13]. Por lo general, estos dispositivos poseen un pozo central que mueve una serie de brazos agitadores sobre la superficie de cada horno en forma de carrusel. Estos brazos tienen cerdas que mueven el residuo a lo largo de la superficie del horno hasta que alcanzan una abertura para caer al siguiente horno, donde continúan quemándose hasta a travesar todas las cámaras [13].

Existe una variante de este último modelo que consta de una sola cámara, y se lo llama “horno simple” [13].

1.4.3.3. Incineración de lecho fluido

Este tipo de incineradoras consiste en una estructura de arena o alúmina en cuyo interior se produce la combustión [23]. El desecho se inyecta dentro del lecho fluido en forma de desecho líquido fangoso o en forma de sólido con tamaño uniforme, mientras que el aire que fluidiza el lecho se calienta hasta alcanzar la temperatura de ignición del desecho y este se empieza a quemar. La mayor parte de la ceniza se mantiene dentro del lecho fluido, pero pequeñas cantidades salen de la incineradora a través del equipo de control de contaminación de aire [13]. Este tipo de incineradora expulsa gases de combustión cuyo calor puede capturarse en una caldera o utilizarse para precalentar el aire de combustión [13].

1.4.3.4. Incineradoras de inyección líquida (IL)

Existe mucha más información sobre los incineradores de inyección líquida que sobre cualquier otro tipo de incinerador para desechos peligrosos, ya que a día de hoy la mayor parte de incineradoras de desechos peligrosos líquidos utilizan este tipo sistema [23]. Como su nombre indica, este método se aplica exclusivamente a residuos bombeables, los cuales se queman en una cámara de combustión, o bien se inyectan a través de boquillas atomizadoras, las cuales tienen como objetivo romper el líquido en pequeñas gotas [13]. Posteriormente se obtiene como resultado el líquido en forma de un fino spray, colocado

en la zona de la llama o en la zona de combustión de la cámara de incineración del horno [13]. Las cámaras utilizadas para este tipo de incinerador se encuentran generalmente revestido de material refractario, de sección transversal cilíndrica y equipadas con un quemador primario [13]. Estas incineradoras de tipo líquido funcionan en un rango de temperatura que va desde los 1000 °C hasta los 1700 °C, con un tiempo de retención de los productos de combustión que puede variar desde milisegundos hasta 2.5 segundos [23]. Es importante tener en cuenta la viscosidad del desecho ya que de esta característica dependerá el funcionamiento del atomizador en los líquidos inyectados. Un atomizador puede trabajar con líquidos cuya viscosidad esté por encima de los 70 centistokes (2.7 pies²/h) [23].

1.4.3.5. Cámara de combustión secundaria (CCS)

Esta cámara secundaria es necesaria prácticamente en toda incineradora de desechos. Consiste en una estructura de menor tamaño que la cámara principal, generalmente formada de acero y recubierta con material refractivo, con el objetivo de soportar temperaturas mayores a la cámara principal [13]. En esta cámara los gases resultantes de la combustión de los desechos son incinerados mediante un quemador que alcanza temperaturas superiores a los 1200 °C [13].

La incineración de residuos que se encuentran biocontaminados requieren de temperaturas y tiempos de exposición mínimos, de tal manera se asegure la destrucción de los microorganismos presentes [24]. Para realizar una adecuada incineración de los elementos tóxicos que se formaron en la combustión de la cámara primaria, es necesario alcanzar unas temperaturas de orden 1200 °C y tiempos de residencia de orden 2 segundos [11].

1.4.5 Normas técnicas

En la actualidad, en Ecuador no existe una ley referente a la incineración de desechos. Si A pesar de que el Anexo III del Texto Unificado de Legislación Secundaria trata el tema de emisiones máximas permisibles al ambiente realizadas por incineradores de desechos peligrosos, este documento trata de forma general sin tomar en cuenta el tipo de desecho que será sometido al proceso.

Sin embargo, en el año 2020 se realizó una propuesta por parte el Ministerio del Ambiente y Agua, para expedir la norma para incineración de desechos peligrosos, no peligrosos y especiales, explicando el objetivo, los ámbitos de aplicación, profundizando en los contaminantes que se puedan generar y en los requisitos de operación de las instalaciones

de incineración. Sin embargo, no ha habido respuesta o aceptación a la propuesta, motivo por el cual no se la toma como válida y no es utilizada en el presente proyecto.

1.4.5.1. Constitución de la Republica del Ecuador

En la constitución del Ecuador se establece en el artículo 14 y 15, el derecho a la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, garantizando así el *sumak kawsay* o buen vivir [25].

Así mismo el artículo 276, numeral 4, establece como objetivo el recuperar y conservar la naturaleza, manteniendo así un ambiente sano y sustentable que garantice a la población un acceso a la calidad tanto de agua, aire y suelo [25].

1.4.5.2. Código Orgánico del ambiente (CODA)

El artículo 26 del CODA establece como una de las facultades de los Gobiernos autónomos descentralizados competentes, el controlar el cumplimiento de los parámetros ambientales y la aplicación de las normas técnicas de los componentes agua, suelo y aire.

El artículo 191 menciona que debe haber un constante monitoreo de la calidad de aire, agua, y suelo por parte de los gobiernos autónomos descentralizados competentes, con el objetivo de seguir un control y monitoreo manteniendo de esta forma un ambiente sano y seguro para la población ecuatoriana [14].

1.4.5.3. Norma Técnica Inen 2266

La norma técnica Inen 2266 establece aquellos materiales que son considerados peligrosos, ofreciendo un estándar de clasificación por niveles, así como un sistema de etiquetado y almacenamiento con el objetivo de llevar un correcto control de los desechos minimizando los posibles impactos al ambiente que estos podría causar al ambiente [6].

1.4.5.4. Acuerdo N° 061. Reforma del Libro VI Anexo 3 del Texto Unificado de Legislación Secundaria

El anexo 4 establece la normativa de calidad de aire ambiente y niveles máximos permitidos de emisión por actividades, estableciendo así objetivos de calidad de aire y límites máximos permisibles de contaminantes no convencionales liberados al aire. Todo esto con el objetivo de asegurar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, y el bienestar del ecosistema, y el ambiente en general [26].

2 METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el desarrollo del presente proyecto, fue a través de la investigación documental y el método deductivo. La investigación documental se empleó para la recopilación y revisión de información bibliográfica: proceso de incineración, combustión y tipos de combustión, tipos de hornos utilizados en el proceso de incineración, normativa vigente en Ecuador respecto al proceso de incineración, información sobre los elementos elegidos y documentos para la respectiva estimación del proceso de incineración de los desechos peligrosos. El método deductivo se lo usó para determinar las conclusiones lógicas con respecto al comportamiento de los desechos peligrosos al momento de ingresar al proceso de incineración. Esto se llevó a cabo a partir de información recopilada que incluyan procesos de incineración con metodología y compuestos similares para la posterior estimación de un proceso de incineración utilizando los desechos peligrosos encontrados en la metalmecánica San Bartolo.

El presente proyecto se realizó en 2 fases. Una fase práctica la cual consta en las visitas realizadas a la bodega ubicada en San Bartolo, en la cual se escogieron y clasificaron los diferentes desechos peligrosos que allí se encontraban y que se utilizarían en el proceso de incineración (Tóneres y Tintas de impresora). Estos desechos peligrosos fueron sometidos a un análisis cualitativo y cuantitativo, para determinar tanto la cantidad y peso de los desechos, así como, las características de los desechos peligrosos que ingresarían al proceso de incineración. Las características de los desechos peligrosos se obtuvieron de forma bibliografía en base a los objetos identificados y contabilizados en campo.

La segunda fase, la cual consistió en el análisis de viabilidad del proceso de incineración, se realizó con ayuda del análisis deductivo. De esta manera se pudo determinar las estimaciones del proceso de incineración de los desechos peligrosos elegidos, utilizando como referencia la información recopilada para así evaluar la viabilidad del proyecto.

El tipo de trabajo fue descriptivo, se recopiló una cantidad lo suficientemente robusta de información referente a la incineración de desechos peligrosos con énfasis a los residuos elegidos para tratar en este proyecto. Este proceso de descripción no se basó exclusivamente en la obtención y acumulación de datos, si no que tuvo el enfoque de relacionar las condiciones y conexiones existentes en la práctica de incineración de desechos peligrosos. De esta manera se realizó una estimación sobre los parámetros óptimos para el proceso de incineración de los desechos elegidos en la bodega San Bartolo.

