

**Formulación de alternativas de aprovechamiento de residuos cortopunzantes gestionados  
por la empresa Sandesol S.A. E.S.P.**

**Silvia Camila Peñaloza Mora**

**Trabajo de grado para optar el título de Ingeniera Ambiental**

**Director**

**Cesar Augusto González López**

**Ingeniero Ambiental**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**División de Ingenierías y Arquitectura**

**Facultad Ingeniería Ambiental**

**2022**

### **Dedicatoria**

Dedicado a mis padres Luis y Miriam, quienes me brindaron su apoyo incondicional desde el primer día, su motivación para seguir adelante y afrontar cualquier reto que se me presentara, sus consejos y valores los cuales me hacen ser la persona que soy y a mis hermanas por ser mi ejemplo a seguir y demostrarme que con dedicación y esfuerzo se puede ser una gran profesional.

### **Agradecimientos**

Primeramente, a Dios quien me brindo sabiduría durante estos años de estudio, por ser mi guía y ayudarme a tomar las mejores decisiones, porque gracias a él cuento con mis padres las personas más valiosas en mi vida, gracias a ellos estoy donde estoy y por su apoyo he logrado muchas cosas.

También agradezco a mi profesor y director Cesar González, él fue quien me oriento para el desarrollo de este proyecto, a él y de más profesores de la carrera agradezco por brindarme todos sus conocimientos y experiencias para lograr ser una excelente Ingeniera Ambiental.

A mis amigos, por ser ese gran apoyo durante la carrera, por la ayuda mutua, por el esfuerzo y dedicación para sacar esta carrera adelante. Igualmente, a la persona que llevo a mi vida, a demostrarme que soy capaz de lograr lo que quiero si me lo propongo, quien me motivo a superarme cada día y del cual tuve su apoyo durante todo este proceso.

Por último, a la empresa Sandesol S.A. E.S.P, por darme la oportunidad y confianza para realizar mis prácticas profesionales y a portar un poco de mis conocimientos para que siga siendo la excelente empresa que es.

## Contenido

Introducción .....	13
1. Formulación de alternativas de aprovechamiento de residuos cortopunzantes gestionados por la empresa Sandesol S.A. E.S.P. ....	16
1.1 Objetivos.....	16
1.1.2 Objetivo general.....	16
1.1.3 Objetivos específicos .....	16
2. Marco referencial .....	17
2.1 Marco teórico.....	17
2.2 Estado del Arte .....	20
2.3 Marco legal.....	22
3. Método .....	23
3.1 Análisis del estado actual de la gestión integral de residuos peligrosos en la planta de tratamiento de Sandesol S.A. E.S.P.....	23
3.2 Determinación cualitativa y cuantitativamente los residuos que son gestionados por parte de Sandesol S.A. E.S.P., con el fin de conocer que tipos de residuos son tratados y enviados a disposición final.....	24
3.3 Planteamiento de estrategias de mejora que permitan un aprovechamiento de los residuos sólidos peligrosos recepcionados en planta.....	25
4. Resultados y discusión .....	25
4.1 Estado actual de la gestión integral de residuos peligrosos en Sandesol S.A.E.S.P .....	25

4.2 Caracterización cualitativa y cuantitativa de los residuos peligrosos en la empresa Sandesol S.A. E.S.P.....	33
4.3 Estrategias para el aprovechamiento de residuos cortopunzantes .....	36
4.3.1 Desactivación de alta eficiencia y trituración de residuos cortopunzantes.....	37
4.3.2 Desactivación por microondas.....	39
4.3.3 Alternativas de aprovechamiento para los residuos cortopunzantes .....	41
5. Conclusiones .....	44
Referencias.....	46

**Lista de tablas**

<b>Tabla 1.</b> <i>Normativa Ambiental relacionada al proyecto</i> .....	22
<b>Tabla 2.</b> <i>Lista de chequeo</i> .....	27
<b>Tabla 3.</b> <i>Caracterización cualitativa de los residuos</i> .....	33
<b>Tabla 4.</b> <i>Cuantificación de residuos</i> .....	34
<b>Tabla 5.</b> <i>Cantidad de residuos a disposición final</i> .....	35
<b>Tabla 6.</b> <i>Envío a otras plantas</i> .....	36

**Lista de figuras**

<b>Figura 1.</b> <i>Ubicación planta de tratamiento Sandesol S.A. E.S.P</i> .....	26
<b>Figura 2.</b> <i>Vehículo de transporte de residuos</i> .....	29
<b>Figura 3.</b> <i>Bodegas de almacenamiento temporal de residuos peligrosos</i> .....	30
<b>Figura 4.</b> <i>Autoclaves, proceso de desactivación de alta eficiencia</i> .....	31
<b>Figura 5.</b> <i>Horno Incinerador</i> .....	32
<b>Figura 6.</b> <i>Porcentaje de residuos</i> .....	35
<b>Figura 7.</b> <i>Desactivación de residuos tipo cortopunzantes</i> .....	38
<b>Figura 8.</b> <i>Caracterización de residuos por material</i> .....	39
<b>Figura 9.</b> <i>Ecosteryl, desactivación por microondas</i> .....	41
<b>Figura 10.</b> <i>Materiales de construcción fabricados en acero</i> .....	42
<b>Figura 11.</b> <i>Pavimento rígido</i> .....	43
<b>Figura 12.</b> <i>Fundición del acero</i> .....	44

**Lista de Apéndices**

**Apéndice A.** *Lista de chequeo*..... 52

### Glosario

*Agente patógeno:* es todo agente biológico capaz de producir infección o enfermedad infecciosa en un huésped (Decreto 351 de 2014).

*Almacenamiento:* es el depósito temporal de residuos o desechos peligrosos en un espacio físico definido y por un tiempo determinado con carácter previo a su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final (Castro, 2018).

*Disposición final:* es el proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos, en especial no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente (Castro, 2018).

*Generador:* es toda persona natural o jurídica, pública o privada que produce o genera residuos en el desarrollo de sus actividades relacionadas en el área de atención en salud (Decreto 351 de 2014).

*Gestión interna:* es la acción desarrollada por el generador, que implica la cobertura, planeación e implementación de todas las actividades relacionadas con la minimización, generación, segregación, movimiento interno, almacenamiento interno y/o tratamiento de residuos dentro de sus instalaciones (Decreto 351 de 2014).