2.1 Visitas a la bodega ubicada en San Bartolo

Las visitas a la bodega de San Bartolo se realizaron en un tiempo de 6 semanas, las cuales se planificaron de la siguiente manera: las 4 primeras semanas se realizaron visitas de 4 días a la semana y las dos últimas semanas se realizaron 1 visita por semana dando como resultado un total de 18 visitas realizadas, como se puede observar en la Tabla 1. Los 2 primeros días de la semana 1 se utilizaron para realizar un reconocimiento del estado de la bodega y determinar las herramientas y equipos necesarios para ingresar a las mismas. El conteo de los desechos se lo realizó hasta la semana 4. Tanto en la semana 5 como en la 6 se realizó una visita más por semana ya que durante el proceso de conteo se pudo observar la llegada de nuevos desechos. Estas dos últimas visitas realizadas sirvieron para identificar nuevos desechos que pudieran estar destinadas al proceso de incineración.

Tabla 1. Cronograma realizado para las diferentes visitas hechas hacia la bodega ubicada en la metalmecánica San Bartolo.

Visitas realizadas	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Lunes	X	X	X	X		
Martes						
Miércoles	X	X	X	X		
Jueves						
Viernes	X	X	X	X		
Sábado	X	X	X	X	X	X
Domingo						

Al momento de visitar la bodega se pudo identificar que esta se encontraba dividida en 4 galpones contiguos, como se puede observar en la Figura 1, cada uno de ellos repleto de desechos pertenecientes a la EPN. Para el ingreso a los diferentes galpones se utilizó equipo de protección personal (EPP): guantes de seguridad, mascarilla KN95, mandil y zapatos de seguridad. A partir del día 3 de la primera semana se empezó con el reconocimiento y conteo de los desechos peligrosos que ingresarían al proceso de incineración. All momento de realizar esta clasificación se descartaron del proceso tanto el galpón 1 y 4, dado que sus desechos eran en mayor parte escombros de acero, hierro y desechos maderables los cuales se determinó que su mejor disposición final sería el reciclaje.



Figura 1. Galpones ubicados en la bodega de la metalmecánica San Bartolo enumerados de izquierda a derecha.

En el galpón 2 se pudo observar la presencia de residuos electrónicos como: copadoras, impresoras, fax, CPU's, monitores, teclados y cables, además de equipos de laboratorio y topografía balanzas y estaciones totales (Figura 2). Este galpón fue el que presentó mayor nivel de organización de los 4 estudiados, ya que los desechos se encontraban ubicados en estanterías y poseían enumeración como se puede observar en la Figura 3. Esto facilitó considerablemente el conteo y clasificación de los desechos ubicados dentro del mismo. De esta localización se identificaron los primeros desechos peligrosos destinados al proceso de incineración, que fueron las tintas y tóneres que tenían las impresoras, faxes, copadoras y escáneres.



Figura 3. Vista de los residuos ubicados en el interior del galpón 3 de la bodega metalmecánica San bartolo.



Figura 4. Desechos electrónicos localizados dentro del galpón 3, ubicados en estanterías y con su respectiva numeración.

Con respecto al galpón 3, este también contenía desechos electrónicos iguales a los hallados en el galpón 2, pero compartía espacio con desechos de metal y madera: como escritorios, mesas, muebles y sillas. Este galpón se dividió en dos partes: la izquierda que contenía los desechos electrónicos y la derecha donde se encontraron los demás desechos (Figura 5). De este galpón también se recolectaron más tintas y tóneres para la realización de este proyecto, sin embargo, su conteo fue más complicado ya que no existía una organización y los equipos que llevan en su interior las tintas y tóneres se encontraban apiladas. Esto llevó a la movilización de cada uno de los equipos electrónicos para poder realizar su conteo y clasificación. A diferencia de los equipos hallados en el galpón 2, en esta localización los desechos electrónicos no poseían numeración, así que se les otorgó un código temporalmente.



Figura 5. Desechos hallados dentro del galpón 3 de la bodega metalmecánica San Bartolo. Se puede observar la división de espacio de los desechos electrónicos y los desechos de madera y metal.

2.2 Contabilización y clasificación de los desechos peligrosos destinados al proceso de incineración

Los desechos elegidos para el presente proyecto fueron las tintas y los tóneres que se encuentran dentro de los desechos electrónicos como: las impresoras, faxes, escáneres y copiadoras. En el proceso de contabilización y clasificación de los desechos peligrosos hallados en los galpones 2 y 3, ubicados en la bodega de San Bartolo, se observó que no todos los desechos electrónicos (impresoras, faxes, etc.) llevaban la tinta o tóner y, en otros casos no se pudo extraer este desecho peligroso debido a la complejidad del equipo electrónico o por el estado en el que se encontraban. Por esta razón, para este proyecto se supuso que la cantidad contabilizada de estos desechos electrónicos corresponde a la cantidad de desechos peligrosos que la EPN ha resguardado en esta bodega, ya que se supone que todos estos equipos han llevado dentro el desecho peligroso a lo largo de su vida útil. Para la realización del conteo de los desechos, la EPN proporcionó el inventario general de bienes dados de baja. Este inventario no prestó mayor utilidad, ya que este listado contenía todos los bienes ubicados en las tres diferentes bodegas pertenecientes a la institución y no una representación de los bienes ubicados en la bodega de interés de este proyecto. Adicionalmente, no todos los desechos electrónicos elegidos tenían enumeración, por lo que fue complicado realizar una comparación con el listado proporcionado. Es por esto que, a lo largo del proyecto, se realizó un nuevo inventario el cual consta la siguiente información: nombre del desecho, código del desecho, descripción del desecho, galpón en el que se ubica y semana en la que se contabilizó. Toda esta información se la puede encontrar en la Tabla 1 del Anexo I.

La contabilización de todos los equipos electrónicos: impresoras, copiadoras, escáneres y faxes, se lo realizó de forma manual. En lo que respecta al galpón 2, no hubo mayor complicación al momento de realizar el conteo, pero al realizar el conteo del galpón 3 se tuvo que movilizar todos los equipos ya que como se mencionó en la sección 2.1, todos los equipos se encontraban apilados (Figura 6).



Figura 6. Desechos electrónicos que contienen las Tintas/Tóneres dentro del galpón 3. Se observa como los equipos carecen de organización.

2.3 Pesaje de los desechos peligrosos incinerables

Para realizar el pesaje de los desechos peligrosos una vez contabilizados y clasificados los desechos electrónicos, se procedió a extraer de los diferentes equipos electrónicos las tintas y los tóneres, para poder determinar la cantidad en peso de desechos peligrosos que ingresarían al proceso de incineración (Figura 7). El pesaje se realizó en una balanza digital separando los desechos peligrosos en sus diferentes formas: tintas, tintas guardadas en frascos y tóneres. Toda la información se transcribió a la Tabla 4, ubicada en la sección de resultados.



Figura 7. Pesaje de los desechos peligrosos: Tintas, Tintas en frasco y Tóneres, sobre una balanza digital.

El peso obtenido de los desechos peligrosos no representa el 100% de los desechos que existen en los galpones, ya que, como se mencionó en la sección 2.2, hubo equipos electrónicos de los cuales no se pudo extraer su contenido, ya sea por el tipo de modelo del equipo o por la condición física en la que se encontraba.

2.4 Caracterización de los desechos incinerables ubicados en la bodega de San Bartolo

2.4.1 Tóner

El tóner consiste de un polvo fino que se localiza en un contenedor que hace la función de tinta al momento de poner en uso una impresora. Estas partículas de polvo se encuentran constituidas principalmente por dos elementos, uno de ellos es plástico y el otro los pigmentos de color correspondiente al tipo de tóner, usualmente de color negro [27]. La composición del tóner es variable, pero fundamentalmente se encuentra formado por resinas termoplásticas como el poliestireno, butilo, acetato de polivinilo etc., que corresponde al 60% del material del que se encuentra fabricado el polvo de tóner. Junto con esto, los pigmentos, que son aquellos que dotan de color al tóner que corresponde al 40% del material restante [27].