*Gestión externa:* es la acción desarrollada por el gestor de residuos peligrosos que implica la cobertura y planeación de todas las actividades relacionadas con la recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento, aprovechamiento y/o disposición final de residuos fuera de las instalaciones del generador (Decreto 351 de 2014).

*Gestor o receptor de residuos peligrosos:* persona natural o jurídica que presta los servicios de recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento, aprovechamiento y/o disposición final de

residuos peligrosos, dentro del marco de la gestión integral y cumpliendo con los requerimientos de la normatividad vigente (Decreto 351 de 2014).

*Recolección:* es la acción consistente en retirar los residuos del lugar de almacenamiento ubicado en las instalaciones del generador para su transporte (Decreto 351 de 2014).

*Tratamiento de residuos peligrosos:* es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante el cual se modifican las características de los residuos o desechos peligrosos, teniendo en cuenta el riesgo y grado de peligrosidad de estos, para incrementar sus posibilidades de aprovechamiento y/o valorización o para minimizar los riesgos para la salud humana y el ambiente (Decreto 351 de 2014).

### **Resumen**

Sandesol S.A E.S.P., es una empresa gestora de residuos peligrosos la cual desarrolla actividades de recolección, transporte, almacenamiento temporal, tratamiento y/o aprovechamiento y disposición final, cumpliendo los lineamientos estipulados en la Resolución 1164 de 2002 relacionada con la gestión integral de residuos hospitalarios y similares. Es así, como en el presente proyecto se realizó el análisis del estado actual, seguido de la caracterización cualitativa y cuantitativa en la gestión de los residuos peligrosos, el cual permitió detallar el tipo y cantidades de residuos gestionados, tratados y trasladados a su disposición final, por lo cual, a partir de esto se realizó la formulación de alternativas de aprovechamiento para los residuos de tipo cortopunzantes destacando así que a todo residuo se le puede sacar el mayor provecho posible; esto con el fin de contribuir por parte de Sandesol S.A. E.S.P a la reducción de residuos al ambiente.

*Palabras clave:* gestión integral, residuos peligrosos, cortopunzantes, alternativa, aprovechamiento

**Abstract**

Sandesol S.A. E.S.P. is a hazardous waste management company which develops activities of collection, transportation, temporary storage, treatment and/or use and final disposal, complying with the guidelines stipulated in Resolution 1164 of 2002 related to the integral management of hospital and similar waste. Thus, in this project an analysis of the current state was made, followed by the qualitative and quantitative characterization of the management of hazardous waste, which allowed detailing the type and quantities of waste managed, treated and transferred to its final disposal, so that, from this, the formulation of alternatives for the use of sharps waste was made, emphasizing that all waste can be taken advantage of as much as possible; this in order to contribute on the part of Sandesol S. A. E.S.P. to the reduction of waste to the environment.

*Keywords:* comprehensive management, hazardous waste, sharps, alternative, reuse

## **Introducción**

En Santander, la generación de residuos peligrosos es inevitable, toda vez que este tipo de residuos se da a partir de actividades económicas e industriales diferentes. Según cifras del Informe Nacional de Residuos Peligrosos en Colombia para el año 2017 la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS) ocupa el tercer lugar dentro de las autoridades ambientales donde se evidencia la importante cantidad de residuos peligrosos con 30.000 toneladas aproximadamente. Igualmente, se observa una variación de la tendencia en la generación de residuos peligrosos por departamentos y municipios donde Santander ocupa el quinto lugar con un aproximado de 37.000 toneladas representando el 8% de los departamentos con mayor generación de residuos peligrosos; así mismo, en tema de municipios Barrancabermeja es uno de los tres municipios donde se generan estos residuos con 31.182 toneladas atribuidos a la refinación de productos de petróleo (IDEAM, 2017). El tipo de peligro que pueda representar un residuo está determinado por su propia naturaleza, es por ello la necesidad de contar con un servicio especial o un gestor para su debida recolección, transporte, almacenamiento temporal, tratamiento y disposición final, para que con ello se puedan evitar los riesgos a la salud y problemas ambientales por manejos inadecuados.

El país cuenta con avances en los últimos años en cuanto a la gestión de los residuos peligrosos, a partir de 2005, el Ministerio de Ambiente expidió la Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos la cual cuenta con un documento ya actualizado a partir de abril de 2022, en la que se define y establece las bases de la política pública ambiental para prevenir la generación de los residuos o desechos peligrosos y promover el manejo ambientalmente adecuado de los que se generen, con el fin de minimizar los riesgos sobre la salud humana y el ambiente, contribuyendo así al desarrollo sostenible (SIAC, 2019). Últimamente se han contemplado acciones de segregación en la fuente, clasificación y caracterización de residuos

sólidos y su aprovechamiento, en las que se tienen alternativas claras para su acopio y posterior reciclaje, caso contrario ocurre con los residuos peligrosos originados de procesos productivos o de atención en salud, donde las opciones viables para su tratamiento y posterior aprovechamiento se ven opacadas por la percepción de ser residuos con altos riesgos a la salud humana e impactos ambientales como en particular algunos residuos peligrosos que en casos evaluados los procesos permitidos por ley no garantizan un aprovechamiento ni se cuenta con una viabilidad de reciclaje siguiendo así el concepto de economía lineal contribuyendo al agotamiento de la vida útil de los rellenos sanitarios y ocasionando pasivos ambientales considerables (González y Molano, 2015).

Los residuos peligrosos de origen hospitalario en especial los de tipo cortopunzantes tienen una composición química que los convierten en residuos férricos con alto potencial de aprovechamiento, estos residuos tienen como tratamiento establecido la incineración o la desactivación de alta eficiencia que posterior a esto serán dispuestos en celdas de seguridad del relleno sanitario, impidiendo que el material pueda ser aprovechado. Reconociendo el potencial aprovechable de los residuos de tipo cortopunzante lo que se busca es ver la manera en la que se puedan plantear estrategias o alternativas que permitan y garanticen el aprovechamiento de este material, el cual pueda ser reincorporado a procesos de producción industrial y así genere beneficios tanto económicos como ambientales (González y Molano, 2015).

La gestión que actualmente maneja Sandesol S.A. E.S.P para los residuos de tipo cortopunzantes es el tratamiento de incineración y disposición final en el relleno sanitario, es por ello por lo cual el presente proyecto plantea la formulación de alternativas que permitan el aprovechamiento de los cortopunzantes, mejorando la gestión externa que se tiene para este residuo y que la empresa pueda ser contribuyente al concepto de economía circular donde se tenga

en cuenta la recuperabilidad del material metálico y pueda ser reincorporado a un ciclo económico y productivo.