El primer ingrediente del tóner es un plástico que se adhiere a la página cuando se funde con el fusor, mientras que el segundo es lo que se llama revelador y suele estar compuesto de óxido de hierro ya que el proceso de adhesión del polvo al papel se realiza con cargas de electrones negativos y positivos [28].

2.4.2 Tinta

Las tintas de impresoras son líquidos que contienen varios pigmentos o colorantes utilizados para cubrir una superficie, en este caso las hojas de papel de las impresoras, con el fin de crear imágenes o textos [29].

Los componentes de las tintas de impresora son las materias colorantes (pigmentos y colorantes solubles) y el barniz, el cual es una mezcla de resinas, disolventes, y aditivos, que son la vía por la cual se da el color [29].

- **Polímeros o resinas:** son las responsables de otorgar gran parte de las propiedades tanto físicas como químicas que tienen las tintas, es decir su adhesión a la superficie, su dureza, y la flexibilidad.
- **Disolventes:** Los disolventes se utilizan para solubilizar las resinas de la tinta que se encuentran en estado sólido para que, de esta manera, se logre obtener un líquido con la viscosidad necesaria para el proceso de impresión.

2.5 Recopilación de información bibliográfica

Como se mencionó en la sección 2 (Metodología), el proyecto en su mayoría constó en la recopilación de información referente al tema de incineración de desechos peligrosos, siendo estos los identificados en la bodega de San Bartolo: tintas y tóneres. Los documentos que se encontraron constaron principalmente de siendo estos artículos científicos y libros, así como páginas de internet de fabricantes y distribuidoras de tintas y tóneres. A continuación, se detalla la información recopilada.

2.5.1 Búsqueda de información sobre las Tintas y Tóneres

En este punto se indagó tanto la composición como la estructura química de los desechos peligrosos (tintas y tóneres). Se utilizó la información proporcionada por las páginas Inkjetwholesale.com y Guiaenvase.com [29],[30]; las cuales corresponden a direcciones de fabricantes y distribuidores del producto de interés. La información encontrada proporcionó los datos necesarios de composición de los productos, el porcentaje de constitución y los pigmentos que se utilizan para proveerlos de color, información que se puede observar en la Tabla 5 y 6 en la sección de resultados.

2.5.2 Estimación de tipo de incineradora y tipo de combustión utilizada en el proceso de incineración

En la actualidad las incineradoras de horno son las más utilizadas con respecto al tratamiento de los desechos peligrosos, representado aproximadamente un 80% de las incineradoras de residuos peligrosos que funcionan hoy en día [13]. El estudio publicado por Oppelt (1987) [31], menciona que el enfoque recae principalmente en las incineradoras de hornos fijo ya que en estas no simplemente se pueden quemar residuos sólidos o líquidos, sino que la quema se realiza en una combinación de ambos que inclusive puede llegar a quemar residuos gaseosos. Por este motivo, este modelo de horno fue en el que se basó el presente proyecto para la quema de los desechos peligrosos (Tintas y Tóneres). Este tipo de incinerador también permite una forma adecuada de administrar energía, utilizando diferentes desechos para ayudar a quemar otro. Es decir, se puede quemar el papel que se encontraba en las bodegas para ayudar a la combustión de los desechos peligrosos identificados [13].

Según LaGrega (1996) [13], el modelo de combustión que se debe utilizar en todo modelo de incineradoras para la quema de desechos tanto comunes como peligrosos es combustión con exceso de aire. Esto permite llevar un mejor control de temperatura dentro de las cámaras de combustión, y permite que estas sean capaces de absorber el calor que se genera en la reacción de combustión.

Con toda la información encontrada respecto a estos temas, se consideró que las mejores opciones para la incineración de los residuos tratados en este proyecto son las siguientes: Incineradora de horno con una combustión de aire en exceso, el cual ayudará al proceso de combustión de los materiales peligrosos.

2.5.3 Parámetros utilizados en la quema de los desechos peligrosos y resultados obtenidos

En esta parte de la investigación no se encontraron documentos que traten específicamente acerca de la incineración de las Tintas y Tóneres, por lo cual se realizó estimaciones con información de relevancia y similitud con los productos elegidos para este proyecto. En las Tablas 5 y 6, se especifica la composición química de estos desechos.

Los tóneres están compuestos en su mayoría por poliéster, encontrándose este en un aproximado del 85%, y el 15% restante correspondiente al colorante. La investigación publicada por Domínguez et al. (2009) [32], trata sobre los parámetros utilizados al momento de quemar resina de poliéster. La información que podemos encontrar hace referencia al tipo de horno que se utilizó, la temperatura proporcionada en las cámaras de combustión, temperatura de salida de los gases y tiempo de retención de los gases en la cámara secundaria. La información obtenida de este estudio fue complementado por artículos científicos que muestran los compuestos obtenidos que se obtienen después de someter a incineración productos de poliéster provenientes de fábricas [33],[34],[35],[36],[37]. Con respecto a los colorantes, no se encontró información de experiencias previas de su incineración, por lo cual se acudió a las hojas de seguridad de los compuestos: negro de carbón, benzimidazol, quinacridona y ftalocianina de cobre. Con estos documentos se recopiló la información referente a las características de peligrosidad de los diferentes compuestos, así como las recomendaciones de almacenamiento y disposición final de cada uno de los mismos.

Las tintas, como se observa en la Tabla 6, puedan estar compuestas por diferentes componentes, pero para este proyecto se tomó como referencia aquella que está elaborada

específicamente para impresión en papel. Esta tinta está compuesta alrededor del 80% por acetato de polivinilo, compuesto que se usó como referencia para la búsqueda de información. Iwakuma (2019) [38], publicó un artículo que trata sobre la combustión del acetato de polivinilo, explicando las condiciones sobre las cuales se realizó dicha incineración que, al igual que con la incineración de los tóneres menciona la temperatura alcanzada en las cámaras de combustión, la temperatura de salida de los gases, y tiempo de residencia de los gases en la cámara secundaria. Con la ayuda de diferentes estudios se determinó las propiedades de combustión obtenidas del acetato de polivinilo, mostrando los compuestos obtenidos después de someter a incineración el desecho a tratar [39],[40].

Toda esta información recopilada sirvió como guía base para estimar los resultados que se obtendrían al someter las tintas y tóneres contabilizadas en la bodega San Bartolo, y estimar el comportamiento de estos desechos dentro de las cámaras de combustión, así como los gases resultantes del proceso de quema de los desechos, para posteriormente realizar una comparación con la normativa vigente aplicada en Ecuador y concluir la viabilidad del proyecto.

3 PRUEBAS, RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Pruebas

Para la elaboración del presente proyecto no se realizaron pruebas de laboratorio, debido a que los laboratorios solicitados no contaban con los equipos necesarios o no eran los adecuados para realizar dichas pruebas. Por tal razón los resultados obtenidos se extrajeron de experiencias previas por parte de otros autores, tal como se explicó en la sección 2.5.2 y 2.5.3.

3.2 Resultados

3.2.1 Estado de los galpones ubicados en la metalmecánica San bartolo

Al momento de realizar las visitas a los galpones que se encontraban en la bodega ubicada en San Bartolo, se pudo identificar el estado de estas en cuanto organización. Estas bodegas demostraron tener falta de atención y cuidado ya que no existía ningún tipo de disposición o almacenamiento programado, sino más bien una mera acumulación de desechos. Varios de los desechos llegaban a carecer de una codificación por lo cual no fue posible realizar una correcta comparación con el listado de desechos elaborado por la EPN.



Figura 8. Vista frontal de la entrada al galpón 2 de la bodega San bartolo. Se puede identificar el mal estado de la puerta e inclusive la ventana rota.

Como se observa en la Figura 8, las bodegas también suponen un riesgo para la salud del personal que las visitan ya que presentan elementos que pueden llegar a ser peligrosos para las personas, como es el caso del galpón 2, donde se encontraron residuos de vidrios y objetos cortantes como láminas de chatarra.

En el galpón 1 y 3 la acumulación de desechos era tal que supone un riesgo para la salud de cualquier visitante, ya que puede ocurrir un derrumbe de los desechos acumulados, debido a la falta de organización (Figura 9 y Figura 10). Por tal motivo el uso de EPP fue de vital importancia al momento de realizar las visitas a la bodega en San Bartolo, con el objetivo de prevenir posibles accidentes.



Figura 9. Acumulación de chatarra y objetos metálicos en el galpón 1 de la bodega San Bartolo.



Figura 10. Vista superior de la acumulación de equipos electrónicos en el galpón 3 de la bodega San Bartolo.

3.2.2 Registro de desechos peligrosos encontrados en la bodega San Bartolo

En la sección 2.2 se menciona que los desechos elegidos para el proceso de incineración son las tintas y los tóneres, sin embargo, no se pudo extraer todas las tintas/tóneres de los desechos electrónicos. Hubieron también casos en que los desechos ya no contenían dicho material peligroso. Dada la circunstancia, se supuso que todos los equipos que en los galpones se contabilizaran (galpones 2 y 3), sería el total de residuos peligrosos que la

EPN ha generado a lo largo de los años y ha terminado depositada en la bodega San Bartolo. Cabe recalcar que no representa el 100% del tipo de residuo peligroso generado por toda la EPN, ya que este desecho también se lo almacena en las otras bodegas pertenecientes a la institución.

En la Tabla 2, se presenta el registro de los desechos contabilizados a lo largo de las 6 semanas de visitas

Tabla 2. Registro de los desechos peligrosos encontrados en la bodega San Bartolo. La tabla muestra información detallada sobre la cantidad, lugar donde se encontraba y la semana de trabajo empleada.

Tipo de residuo	Descripción	Ubicación (Número de galpón)	Cantidad	Semana de trabajo
<i>Impresoras</i>	Los equipos se encontraban en muy mal estado debido al tiempo de almacenamiento	3	49	1
			33	2
		2	7	3
			1	5
<i>Copiadoras</i>	Los equipos se encontraban en muy mal estado debido al tiempo de almacenamiento	3	7	1
			9	2
		2	5	3
			2	6
<i>Escáneres</i>	Los equipos se encontraban en muy mal estado debido al tiempo de almacenamiento	3	2	1
			3	2
		2	2	3
<i>Faxes</i>	Los equipos se encontraban en muy mal estado debido al tiempo de almacenamiento	3	8	1
			8	2
		2	2	3
			1	5

Tabla 3. Total encontrado de los diferentes residuos electrónicos y suma total de los equipos.

Tipo de residuo	Total tipo de residuo	Total equipos encontrados
<i>Impresoras</i>	90	139
<i>Copiadoras</i>	23	
<i>Escáneres</i>	7	
<i>Faxes</i>	19	

Como se explicó en la sección 2.2, para el pesaje de los desechos peligrosos se procedió a extraer las tintas y tóneres localizados dentro de los desechos electrónicos.

Tabla 4. Peso total de los residuos encontrados en la bodega San Bartolo, clasificados por el tipo de residuo.

<i>Tipo de residuo</i>	Cantidad (kg)	Cantidad total (kg)
<i>Tintas</i>	2,07	17,51
<i>Tintas guardadas en frascos</i>	4	
<i>Tóneres</i>	11,44	

Como se observa en la Tabla 4, se encontraron un total de 17,51 kg de residuos peligrosos, este resultado representa la suma del peso medido de las tintas y los tóneres. Con respecto a las tintas, se encontraron en 2 formas: las que se encontraban dentro de los desechos electrónicos que representan el 11,8% de los desechos, y las que estaban guardadas en frascos representando el 22,8%. La suma de las dos da un total de 6,07 kg de tintas. Los tóneres se encontraron en una cantidad de 11,44 kg, representando así la mayor cantidad de los residuos peligrosos, 65,3% (Figura 11).

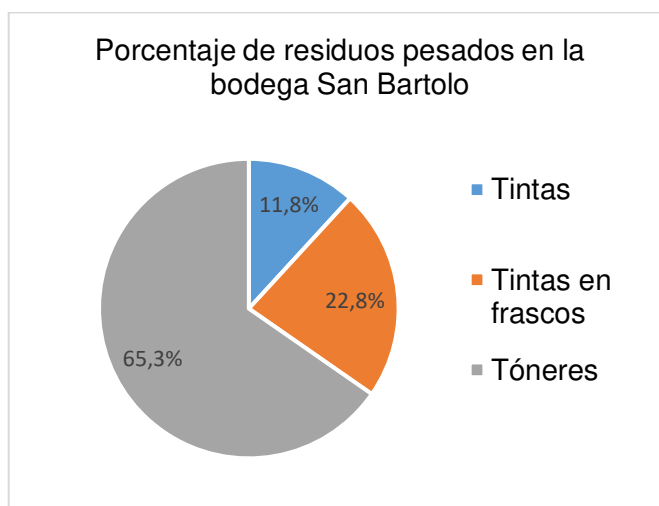


Figura 11. Porcentaje en peso de residuos peligrosos candidatos al proceso de incineración encontrados en la bodega San Bartolo

3.2.3 Composición de las tintas y tóneres

La composición de estos dispositivos se obtuvo de páginas web pertenecientes a fabricantes y distribuidoras de los productos en cuestión. La información obtenida se muestra a continuación.

Tabla 5. Información respecto a la composición de los tóneres y la cantidad de producto encontrada en los mismos [30].

Componente principal Tóner

Resinas	Colorantes			
Poliéster/ Cera de polipropileno	Negro de carbón	Pigmento amarillo 180 (Benzimidazol)	Pigmento Rojo 122 (Quinacridona)	Pigmento azul 15:3 (Ftalocianina de cobre)
<i>Cantidad de producto</i>				
85%	15%			

Los tóneres están compuestos básicamente por poliéster o cera de propileno, pero actualmente en su mayoría se los fabrica con poliéster el cual representa el 85% del producto. El otro componente corresponde al colorante, el cual varía dependiendo del color a conseguir. Solo existen 4 colores principales, ya que la combinación de estos da como resultado la gama de colores que se pueden obtener en las impresiones. El colorante representa el 15% del producto [30].

Tabla 6. Composición de las tintas con respecto al producto destinado para su uso.

Componente principal Tinta

Resina Principal	Disolventes	Tipo de Tinta
Acetato de polivinilo	Alcohol (Etanol)	Tintas para papel
Nitrodelulosa	Alcohol (Isopropanol) Acetatos (Acetato de Etilo)	Tintas para papel/aluminio/cartón
Acetocloro de vinilo	Alcohol (Isopropanol) Acetato (Acetato de butilo)	Tintas para PVC y Films
<i>Cantidad de producto</i>		
80%	20%	

La tinta varía en composición dependiendo del producto al cual es destinado. Para el presente proyecto se escogió la tinta que es destinada únicamente para su uso en papel, la cual está compuesta por acetato de polivinilo en una cantidad cerca del 80% del producto y por disolvente siendo este el etanol que se encuentra en una cantidad del 20%

3.2.4 Estimación de los parámetros de incineración de los desechos peligrosos

Es necesario determinar la composición de los desechos peligrosos para poder estimar los parámetros que se requieren en el proceso de incineración. Se utilizó como compuesto principal de los tóneres el poliéster ya que este se encuentra en mayor cantidad que los colorantes como se muestra en la Tabla 5. Para las tintas se utilizó como compuesto principal el acetato de polivinilo ya que se encuentra en mayor cantidad en el producto siendo en un total de 80%.

Tabla 7. Estimación de datos obtenidos para las condiciones de incineración de desechos peligrosos (Tintas y Tóneres) [32], [38].