## **1. Formulación de alternativas de aprovechamiento de residuos cortopunzantes gestionados por la empresa Sandesol S.A. E.S.P.**

### **1.1 Objetivos**

#### ***1.1.2 Objetivo general***

Formular alternativas de aprovechamiento de residuos peligrosos de tipo de cortopunzantes en el tratamiento y disposición final como parte de la gestión realizada por la empresa Sandesol S.A. E.S.P.

#### ***1.1.3 Objetivos específicos***

Analizar el estado actual de la gestión integral de residuos peligrosos en la planta de tratamiento de Sandesol S.A. E.S.P.

Determinar cualitativa y cuantitativamente los residuos que son gestionados por parte de la empresa Sandesol S.A. E.S.P., con el fin de conocer que tipos de residuos son tratados y enviados a disposición final.

Plantear una estrategia de mejora que permita el aprovechamiento de residuos sólidos peligrosos de tipo cortopunzante recepcionados en planta.

## 2. Marco referencial

### 2.1 Marco teórico

Un *Residuo o desecho sólido* es cualquier objeto, material y/o sustancia que resulta del consumo o uso a partir de diferentes actividades como: domésticas, industriales, comerciales, institucionales, que el generador abandona, rechaza o entrega y que puede estar dispuesto al aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, el cual represente un valor económico o de disposición final (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007).

La *clasificación de los residuos sólidos* permite dar un orden y una mejor gestión a los desechos, con la finalidad de concederle un valor a los residuos y aprovechar a todos aquellos que pueden ser reutilizados y reciclados con su gestión y tratado correspondiente. Los residuos se pueden clasificar según su origen, su biodegradabilidad, su composición y su peligrosidad (Sanchez, 2020).

Dentro de las actividades en atención en salud y otras actividades relacionadas los residuos generados se clasifican en Residuos No Peligrosos y Residuos Peligrosos:

Los *Residuos no Peligrosos*, son aquellos producidos por el generador en el desarrollo de sus actividades, los cuales no presentan ninguna de las características de peligrosidad que lleguen afectar directamente a la salud humana y el medio ambiente (Decreto 351 de 2014).

Los *Residuos Peligrosos* son aquellos que debido a su peligrosidad intrínseca ya sea tóxico, corrosivo, reactivo, inflamable, explosivo, infeccioso y ecotóxicos pueden causar daños o alteraciones a la salud y el medio ambiente. Por lo que es necesario que el residuo ingrese a un sistema de gestión acorde a sus características y se puedan realizar los controles correspondientes (Martínez, 2005). Dentro de estos residuos encontramos los de *riesgo biológico o infeccioso*, que

se considera peligroso debido a que contiene agentes patógenos como microorganismos y otros agentes con suficiente virulencia y concentración como para causar enfermedades en los seres humanos o en los animales (Decreto 351 de 2014).

Los residuos peligrosos con riesgo biológico o infeccioso se pueden subclasificar en:

*Biosanitario:* son todos aquellos elementos o instrumentos utilizados y descartados durante la ejecución de las actividades relacionadas a la atención en salud que tienen contacto directo con fluidos corporales de alto riesgo como lo son gasas, apósitos, algodones, aplicadores, drenes, vendajes, catéteres, entre otros (Decreto 351 de 2014).

*Anatomopatológicos:* son aquellos residuos como partes del cuerpo, muestras de órgano, tejidos o líquidos humanos, generados con ocasión de necropsias, procedimientos médicos, remoción quirúrgica, análisis de patología, toma de biopsias o resultado de la obtención de muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico o histológico (Decreto 351 de 2014).

*Cortopunzantes:* presentan características punzantes o cortantes que pueden ocasionar un accidente, entre ellos tenemos: limas, lancetas, cuchillas, agujas, restos de ampollitas, hojas de bisturí, vidrio, tubos para toma de muestras, entre otros (Decreto 351 de 2014).

*De animales:* estos residuos son provenientes de animales de experimentación o también aquellos los decomisos no aprovechables generados en plantas de beneficio (Decreto 351 de 2014).

También contamos como residuo peligroso los *Químicos*, que se presentan como restos de sustancias químicas y sus empaques o cualquier otro residuo contaminados con estos, los cuales, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición tienen el potencial para causar lesiones graves o efectos adversos en la salud e incluso la muerte y alteraciones al medio ambiente. Dentro de estos podemos encontrar: Fármacos parcialmente consumidos, vencidos y/o deteriorados,

residuos de citotóxicos, metales pesados, reactivos, contenedores presurizados, aceites usados, entre otros (Resolución 1164 de 2002).

Un *sistema de gestión de residuos* incluye manejo, tratamiento, transporte y disposición final. Todo esto depende del tipo de residuo que se tenga, dando un enfoque más centrado en la gestión de los residuos peligrosos debido a su capacidad inherente de provocar efectos adversos (Martínez, 2005).

La *Gestión integral de residuos sólidos*, se conoce como el conjunto de acciones y normas operativas, financieras, de planeación, administrativas, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación para el manejo de los residuos sólidos desde su generación hasta su disposición final, con el fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y así respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad, región u organización (Galvis, 2016).

Los *Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)*, son un instrumento de planeación; ya sean municipales, regionales o a nivel de empresas que contiene ciertos objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y recursos definidos para el manejo de los residuos sólidos, fundamentado en la política de gestión integral de los mismos, el cual se ejecutará durante un periodo determinado, basándose en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro y en un plan financiero viable que permita un mejoramiento en el manejo de los residuos sólidos (Ministerio de Vivienda, 2022).

El *Aprovechamiento de los residuos*, es el proceso donde a través de un manejo integral de los residuos, los materiales recuperados se incorporan temporalmente al ciclo económico y productivo por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración, el compostaje o cualquier

otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos (Palacios y Bernal, 2020).

Es así como en el Decreto 1505 de 2003 en su Artículo 1ro, se define que:

El Aprovechamiento en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo de forma eficiente, por medio de la utilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos (Decreto 1505 de 2003, p.1).