Estimación Condiciones de Incineración

<i>Parámetros</i>	Incineración poliéster (Tóner)	Incineración acetato de polivinilo (Tinta)
<i>Temperatura CC1</i>	1100 °C	950 °C
<i>Temperatura CC2</i>	1200 °C	1250 °C
<i>Temperatura salida de los gases</i>	160 °C	200 °C
<i>Tiempo retención en CC2</i>	2 seg	2,4 seg
<i>Almacenamiento cenizas</i>	Si almacena cenizas	No adecuado para el almacenamiento de cenizas
<i>Tratamiento cenizas</i>	Si trata cenizas	Ningún tratamiento
<i>Recuperación de energía</i>	Si recupera	Si recupera

Nota: CC1 = cámara de combustión primaria, CC2 = cámara de combustión secundaria

Para la construcción de la Tabla 7, la información recolectada corresponde a los datos publicados por Iwakuma (2019) [38] y Domínguez et al. (2009) [32]. Estos trabajos tratan sobre la quema de los compuestos principales de los que están formados las tintas y tóneres respectivamente. Se puede observar que en ambos estudios la temperatura de combustión en la cámara principal supera los 900 °C. Al momento de pasar a la cámara de combustión ambos llegan a rangos iguales a los 1200 °C que, como se mencionó en la sección 1.4.3.6, son las temperaturas necesarias para realizar una adecuada incineración

de los desechos peligrosos, así mismo el tiempo de retención alcanza los rangos de 2 segundos. El incinerador utilizado en la quema del poliéster es capaz de recolectar las cenizas generadas y, por tanto, llevarlas a un proceso de tratamiento, cosa que en el incinerador del acetato de polivinilo no ocurre, ya que este no permite la acumulación de residuos. Ambos incineradores recuperan energía gracias a los gases generados en la cámara de combustión secundaria. Conociendo esta información, se pueden utilizar estos parámetros de referencia para un posible proceso de incineración de los desechos peligrosos encontrados en la bodega de San Bartolo.

No se encontró información al respecto de la quema del resto de componentes (colorantes) del cual están conformados los tóneres y las tintas, y que representan menos del 30% de los desechos peligrosos. Se acudió, como se mencionó con anterioridad, a la hoja de seguridad de cada uno para determinar las características de los componentes y, cuya información se detalla en la Tabla 8.

Tabla 8. Características de los componentes secundarios de los desechos peligrosos [41],[42],[43],[44].

Componentes Secundarios

	Aspecto	Punto de ebullición	Temperatura de ignición	Identificación de peligro	Riesgos en la salud	Disposición final recomendada
<i>Negro de carbón</i>	Polvo	N/A	> 500	No es una sustancia peligrosa	No se esperan efectos adversos para la salud	Utilizar la norma aplicable, caso contrario se puede incinerar
Pigmento amarillo 180 (Benzimidazol)	Polvo	> 360 °C	N/A	No es una sustancia peligrosa	No se esperan efectos adversos para la salud	Utilizar la norma aplicable, caso contrario se puede incinerar
Pigmento Rojo 122 (Quinacridona)	Polvo	N/A	N/A	No es una sustancia peligrosa	No se esperan efectos adversos para la salud	Utilizar la norma aplicable, caso contrario se puede incinerar
Pigmento azul 15:3 (Ftalocianina de cobre)	Polvo	N/A	N/A	No es una sustancia peligrosa	No se esperan efectos adversos para la salud	Utilizar la norma aplicable, caso contrario se puede incinerar

Con la información recolectada en la Tabla 8, se puede determinar que ninguno de estos componentes representa problema alguno para la salud y bajo condiciones controladas es posible someterlas al proceso de incineración.

3.2.5 Estimación de contaminantes resultantes del proceso de incineración

Con la información bibliográfica encontrada se pudieron determinar algunos de los contaminantes resultantes de la incineración del compuesto principal del tóner (poliéster) y la tinta (acetato de polivinilo). A través de una regla de tres se pudo estimar la cantidad de contaminantes posibles a liberarse si se procede con la incineración de los desechos peligrosos ubicados en San Bartolo, siempre y cuando se encuentre bajo condiciones similares a las mencionadas en la sección 3.2.4. Estos resultados se obtuvieron con un ingreso aproximado de aire en 13% de exceso para la incineración del compuesto principal del tóner (poliéster) y un ingreso del 11% de aire en exceso para la incineración del compuesto principal de la tinta (acetato de polivinilo), y con un ingreso de masa de desechos igual a 1 tonelada y 700 kg respectivamente.

Se supuso que el ingreso de aire para la quema de los desechos peligrosos ubicados en San Bartolo será el mismo que el encontrado bibliográficamente. En el caso del desecho tóner, se realizó la conversión de la masa recolectada de la bodega San Bartolo (1 1,44 kg) de kg a Ton, utilizando la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Desechos\ EPN(Ton) = Desechos\ EPN\ (kg) * 0.001}$$

Para estimar los parámetros obtenidos se utilizó la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Parámetro\ estimado = \frac{P\ SB * C}{P}}$$

Donde:

P SB: peso desechos de la bodega San Bartolo

C: concentración medida bibliográficamente

P: peso desechos obtenido bibliográficamente

Tabla 9. Concentraciones estimadas de los contaminantes liberados al aire resultantes de la incineración de tóneres ubicados en San Bartolo.

Contaminantes resultantes de la incineración de poliéster (Tóner)

Emisiones				Emisiones estimadas San Bartolo			
Parámetro	Peso desecho (Ton)	Unidad	[C]	Parámetro	Peso desecho (Ton)	Unidad	[C]
CO_2	1	mg/Nm^3	146178	CO_2	0.01144	mg/Nm^3	1672,18
CO		mg/Nm^3	52	CO		mg/Nm^3	0,59
SO_2		mg/Nm^3	39	SO_2		mg/Nm^3	0,44
N_2		mg/Nm^3	106	N_2		mg/Nm^3	1,21

Aire ingresa: 13% en exceso

Desechos San bartolo: 0,01144 Ton

Tabla 10. Concentraciones estimadas de los contaminantes liberados al aire resultantes de la incineración de tintas ubicados en San Bartolo.

Contaminantes resultantes de la incineración de acetato de polivinilo (Tinta)

Emisiones				Emisiones estimadas EPN			
Parámetro	Peso desecho (kg)	Unidad	Medida	[C]	Peso desecho (kg)	Unidad	[C]
CO_2	700	mg/Nm^3	187639	CO_2	4,07	mg/Nm^3	1090,99
CO		mg/Nm^3	47	CO		mg/Nm^3	0,27
SO_2		mg/Nm^3	31	SO_2		mg/Nm^3	0,18
N_2		mg/Nm^3	97	N_2		mg/Nm^3	0,56

Aire ingresa: 11% en exceso

Desechos San bartolo: 4,07 kg

3.2.6 Comparación con los límites máximos permisibles vigentes en la normativa ecuatoriana

Tabla 11. Análisis de cumplimiento de la normativa vigente ecuatoriana con respecto a la emisión de gases de combustión por incineración de desechos peligrosos (Tóner).

Comparación Límites Máximos Permisibles sobre las emisiones de incineración de desechos peligrosos (Tóner)

		Límites Máximos Permisibles	Estimación concentración tóner	Cumplimiento
<i>Parámetros</i>	Unidad	[C]	[C]	[C]
<i>CO</i>	<i>mg/Nm³</i>	90	0,59	Cumple
<i>SO₂</i>	<i>mg/Nm³</i>	110	0,44	Cumple
<i>PM</i>	<i>mg/Nm³</i>	N/A	N/A	N/A
<i>NO_x</i>	<i>mg/Nm³</i>	N/A	N/A	N/A
<i>As, Se, Co Ni, Te</i>	<i>mg/Nm³</i>	N/A	N/A	N/A
<i>Cd, TI</i>	<i>mg/Nm³</i>	N/A	N/A	N/A
<i>Pb, Sb, Cr Pt, Cu, Vn Zn, Sn, Mn, Pd</i>	<i>mg/Nm³</i>	N/A	N/A	N/A
<i>Hg</i>	<i>mg/Nm³</i>	N/A	N/A	N/A
<i>Dioxinas y Furanos</i>	<i>mg/Nm³</i>	N/A	N/A	N/A

Tabla 12. Análisis de cumplimiento de la normativa vigente ecuatoriana con respecto a la emisión de gases de combustión por incineración de desechos peligrosos (Tinta).