## **2.2 Estado del Arte**

En 2015, González y Molano abordaron un análisis técnico, comercial y financiero del aprovechamiento de los residuos peligrosos hospitalarios de tipo cortopunzantes clasificados dentro del reciclaje de chatarra ferrosa gracias a su alto porcentaje de aceros inoxidable. La iniciativa corre por cuenta de CORPOBOYACA de querer reincorporar nuevas técnicas de aprovechamiento y manejo de residuos peligrosos hospitalarios cortopunzantes, dando acompañamiento durante todo el proceso, de manera que se puedan realizar visitas y suministrar información secundaria, en relación de datos y a la formulación de alternativas; se realizan pruebas piloto que determina la prefactibilidad del uso de los materiales y análisis económico para la elección de alternativas más viables donde se obtenga también un beneficio ambiental (González y Molano, 2015).

Lozano y Rivas en 2016, presentaron una evaluación técnica y ambiental de una planta productora de madera plástica a partir de residuos hospitalarios desactivados. Primero se hace una

evaluación en base a los datos obtenidos de fuentes secundarias acerca de los residuos hospitalarios, su descripción, la gestión e impactos generados por su disposición final. Lo que se busca es plantear una alternativa de reutilización de los residuos hospitalarios desactivados, la cual se centra en el uso de estos como materia prima de un proceso de generación de Madera Plástica; se analizan indicadores técnicos como el tiempo de ciclo y la capacidad de proceso de fabricación de esta madera y también indicadores ambientales que permitan ver el impacto que podría llegar a tener el proyecto (Lozano y Rivas, 2016).

En 2017, se realizó un análisis de viabilidad para la recuperación del acero contenido en los residuos cortopunzantes en Bogotá. López, llevo a cabo un análisis en el patrón de generación, normatividad aplicable y tecnologías actuales para el procesamiento y tratamiento; realizo una comparación de costos entre la gestión actual y un esquema de aprovechamiento del acero contenido en los residuos de objetos cortopunzantes en la ciudad con el fin de extender la vida útil de los rellenos sanitarios y de posibles beneficios económicos (López Guzmán, 2017).

En 2018, Dugarte y Lizarazo presentan un diseño de mezcla no estructural con residuos hospitalarios tratados como lo son los biosanitarios, los cuales fueron adquiridos del parque Tecnológico Guayabal, en Cúcuta. Se tuvo en cuenta el método ACI, en el que se plantean los factores empíricos para el diseño de mezclas, en los que se determinan el agua de la mezcla y lo que es la cantidad de grava u otros complementos para la obtención del concreto. Para el proceso se incluyeron los residuos (biosanitarios) como aditivo y agregado en varias dosificaciones. Se obtuvieron resultados positivos ya que se llegó a la resistencia seleccionada reemplazando en peso el agregado pétreo con un porcentaje de aprovechamiento de residuos (Dugarte y Jenny, 2018).

Devia 2021, realizo un estudio de prefactibilidad técnica, ambiental y económica para el aprovechamiento de tintas litográficas contaminadas que son entregadas para su gestión a la

empresa de recolección, transporte y almacenamiento de residuos peligrosos Planeta Verde S.A.S, es como una alternativa de aprovechamiento evitando que las tintas litográficas ya no sean dispuestas a celda de seguridad, sino que estas sean aprovechadas y utilizadas por la empresa gestora como materia prima para la fabricación de pintura de tráfico pesado a base solvente. Para que el proyecto se llevara a cabo se desarrollaron 4 fases las cuales incluyeron un estudio técnico y diagnóstico, análisis ambiental, revisión de la normativa aplicable y estudio financiero; teniendo como resultado que la implementación del aprovechamiento de estas tintas es viable para la empresa gestora (Devia, 2021).

### 2.3 Marco legal

**Tabla 1.** *Normativa Ambiental relacionada al proyecto*

Norma	Concepto
Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias *Del artículo 22 al 35 contempla lo relacionado sobre el manejo de los Residuos Sólidos.
Resolución 2309 de 1986	Por la cual se dictan normas en cuanto a Residuos Especiales. Regula todo lo relacionado con el manejo, uso, disposición y transporte de los residuos sólidos con características especiales.
Resolución 1164 de 2002	Por la cual se adopta el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios y similares.
Decreto 1609 de 2002	Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
Decreto 1713 de 2002	Por la cual se reglamenta la ley 142 de 1994, ley 632 y ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto ley 2811 de 1974 y la ley 99 de 1993 en relación con la Gestión integral de Residuos Sólidos.
Decreto 1505 de 2003	Por la cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 838 de 2005	Por la cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre la disposición final de residuos sólidos.
Decreto 4741 de 2005	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
Ley 1252 de 2008	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referente a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.

Norma	Concepto
Decreto 351 de 2014	Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en atención en salud y otras actividades.

Tomado de Normas ambientales vigentes (1979-2014).

### 3. Método

#### 3.1 Análisis del estado actual de la gestión integral de residuos peligrosos en la planta de tratamiento de Sandesol S.A. E.S.P

Con el fin de dar cumplimiento a lo establecido en la normatividad ambiental vigente para el manejo de residuos peligrosos en la empresa Sandesol S.A.E.S.P, se realizó un análisis del estado actual de la gestión integral de los residuos peligrosos tales como los hospitalarios y similares, industriales, químicos, de posconsumo, entre otros dentro de la planta de tratamiento de Sandesol S.A. E.S.P.

Para llevar a cabo el análisis, se realizó una lista de chequeo en la que se evaluó la manera en la cual están siendo gestionados los residuos peligrosos dentro de la planta, ya que esta es su principal actividad económica. Los diferentes aspectos a verificar dentro de la lista de chequeo se tomaron en cuenta bajo los lineamientos establecidos en la Resolución 1164 de 2002 por la cual se adopta el manual de procedimientos para la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares y otros aspectos a considerar para el desarrollo del proyecto.

Es así, como en la lista de chequeo se contempló todo lo relacionado a la gestión externa que es la parte que le corresponde a Sandesol S.A. E.S.P por ser el gestor encargado de los residuos peligrosos, en la lista se abordaron los siguientes temas:

- *Transporte:* se evaluó todo lo relacionado a las condiciones que deben tener los vehículos de recolección para el traslado de los residuos de manera que se cumpla con lo establecido, para el óptimo transporte de este.
- *Almacenamiento:* se inspeccionaron los sitios de almacenamiento temporal de los residuos, teniendo en cuenta las distintas áreas de almacenamiento dependiendo del residuo, características físicas y estructurales de acondicionamiento, entre otros.
- *Tratamiento y disposición final:* se verifico que tipos de tratamientos se llevan a cabo para los diferentes residuos y si cuentan con la disposición final adecuada para ellos.
- *Posconsumo y/o aprovechamiento de residuos:* se evaluaron las diferentes alternativas de disposición final para ciertos residuos en particular, ya que por su naturaleza física se les permite tener un posconsumo y/o aprovechamiento.