Comparación Límites Máximos Permisibles sobre las emisiones de incineración de desechos peligrosos (Tinta)

		Límites Máximos Permisibles	Estimación concentración tóner	Cumplimiento
<i>Parámetros</i>	Unidad	[C]	[C]	[C]
<i>CO</i>	<i>mg/Nm³</i>	90	0,27	Cumple
<i>SO₂</i>	<i>mg/Nm³</i>	110	0,18	Cumple
<i>PM</i>	<i>mg/Nm³</i>	N/A	N/A	N/A
<i>NO_x</i>	<i>mg/Nm³</i>	N/A	N/A	N/A
<i>As, Se, Co Ni, Te</i>	<i>mg/Nm³</i>	N/A	N/A	N/A
<i>Cd, TI</i>	<i>mg/Nm³</i>	N/A	N/A	N/A
<i>Pb, Sb, Cr Pt, Cu, Vn Zn, Sn, Mn, Pd</i>	<i>mg/Nm³</i>	N/A	N/A	N/A
<i>Hg</i>	<i>mg/Nm³</i>	N/A	N/A	N/A
<i>Dioxinas y Furanos</i>	<i>mg/Nm³</i>	N/A	N/A	N/A

La Tabla 11 y 12 muestra el cumplimiento de las estimaciones realizadas por análisis bibliográfico de los gases de combustión resultantes del proceso de incineración de los desechos peligrosos. Los resultados obtenidos indican que ambos desechos peligrosos si cumple la normativa con respecto a la emisión de Monóxido de carbono CO y SO₂, sin embargo, también muestran parámetros que no están incluidos dentro de la normativa ecuatoriana como lo es el caso del N₂ y no se obtuvieron resultados con respecto a otros parámetros que la normativa ecuatoriana si toma en consideración.

3.3 Conclusiones

- Se concluye que la estimación referente a la dosificación óptima encontrada para la incineración de los desechos peligrosos ubicados en la bodega metalmecánica San Bartolo, sigue el siguiente esquema de condiciones de incineración. El tóner cuyo compuesto principal es el poliéster, debe alcanzar una temperatura aproximada de 1100 °C en la cámara primaria, esto para que el porcentaje de reducción de los residuos se alta. La cámara secundaria debe alcanzar una temperatura aproximada de 1200°C, ya que esta es la temperatura a la que los gases resultantes de la cámara primaria pueden ser tratados y recuperados como forma de energía. El tiempo de retención de los gases en la cámara secundaria debe ser de 2 segundos. Con respecto a la tinta cuyo componente principal es el acetato de polivinilo las temperaturas aproximadas son de 950°C y 1250 °C en la cámara primaria y secundaria respectivamente, con un tiempo de retención de 2.4 segundos.
- El inventario realizado en este proyecto, no tiene relación con el inventario proporcionado por la EPN. A pesar de que la idea era realizar una comparación entre ambos inventarios, esto no fue posible dado que el inventario perteneciente a la institución carecía de la información necesaria. Muchos de los desechos contabilizados no contenían código motivo por el cual no se los pudo encontrar dentro del registro de la EPN. Para la creación del inventario se les proporciono un código temporal a los desechos para facilitar el conteo y evitar confusiones.
- Los desechos peligrosos elegidos para someterlos al proceso de incineración estaban compuestos por dos partes. El tóner tenía como componente principal el poliéster, el cual representaba un 85 % del producto, el otro 15% correspondía a los colorantes, que pueden ser 4: El negro de carbón, el amarillo constituido por benzimidazol, el rojo constituido por quinocridona y el azul constituido por ftalocianina de cobre. En cuanto a la composición de la tinta, esta estuvo compuesta en un 80% por una resina principal siendo el acetato de polivinilo y el otro 20% un disolvente que correspondía al etanol. De los dos desechos se tomó como elemento principal a combustionar aquellos que representan la mayor cantidad del compuesto, siendo el poliéster para el tóner y el acetato de polivinilo para la tinta.
- Las estimaciones con respecto a pruebas de laboratorio sobre el proceso de incineración de los desechos peligrosos fueron obtenidas bibliográficamente, dado que el laboratorio al que se realizó la solicitud no poseía los equipos necesarios para realizar dichas pruebas.

- Si los desechos peligrosos encontrados en la bodega metalmecánica San Bartolo son sometidos a incineración, se podrían obtener los siguientes resultados: 0,01144 toneladas de tóneres generan 0.59 mg de monóxido de carbono por metro cúbico ($mg\ CO/Nm^3$) y 0.44 mg de dióxido de azufre por metro cúbico ($mg\ SO_2/Nm^3$). Por otro lado, 4,07 kilogramos de tintas generan 0.27 mg de monóxido de carbono por metro cúbico ($mg\ CO/Nm^3$) y 0.18 mg de dióxido de azufre por metro cúbico ($mg\ SO_2/Nm^3$). Estos valores obtenidos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de la normativa ecuatoriana por lo cual se puede concluir que si es posible incinerar estos desechos peligrosos.

3.4 Recomendaciones

- Se recomienda el crear un programa de gestión integral de desechos tanto comunes como peligrosos ya que es un tema de gran preocupación, cosa que se puede observar visitando las bodegas. Este plan podría ayudar a reducir los desechos generados por la EPN, y otorgar una disposición final adecuada de los mismos sin necesidad de acumularlos a lo largo de los años.
- Actualizar el inventario de bienes dados de baja, ya que con el inventario actual es complicado el buscar un objeto en particular para prestarle un estudio correspondiente. Este problema va de la mano con la organización de los desechos que se encuentran en las bodegas, ya que no es complicado el realizar un conteo y aún más el buscar un objeto dentro de las bodegas.
- Realizar un seguimiento anual de los objetos dados de baja y los almacenados en la bodega, de esta manera se puede priorizar aquellos desechos que merecen una disposición final adecuada y temprana, evitando posibles riesgos a la salud y al ambiente.
- Realizar un estudio de incineración con pruebas de laboratorio en condiciones, para poder comparar resultados con líneas investigativas similares y obtener resultados concluyentes y verídicos. Este proyecto puede servir como guía base para las futuras investigaciones.

4 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Banco Mundial, “Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos,” Sep. 20, 2018.
<https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management> (accessed Feb. 08, 2022).
- [2] A. Sáez and J. A. Urdaneta, “Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe,” *Omnia*, vol. 20, no. 3, pp. 121–135, Dec. 2014.
- [3] S. Kaza, L. C. Yao, P. Bhada-Tata, and F. Van Woerden, “What a Waste 2.0,” Washington, DC: World Bank, Washington DC, Sep. 2018. doi: 10.1596/978-1-4648-1329-0.
- [4] K. D. Sharma and S. Jain, “Municipal solid waste generation, composition, and management: the global scenario,” *Soc. Responsib. J.*, vol. 16, no. 6, pp. 917–948, 2020, doi: 10.1108/SRJ-06-2019-0210.
- [5] Banco Mundial, “Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes,” 2018.
<https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report> (accessed Feb. 08, 2022).
- [6] Servicio Ecuatoriano de Normalización, *Norma Técnica Inen 2266*. Quito: Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2013, pp. 1–57.
- [7] A. Rosas Domínguez *et al.*, “Evaluación de la incineración de residuos peligrosos,” *Gac. Ecológica*, no. 66, pp. 27–40, 2003, doi: 1405-2849.
- [8] M. Straka, A. Rosova, M. Malindzakova, S. Khouri, and K. Culkova, “Evaluating the waste incineration process for sustainable development through modelling, logistics, and simulation,” *Polish J. Environ. Stud.*, vol. 27, no. 6, pp. 2739–2748, 2018, doi: 10.15244/pjoes/81062.
- [9] K. Anastasiadou, K. Christopoulos, E. Mousios, and E. Gidaracos, “Solidification/stabilization of fly and bottom ash from medical waste incineration facility,” *J. Hazard. Mater.*, vol. 207–208, pp. 165–170, 2012, doi: 10.1016/j.jhazmat.2011.05.027.
- [10] A. Romero Salvador, “LA INCINERADORA DE RESIDUOS: ¿ESTÁ JUSTIFICADO

- EL RECHAZO SOCIAL?," *Cienc.Exact.Fís.Nat. (Esp)*, vol. 104, no. 1, pp. 175–187, 2010, Accessed: Dec. 13, 2021. [Online]. Available: <https://rac.es/ficheros/doc/00913.pdf>.
- [11] J. Chavez, "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE CÁMARA DE COMBUSTIÓN POR PLASMA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS," Arequipa, 1, 2020. Accessed: Jan. 28, 2022. [Online]. Available: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/11575/UPchobjg.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [12] P. G. J. M. M. R. L. J. Á. Ana Salvarrey, *Guía para la gestión Integral de Residuos Peligrosos. Fundamentos Tomo I, Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe*. Uruguay, 2005.
- [13] M. LaGrega, P. Buckingham, and J. Evans, "Gestión de Residuos Tóxicos," in *Tratamiento, eliminación y recuperación de suelos*, 1st ed., A. García, Ed. Madrid, 1996, pp. 815–901.
- [14] REPUBLICA DEL ECUADOR, *Código Orgánico del Ambiente*. Quito: Código Orgánico, 2017, pp. 1–92.
- [15] K. C. Patil, S. T. Aruna, and S. Ekambaram, "Combustion synthesis," *Curr. Opin. Solid State Mater. Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 158–165, 1997, doi: 10.1016/s1359-0286(97)80060-5.
- [16] B. P. Cristina, B. V. Noelia, C. G. Marisa, and P. E. Édgar, "Principios Básicos de la Combustión," vol. 1, pp. 1–10, 2018, [Online]. Available: <https://riunet.upv.es/handle/10251/103833>.
- [17] L. Cacia, K; Amell, A; Olmos, "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS PROPIEDADES DE COMBUSTIÓN DE LA MEZCLA ... / A COMPARATIVE STUDY OF THE COMBUSTION PROPERTIES OF," 2011.
- [18] P. M. Lemieux, C. C. Lutes, and D. A. Santoianni, *Emissions of organic air toxics from open burning: A comprehensive review*, vol. 30, no. 1. 2004.
- [19] A. Coronel, "COMBUSTION Y COMBUSTIBLES," Accessed: Jan. 20, 2022. [Online]. Available: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51315812/Combustion_y_combustibles-with-cover-page-

v2.pdf?Expires=1642739829&Signature=UZv3qpbx6bD9j~J~XjBT91gsa53Wf3G2eS5oYaik29Ay41gLIYlwPMJi2ZPAU~tSoLitYh-b8eJrGJIs12yYaQa0EAGW7b1QTVNChWKI9eO5APw36aYLzZt-nMrNwKJfz5.

- [20] M. Matias, “Don’t treat us like dirt’: The flight against the co-incineration of dangerous industrial waste in the outskirts of Coimbra,” *South Eur. Soc. Polit.*, vol. 9, no. 2, pp. 132–158, 2004, doi: 10.1080/1360874042000253519.
- [21] A. Escamilla, I. Silva, J. Sánchez, A. García, E. Moreno, and F. Ortuño, “Diseño de un incinerador experimental para residuos sólidos municipales,” *Congr. Int. Anu. La Somim*, 2010.
- [22] C. Barahona, “PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UN HORNO DE INCINERACIÓN,” Bogotá, 2015. Accessed: Feb. 09, 2022. [Online]. Available: [https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/2003/Trabajo de grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/2003/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [23] D. Muñoz, “Propuesta de una planta incineradora de residuos sólidos urbanos en Santa Clara,” Santa Clara, 2019.
- [24] B. A. Tichenor and M. A. Palazzolo, “Destruction of volatile organic compounds via catalytic incineration,” *Environ. Prog.*, vol. 6, no. 3, pp. 172–176, 1987, doi: 10.1002/ep.670060328.
- [25] Ministerio del Ecuador, *Constitución de la República del Ecuador*. Ecuador, 2008, p. 132.
- [26] República del Ecuador, *REFORMA TEXTO UNIFICADO LEGISLACION SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE, LIBRO VI*. Quito, 2015, pp. 1–75.
- [27] Á. Orellana, “TONER | Que es y Cómo Ponerlo en una Impresora,” 2020. <https://casadelatinta.com/blog/toner/> (accessed Jan. 28, 2022).
- [28] A. Rodrigo, “¿De qué está hecho el tóner de las impresoras? ¿Es tóxico?,” Nov. 17, 2020. <https://hardzone.es/tutoriales/componentes/toner-impresora-toxico-cancer/> (accessed Jan. 28, 2022).
- [29] J. Garde, “Guía técnica a inia de envase y embalaje Tintas,” 2017. <http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/V02wn/tintas> (accessed Jan. 28, 2022).

- [30] J. Bangera, "Laser Toner Cartridge: What's inside? - Inkjet Wholesale Blog," Apr. 10, 2015. <https://blog.inkjetwholesale.com.au/printer-education/laser-toner-cartridge-whats-inside/> (accessed Feb. 12, 2022).
- [31] E. T. Oppelt, "Incineration of hazardous waste a critical review," *J. Air Pollut. Control Assoc.*, vol. 37, no. 5, pp. 558–586, 1987, doi: 10.1080/08940630.1987.10466245.
- [32] G. Rosas Domínguez, Anabell, Peña Luna, Angélica, and Ramos Rodríguez, "Evaluación de la incineración de residuos peligrosos," p. 40, 2009, [Online]. Available: <http://bbibliograficas.ucc.edu.co:2063/lib/ucooperativas/reader.action?docID=10316644>.
- [33] M. Dzieciol and E. Huzar, "Study of compounds emitted during thermo-oxidative decomposition of polyester fabrics," *Polish J. Chem. Technol.*, vol. 18, no. 1, pp. 40–45, 2016, doi: 10.1515.
- [34] J. Huang, "Polymer waste management-biodegradation, incineration and recycling," *Polym. Mater. Sci. Eng. Proc. ACS Div. Polym. Mater. Sci. Eng.*, vol. 63, no. November 2013, pp. 633–636, 1990, doi: 10.1080/10601329508010272.
- [35] M. Y. Wey and C. L. Chang, "Kinetic study of polymer incineration," *Polym. Degrad. Stab.*, vol. 48, no. 1, pp. 25–33, 1995, doi: 10.1016/0141-3910(94)00125-R.
- [36] L. Roes, M. K. Patel, E. Worrell, and C. Ludwig, "Preliminary evaluation of risks related to waste incineration of polymer nanocomposites," *Sci. Total Environ.*, vol. 417–418, pp. 76–86, 2012, doi: 10.1016/j.scitotenv.2011.12.030.
- [37] S. Janhäll *et al.*, "Release of carbon nanotubes during combustion of polymer nanocomposites in a pilot-scale facility for waste incineration," *NanoImpact*, vol. 24, no. August, 2021, doi: 10.1016/j.impact.2021.100357.
- [38] K. Iwakuma and K. Hasue, "Combustion of amino guanidinium 5,5'-azobis-1H-tetrazolate/polyvinyl acetate-coated ammonium nitrate mixture," *Sci. Technol. Energ. Mater.*, vol. 80, pp. 107–114, 2019.
- [39] B. K. Kandola, A. R. Horrocks, P. Myler, and D. Blair, "The effect of intumescent on the burning behaviour of polyester-resin-containing composites," *Compos. - Part A Appl. Sci. Manuf.*, vol. 33, no. 6, pp. 805–817, 2002, doi: 10.1016/S1359-835X(02)00026-X.

- [40] B. Uysal, "Combustion properties of laminated veneer lumbers bonded with polyvinyl acetate and phenol formaldehyde adhesives and impregnated with some chemicals," *Combust. Sci. Technol.*, vol. 177, no. 7, pp. 1253–1271, 2005, doi: 10.1080/00102200590950458.
- [41] Birla Carbon Inc, "Hoja De Datos De Seguridad Negro de carbono," 2011.
- [42] Kemira de México S.A., "Hoja De Datos De Seguridad Ftalocianina de cobre," *Kemira*, pp. 1–4, 2011.
- [43] T. F. Scientific, "Safety Data Sheet Benzimidazole," 2012. [Online]. Available: https://us.vwr.com/assetsvc/asset/en_US/id/16490607/contents.
- [44] Kemira de México S.A., "Hoja De Datos De Seguridad - Quinacridona," 2011.

5 ANEXOS

ANEXO I. Inventario de desechos peligrosos

Tabla 1. Inventario de los desechos peligrosos encontrados en la metalmecánica San Bartolo.