### **3.2 Determinación cualitativa y cuantitativamente los residuos que son gestionados por parte de Sandesol S.A. E.S.P., con el fin de conocer que tipos de residuos son tratados y enviados a disposición final**

Se realizó una caracterización cualitativa de los residuos peligrosos que llegan a la planta para su debido tratamiento y disposición final. Se describieron los grandes grupos de residuos peligrosos que hay y a su vez se realizó un cuadro en el cual se detallaron específicamente los residuos que son gestionados por Sandesol S.A. E.S.P.

Para la caracterización cuantitativa se recopiló información interna la cual se pudo obtener por parte del área de operaciones de la empresa, en la que se tomaron los datos correspondientes a la cantidad de residuos que son tratados y llevados a disposición final los cuales equivalen a la

cantidad de residuos que llegan a planta y también aquellos residuos que son enviados a otras plantas para su gestión.

### **3.3 Planteamiento de estrategias de mejora que permitan un aprovechamiento de los residuos sólidos peligrosos recepcionados en planta**

Las estrategias de mejora se basan específicamente en proponer un aprovechamiento de los residuos peligrosos de tipo cortopunzante, ya que las propiedades físicas y la composición del material en su fabricación tienen un potencial aprovechable. Es por ello por lo que se realizó una búsqueda bibliográfica que permitiera indagar sobre las distintas alternativas que existen, para dar un beneficio a este tipo de residuos y así adaptar estrategias de aprovechamiento que beneficien a la empresa y a su vez al medio ambiente.

## **4. Resultados y discusión**

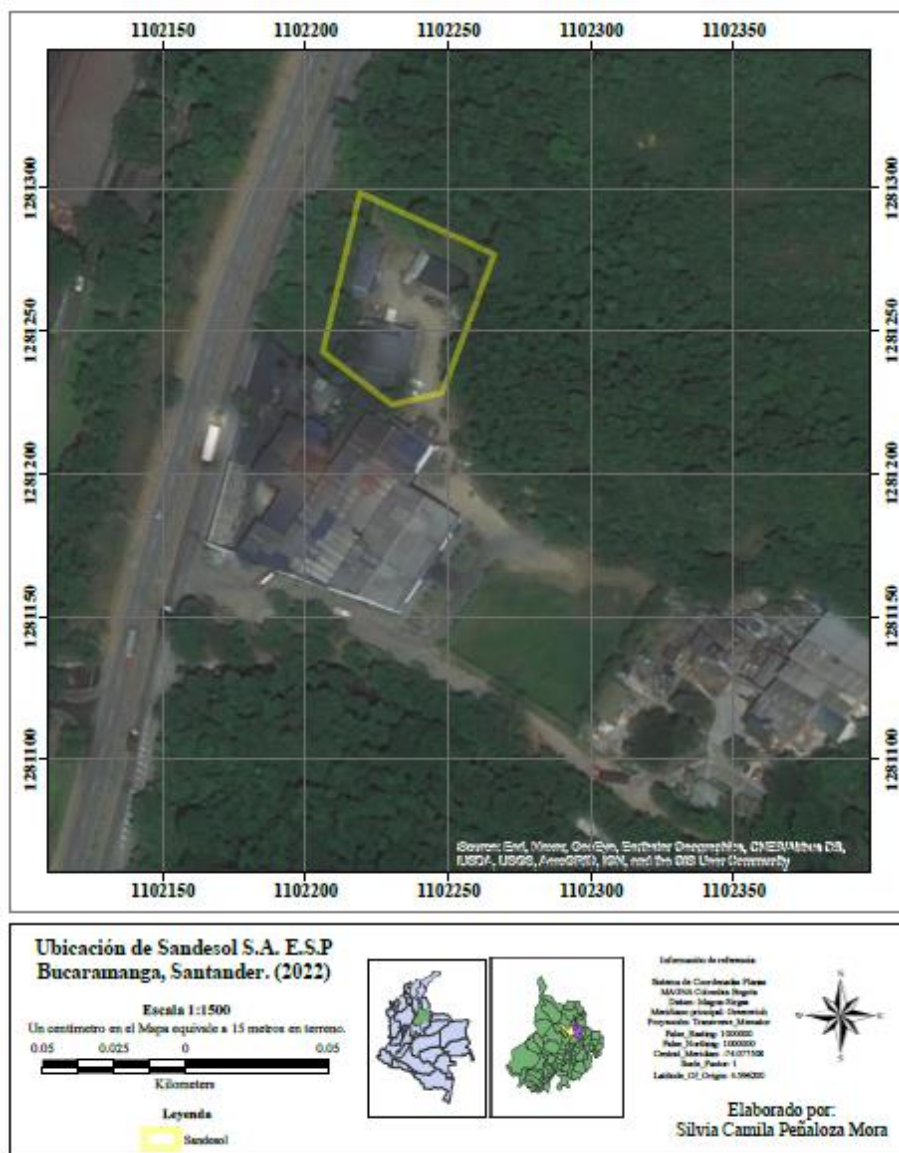
A continuación, se presentan de manera detallada las actividades y los resultados obtenidos durante el tiempo y desarrollo de las prácticas en Sandesol S.A. E.S.P.

### **4.1 Estado actual de la gestión integral de residuos peligrosos en Sandesol S.A.E.S.P**

Sandesol S.A.E.S.P es una empresa que presta el servicio especial de aseo y su principal función está en la gestión integral de los Residuos Peligrosos del sector industrial, sector salud y afines. La empresa cuenta con el servicio principalmente en los departamentos de Santander, Norte de Santander, Boyacá y distintas partes del país como lo son el Sur del Cesar, Costa Atlántica, Magdalena Medio, entre otros (SANDESOL, 2022).

Sandesol S.A. E.S.P cuenta su propia planta de almacenamiento temporal y tratamiento de residuos peligrosos ubicada en el Km 6,5 vía Chimita- Café Madrid Parque Industrial II Etapa (Figura 1) en Bucaramanga, en la que se realizan dos tipos de tratamiento de residuos: Desactivación de alta eficiencia y Tratamiento de Incineración.