N°	Tipo Residuo	Código temporal	Descripción del desecho	Galpón	Semana contabilizada	Supuesto	Código Acuerdo 142
1	Copiadora	Co - 01	Equipo electrónico para realizar fotocopias	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
2	Copiadora	Co - 02	Equipo electrónico para realizar fotocopias	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
3	Copiadora	Co - 03	Equipo electrónico para realizar fotocopias	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
4	Copiadora	Co - 04	Equipo electrónico para realizar fotocopias	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
5	Copiadora	Co - 05	Equipo electrónico para realizar fotocopias	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
6	Copiadora	Co - 06	Equipo electrónico para realizar fotocopias	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
7	Copiadora	Co - 07	Equipo electrónico para realizar fotocopias	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
8	Copiadora	Co - 08	Equipo electrónico para realizar fotocopias	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
9	Copiadora	Co - 09	Equipo electrónico para realizar fotocopias	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
10	Copiadora	Co - 10	Equipo electrónico para realizar fotocopias	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
11	Copiadora	Co - 11	Equipo electrónico para realizar fotocopias	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53

12	Copiadora	Co - 12	Equipo electrónico para realizar fotocopias	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
13	Copiadora	Co - 13	Equipo electrónico para realizar fotocopias	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
14	Copiadora	Co - 14	Equipo electrónico para realizar fotocopias	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
15	Copiadora	Co - 15	Equipo electrónico para realizar fotocopias	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
16	Copiadora	Co - 16	Equipo electrónico para realizar fotocopias	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
17	Copiadora	Co - 17	Equipo electrónico para realizar fotocopias	2	Semana 3	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
18	Copiadora	Co - 18	Equipo electrónico para realizar fotocopias	2	Semana 3	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
19	Copiadora	Co - 19	Equipo electrónico para realizar fotocopias	2	Semana 3	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
20	Copiadora	Co - 20	Equipo electrónico para realizar fotocopias	2	Semana 3	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
21	Copiadora	Co - 21	Equipo electrónico para realizar fotocopias	2	Semana 3	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
22	Copiadora	Co - 22	Equipo electrónico para realizar fotocopias	2	Semana 6	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
23	Copiadora	Co - 23	Equipo electrónico para realizar fotocopias	2	Semana 6	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
24	Escáner	Es - 01	Periférico de ordenador que permite copiar archivos e imágenes, mediante el uso de la luz	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
25	Escáner	Es - 02	Periférico de ordenador que permite copiar archivos e imágenes, mediante el uso de la luz	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53

26	Escáner	Es - 03	Periférico de ordenador que permite copiar archivos e imágenes, mediante el uso de la luz	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
27	Escáner	Es - 04	Periférico de ordenador que permite copiar archivos e imágenes, mediante el uso de la luz	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
28	Escáner	Es - 05	Periférico de ordenador que permite copiar archivos e imágenes, mediante el uso de la luz	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
29	Escáner	Es - 06	Periférico de ordenador que permite copiar archivos e imágenes, mediante el uso de la luz	2	Semana 3	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
30	Escáner	Es - 07	Periférico de ordenador que permite copiar archivos e imágenes, mediante el uso de la luz	2	Semana 3	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
31	Fax	Fx - 01	Sistema de comunicación que permite mandar y recibir información	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
32	Fax	Fx - 02	Sistema de comunicación que permite mandar y recibir información	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
33	Fax	Fx - 03	Sistema de comunicación que permite mandar y recibir información	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
34	Fax	Fx - 04	Sistema de comunicación que permite mandar y recibir información	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
35	Fax	Fx - 05	Sistema de comunicación que permite mandar y recibir información	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
36	Fax	Fx - 06	Sistema de comunicación que permite mandar y recibir información	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
37	Fax	Fx - 07	Sistema de comunicación que permite mandar y recibir información	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
38	Fax	Fx - 08	Sistema de comunicación que permite mandar y recibir información	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53

39	Fax	Fx - 09	Sistema de comunicación que permite mandar y recibir información	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
40	Fax	Fx - 10	Sistema de comunicación que permite mandar y recibir información	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
41	Fax	Fx - 11	Sistema de comunicación que permite mandar y recibir información	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
42	Fax	Fx - 12	Sistema de comunicación que permite mandar y recibir información	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
43	Fax	Fx - 13	Sistema de comunicación que permite mandar y recibir información	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
44	Fax	Fx - 14	Sistema de comunicación que permite mandar y recibir información	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
45	Fax	Fx - 15	Sistema de comunicación que permite mandar y recibir información	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
46	Fax	Fx - 16	Sistema de comunicación que permite mandar y recibir información	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
47	Fax	Fx - 17	Sistema de comunicación que permite mandar y recibir información	2	Semana 3	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
48	Fax	Fx - 18	Sistema de comunicación que permite mandar y recibir información	2	Semana 3	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
49	Fax	Fx - 19	Sistema de comunicación que permite mandar y recibir información	2	Semana 5	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
50	Impresoras	Imp - 01	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
51	Impresoras	Imp - 02	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
52	Impresoras	Imp - 03	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53

53	Impresoras	Imp - 04	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
54	Impresoras	Imp - 05	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
55	Impresoras	Imp - 06	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
56	Impresoras	Imp - 07	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
57	Impresoras	Imp - 08	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
58	Impresoras	Imp - 09	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
59	Impresoras	Imp - 10	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
60	Impresoras	Imp - 11	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
61	Impresoras	Imp - 12	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
62	Impresoras	Imp - 13	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
63	Impresoras	Imp - 14	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
64	Impresoras	Imp - 15	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
65	Impresoras	Imp - 16	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
66	Impresoras	Imp - 17	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53

67	Impresoras	Imp - 18	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
68	Impresoras	Imp - 19	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
69	Impresoras	Imp - 20	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
70	Impresoras	Imp - 21	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
71	Impresoras	Imp - 22	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
72	Impresoras	Imp - 23	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
73	Impresoras	Imp - 24	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
74	Impresoras	Imp - 25	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
75	Impresoras	Imp - 26	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
76	Impresoras	Imp - 27	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
77	Impresoras	Imp - 28	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
78	Impresoras	Imp - 29	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
79	Impresoras	Imp - 30	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
80	Impresoras	Imp - 31	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53

81	Impresoras	Imp - 32	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
82	Impresoras	Imp - 33	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
83	Impresoras	Imp - 34	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
84	Impresoras	Imp - 35	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
85	Impresoras	Imp - 36	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
86	Impresoras	Imp - 37	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
87	Impresoras	Imp - 38	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
88	Impresoras	Imp - 39	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
89	Impresoras	Imp - 40	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
90	Impresoras	Imp - 41	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
91	Impresoras	Imp - 42	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
92	Impresoras	Imp - 43	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
93	Impresoras	Imp - 44	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
94	Impresoras	Imp - 45	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53

95	Impresoras	Imp - 46	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
96	Impresoras	Imp - 47	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
97	Impresoras	Imp - 48	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
98	Impresoras	Imp - 49	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 1	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
99	Impresoras	Imp - 50	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
100	Impresoras	Imp - 51	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
101	Impresoras	Imp - 52	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
102	Impresoras	Imp - 53	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
103	Impresoras	Imp - 54	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
104	Impresoras	Imp - 55	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
105	Impresoras	Imp - 56	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
106	Impresoras	Imp - 57	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
107	Impresoras	Imp - 58	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
108	Impresoras	Imp - 59	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53

109	Impresoras	Imp - 60	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
110	Impresoras	Imp - 61	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
111	Impresoras	Imp - 62	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
112	Impresoras	Imp - 63	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
113	Impresoras	Imp - 64	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
114	Impresoras	Imp - 65	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
115	Impresoras	Imp - 66	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
116	Impresoras	Imp - 67	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
117	Impresoras	Imp - 68	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
118	Impresoras	Imp - 69	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
119	Impresoras	Imp - 70	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
120	Impresoras	Imp - 71	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
121	Impresoras	Imp - 72	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
122	Impresoras	Imp - 73	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53

123	Impresoras	Imp - 74	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
124	Impresoras	Imp - 75	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
125	Impresoras	Imp - 76	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
126	Impresoras	Imp - 77	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
127	Impresoras	Imp - 78	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
128	Impresoras	Imp - 79	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
129	Impresoras	Imp - 80	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
130	Impresoras	Imp - 81	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
131	Impresoras	Imp - 82	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	3	Semana 2	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
132	Impresoras	Imp - 83	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	2	Semana 3	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
133	Impresoras	Imp - 84	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	2	Semana 3	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
134	Impresoras	Imp - 85	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	2	Semana 3	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
135	Impresoras	Imp - 86	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	2	Semana 3	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
136	Impresoras	Imp - 87	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	2	Semana 3	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53

137	Impresoras	Imp - 88	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	2	Semana 3	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
138	Impresoras	Imp - 89	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	2	Semana 3	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53
139	Impresoras	Imp - 90	Equipo que sirve para para imprimir información seleccionada	2	Semana 5	En su interior tiene tinta /tóner	NE - 53