**Figura 1.** Ubicación planta de tratamiento Sandesol S.A. E.S.P



Teniendo en cuenta que Sandesol S.A.E.S.P es una empresa gestora de residuos peligrosos debe cumplir a cabalidad todo lo dispuesto en la normativa ambiental para este sector, es por ello

por lo que una de ellas es la Resolución 1164 de 2002 en la que se estipula el manual de procedimientos para la gestión integral de residuos hospitalarios y similares, donde se establecen los métodos, procesos y actividades para la gestión integral de los mismos.

A partir de lo establecido en el decreto, se ubicaron los lineamientos o condiciones con los que el gestor externo debe cumplir para dar un manejo adecuado a los residuos peligrosos y de allí se procedió a realizar la lista de chequeo (tabla 2), en la que se evaluaron aspectos importantes en cuanto a la gestión que Sandesol S.A. E.S.P. realiza.

A continuación, se presenta la lista de chequeo con sus aspectos evaluados en el cumplimiento de estos y sus respectivas observaciones.

**Tabla 2. Lista de chequeo**

<b>Gestión integral de residuos peligrosos en Sandesol S.A. E.S.P.</b>			
<b>Aspectos a verificar</b>	<b>Cumple</b>		<b>Observaciones</b>
	<b>Si</b>	<b>No</b>	
<b>Transporte</b>			
a. El vehículo cuenta con señalización visible del tipo de residuo que transporta, la peligrosidad de este e información básica de la empresa.	X		
b. El vehículo es cerrado, adecuado para evitar el derrame o esparcimiento de residuos en vías o estacionamientos.	X		
c. El vehículo cuenta con superficies internas lisas, con bordes redondeados que faciliten un lavado y desinfección adecuado y está previsto de refrigeración adecuada.	X		
d. Los residuos son debidamente transportados en sus bolsas (de color rojo) o recipientes (guardianes) correspondientes e identificados.	X		
<b>Almacenamiento temporal</b>			
a. Se cuenta con áreas separadas para el almacenamiento de los diferentes residuos peligrosos (biosanitarios, cortopunzantes, anatomopatológicos, industriales, químicos, otros)	X		

<b>Gestión integral de residuos peligrosos en Sandesol S.A. E.S.P.</b>			
<b>Aspectos a verificar</b>	<b>Cumple</b>		<b>Observaciones</b>
	<b>Si</b>	<b>No</b>	
b. Las bodegas de almacenamiento cuentan con la señalización correspondiente.	X		
c. Los techos de las bodegas de almacenamiento se encuentran en buenas condiciones, protegiendo los residuos de lluvias.	X		
d. El cuarto frío para los residuos anatomopatológicos cuenta con temperatura no mayor a 4°C.	X		
e. El lugar de almacenamiento cuenta con la iluminación y ventilación adecuada.	X		
f. Las superficies de las bodegas cuentan con paredes lisas de fácil limpieza, pisos duros y lavables.	X		
g. Se cuentan con equipos de extinción de incendios cerca de las bodegas de almacenamiento.	X		
h. La bodega de almacenamiento de químicos cuenta con estantes para la ubicación de las diferentes sustancias.	X		
<b>Tratamiento y disposición final</b>			
a. Se cuenta con horno incinerador para el tratamiento de residuos anatomopatológicos, de animales y otros residuos infecciosos.	X		Por el momento el tratamiento de incineración se realiza de manera intermitente debido a mantenimientos continuos al horno.
b. La desactivación de alta eficiencia se realiza para residuos biosanitarios.	X		
c. Contemplan la desactivación para residuos cortopunzantes.		X	El tratamiento que se le da a los residuos cortopunzante es la incineración.
d. Cuentan con sitio de disposición final para los residuos desactivados o cenizas que quedan después del tratamiento.	X		La disposición final para los residuos después del tratamiento (desactivación o incineración) es la celda de disposición final y de seguridad del relleno sanitario, EMAB.
e. Los residuos químicos e industriales cuentan con debido tratamiento y disposición final.	X		Estos residuos son enviados a la celda de seguridad Teniamsa en Veolia, Cúcuta, Norte de Santander.
<b>Posconsumo y/o aprovechamiento de residuos</b>			
a. Se cuenta con disposición final adecuada para residuos posconsumo (RAEES, luminarias, bombillas, baterías, llantas, entre otros)	X		Son entregados al gestor LITO.

Gestión integral de residuos peligrosos en Sandesol S.A. E.S.P.			
Aspectos a verificar	Cumple		Observaciones
	Si	No	
b. Contemplan dentro de su gestión el aprovechamiento de los residuos cortopunzantes después de su tratamiento.		X	

*Transporte:* La empresa cuenta con cinco vehículos para el transporte de residuos infecciosos y químicos los cuales tienen una identificación, en la que se incluye señalización donde se indica el tipo de residuo que se está transportando e información básica de la empresa como lo es nombre, dirección y el número de contacto. A su vez el vehículo cumple con el acondicionamiento necesario para el transporte de RESPEL, diseñados con espacios cerrados y puertas para evitar el derrame de los residuos durante el transporte, cuenta con superficies lisas las cuales facilitan el aseo y desinfección del área y sistema de refrigeración. Así mismo, para un transporte seguro de los residuos dentro del vehículo estos deben estar dotados de canastillas o canecas para depositar las bolsas ya sean con residuos anatomopatológicos, cortopunzantes o envases de químicos.

**Figura 2.** Vehículo de transporte de residuos



Tomado de Sandesol S.A. E.S.P (2022).

*Almacenamiento temporal:* La empresa Sandesol S.A. E.S.P cuenta con siete bodegas de almacenamiento temporal para el acopio de residuos biosanitarios, cortopunzantes, cuarto frío para anatomopatológicos, químicos, RAEE y/o luminarias, gases refrigerantes e industriales. Cada una de estas bodegas cumplen con las condiciones físicas y estructurales, en cuanto a cubiertas (techos) para la protección de factores externos, paredes con baldosas lisas que faciliten el lavado y desinfección, refrigeración adecuada (4°C) para el cuarto frío, señalización que identifique el tipo de peligro y adecuaciones especiales que ya el tipo residuo lo requiera para su almacenamiento temporal.

**Figura 3.** *Bodegas de almacenamiento temporal de residuos peligrosos*



*Nota:* en orden, vista frontal de las bodegas de químicos, posconsumo e industriales; interior de una de las bodegas de biosanitarios e interior de la bodega de químicos. Tomado de Sandesol S.A. E.S.P. (2022).

*Tratamiento:* Dentro de la empresa se manejan dos tipos de tratamientos, la desactivación de alta eficiencia por calor húmedo e incineración.

El primero es un tipo de esterilización por calor húmedo en una autoclave para el tratamiento de los residuos biosanitarios, en el que su principal objetivo es eliminar todo tipo de microorganismos patógenos que se encuentren en los residuos, el vapor saturado actúa como un transportador de energía y su poder calorífico penetra en los residuos causando la destrucción de estos (Bustamante y Osorio, 2014).

El proceso de desactivación cumple con criterios como el trabajo bajo presión de vapor, temperatura y tiempo de resistencia lo que asegura la esterilización de los residuos biosanitarios eliminando todo tipo de agente patógeno, garantizando así el cumplimiento de los estándares de desinfección establecidos en la Resolución 1164 de 2002.

**Figura 4.** Autoclaves, proceso de desactivación de alta eficiencia



Tomado de Sandesol S.A.E.S.P (2017)

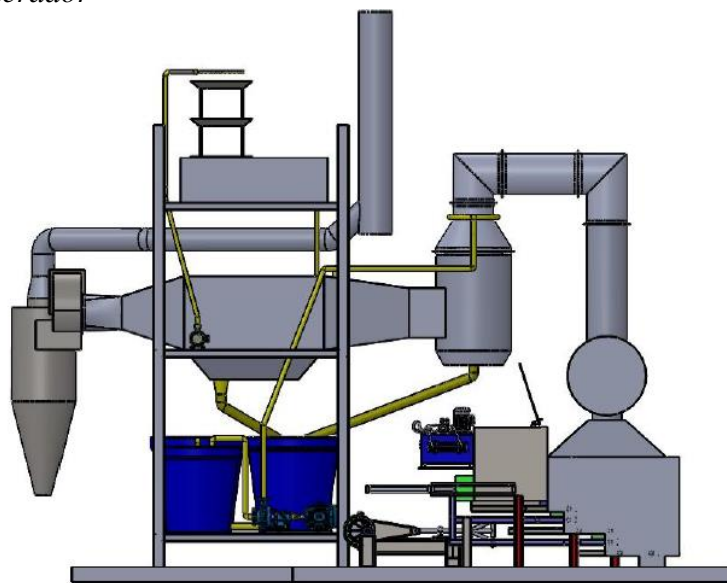
El segundo es el tratamiento térmico por combustión o también llamado incineración, el cual es un proceso de oxidación térmica en el que el combustible son los mismos residuos

dispuestos para el tratamiento térmico, como lo son los anatomopatológicos, cortopunzantes y restos de animales en donde se convierten en residuos inertes los cuales deben ser dispuestos de una manera adecuada (Resolución 1164 de 2002).

Principalmente el equipo tiene dos cámaras de combustión junto con un espacio determinado para el cargue de los residuos y otro para la extracción de las cenizas, además cuenta con un sistema de lavado de gases para minimizar emisiones contaminantes y entre otras características de diseño específicas y acordes a la actividad a realizar.

La empresa a través de la resolución 0144 de 2000 obtiene su licencia ambiental en la que se incluye el tratamiento de incineración dentro de sus actividades y con la resolución 866 de 2014 se les otorga el permiso de emisiones atmosféricas.

**Figura 5.** *Horno Incinerador*



Tomado de Sandesol S.A E.P.S. (2017).

*Posconsumo y/o aprovechamiento de residuos:* Los residuos de posconsumo son productos de consumo masivo los cuales una vez finalizado su ciclo de vida, generan sustancias peligrosas

nocivas para la salud y el medio ambiente, estos a su vez, de acuerdo a su composición químicas los cuales contienen sustancias como el plomo, mercurio, manganeso, cobre y zinc no pueden ser separados entre sí, por lo cual su disposición final no puede realizarse de manera conjunta con otro tipo de residuos; es así como la empresa Sandesol S.A. E.S.P, cuenta con un convenio junto a la empresa Lito S.A.S como gestor aliado para el aprovechamiento y disposición final de los residuos de posconsumo como RAEE, luminarias, baterías, entre otros.

Así mismo, la empresa Sandesol S.A. E.S.P, en su gestión de tratamiento de residuos, no contempla el aprovechamiento de residuos de tipo cortopunzantes, los cuales debido a sus propiedades físicas son aprovechables previa a su tratamiento.

#### **4.2 Caracterización cualitativa y cuantitativa de los residuos peligrosos en la empresa Sandesol S.A. E.S.P**

Una vez realizada la lista de chequeo, en la cual se evaluó la gestión de la empresa Sandesol S.A. E.S.P, se realizó la identificación y caracterización de los residuos recepcionados en planta, a través de los manifiestos de carga en el cual se detalla el tipo de residuo e inspección ocular en las bodegas de almacenamiento, con el fin de detallar la clasificación específica del residuo, entre los cuales se encuentran los siguientes:

**Tabla 3.** *Caracterización cualitativa de los residuos*

<b>Residuos peligrosos</b>	<b>Tipo de residuos</b>	<b>Residuos gestionados</b>
<b>Hospitalario o similares (Infecciosos o de Riesgo biológico)</b>	Biosanitarios	Gasas, algodones, guantes, tapabocas, batas quirúrgicas, vendajes, catéteres, sondas, medios de cultivo, entre otras.
	Anatomopatológicos	Sangre, fluidos y tejidos corporales, partes del cuerpo, restos de animales.

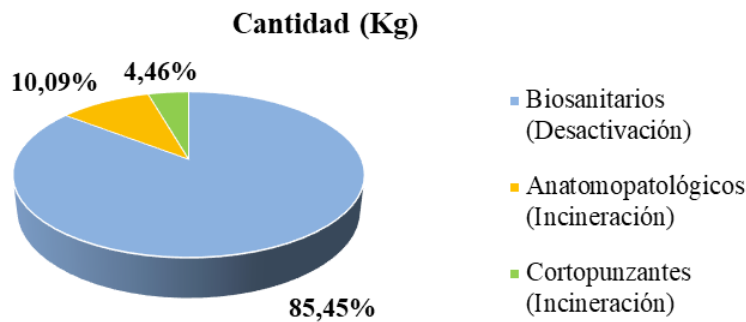
<b>Residuos peligrosos</b>	<b>Tipo de residuos</b>	<b>Residuos gestionados</b>
	Cortopunzantes	Agujas, bisturís, lancetas, resto de ampollitas, vidrio o material de laboratorio
	Químicos	Residuos de análisis de metales, cloruro y calcio, reactivos químicos, químicos en sus envases y/o recipientes, medicamentos o fármacos vencidos.
<b>Industriales y especiales</b>	Industriales	Residuos del sector mecánico, minero, petrolero. Material impregnado, recipientes contaminados, filtros de aire y aceite, tierras o suelos contaminadas, lodos, aguas aceitosas, suelos contaminados, combustible contaminado, material absorbente, viruta contaminada.
	Posconsumo	Luminarias y fluorescentes, RAEES, pilas, baterías, llantas, entre otros.

Para la caracterización cuantitativa, se recopilieron datos relacionados a las cantidades de residuos gestionados durante el año 2021 por la empresa, los cuales son pesados al momento de realizar la recolección.

A continuación, se relaciona la cantidad y tipo de residuos gestionados por la empresa:

**Tabla 4.** *Cuantificación de residuos*

	<b>Cantidad (Kg)</b>	<b>% de influencia</b>
<b>Biosanitarios (Desactivación)</b>	843.100,20	85,45%
<b>Anatomopatológicos (Incineración)</b>	99.562,00	10,09%
<b>Cortopunzantes (Incineración)</b>	44.037,00	4,46%
<b>Total</b>	986.699,20	100%

**Figura 6. Porcentaje de residuos**

Según lo relacionado en la tabla 4, se observa que la mayor parte de residuos hacen parte de los biosanitarios con un 85,45%, dado que la mayoría de los generadores de estos residuos son instituciones prestadoras de salud como clínicas, hospitales, laboratorios clínicos y de investigación, consultorios odontológicos, centros de estética y cosmetología y centros de atención veterinaria, entre otros, los cuales debido a su actividad manipulan elementos como los especificados en la tabla 3.

Después de realizado el tratamiento, los residuos quedan para disposición final la cual se da en el relleno sanitario “El Carrasco” perteneciente a la Empresa de Aseo de Bucaramanga (EMAB), donde allí son enviados los residuos desactivados como resultado del proceso de desactivación y las cenizas de la incineración.

A continuación, se relaciona la cantidad de residuos a disposición final:

**Tabla 5. Cantidad de residuos a disposición final**

	<b>Cantidad (Kg) enviadas a la EMAB</b>	<b>% de influencia</b>
<b>Residuos desactivados</b>	802.650	95,24%
<b>Cenizas</b>	40.080	4,76%
<b>Total</b>	842.730	100%

Así mismo, los residuos industriales, químicos y de posconsumo cuentan con sitios para su tratamiento y disposición final.

**Tabla 6.** *Envío a otras plantas*

	<b>Cantidad (Kg) enviadas a otras planta</b>
<b>Químicos e Industriales (Celda de seguridad Teniamsa)</b>	211.890
<b>Posconsumo (Lito)</b>	2.683
<b>Total</b>	214.573

Es así como cerca del 5% de la masa de los residuos incinerados se convierten en cenizas lo cual equivale a 40 toneladas anuales aproximadamente, sin embargo, esta cantidad puede ser reducida considerablemente dado que en el tratamiento que se les realiza a los residuos de tipo anatomopatológicos y cortopunzantes es la incineración, por lo cual de acuerdo al numeral 7.2.4.1 *Desactivación de alta eficiencia* de la Resolución 1164 de 2002, se puede realizar el aprovechamiento y reciclaje de los residuos cortopunzantes mediante el tratamiento de desactivación y trituración.

#### **4.3 Estrategias para el aprovechamiento de residuos cortopunzantes**

De acuerdo con el análisis realizado en cuanto a la situación actual de como se viene realizando la gestión integral de los residuos peligrosos en Sandesol S.A. E.S.P y de la caracterización tanto cualitativa como cuantitativa de los residuos recepcionados en planta, se logró identificar algunos aspectos de mejora en cuanto al tratamiento y disposición final que la empresa da a los residuos peligrosos de tipo cortopunzante; tal como se menciona en la Resolución 1164 de 2002, los residuos cortopunzantes pueden ser tratados por medio de la esterilización a

través de la desactivación de alta eficiencia, posterior a ello deben ser triturados para que así puedan ser dispuestos al relleno sanitario para su disposición final. Los cortopunzantes que son gestionados por Sandesol y los cuales se caracterizan cualitativamente en la tabla 3 del numeral 4.2 proviene de prácticas médicas y tienden a ser herramientas de atención como lo son las agujas hipodérmicas, lancetas o instrumentos quirúrgicos como bisturí, hojas de bisturí, laminillas, entre otros.

Según revisión bibliográfica y basándose en otros estudios de caso este tipo de residuos en su mayoría están fabricados en acero inoxidable que por sus propiedades físicas y composición del material crean el interés de formular las alternativas de aprovechamiento que favorece tanto a la parte ambiental, porque así no se estaría dando tanto residuo a disposición final disminuyendo la capacidad del relleno sanitario y la parte económica ya que la recuperación de este material puede aportar y ser incluido en otros procesos industriales.

Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, se describen las estrategias para que se pueda generar un aprovechamiento de los residuos cortopunzantes.

#### ***4.3.1 Desactivación de alta eficiencia y trituración de residuos cortopunzantes***

Una de las primeras alternativas a implementar sería el cambio de tratamiento que se le da a los cortopunzantes, según lo descrito en el numeral 4.1 en la lista de chequeo el tratamiento que actualmente se le están dando a los residuos cortopunzantes es de incineración y tal cual se menciona en la Resolución 1164 de 2002 se propone como tratamiento la desactivación para los residuos de tipo cortopunzantes. El proceso de desactivación para este residuo se daría de la siguiente manera:

1. Antes de ingresar los guardianes a la autoclave se pesan los residuos para llevar un control, seguido se empiezan a ubicar cuidadosamente los residuos dentro de la autoclave hasta su máxima capacidad.
2. Estando los residuos dentro se da inicio al tratamiento, el cual dura aproximadamente entre 20 o 40 min.
3. Finalizado el proceso se extraen los residuos y se pasan a un sistema de triturado para que finalmente se pueda realizar una segregación en la que se pueda recuperar el acero de estos residuos.

El cambio de tratamiento permite que el material no cambie tanto sus propiedades el cual afecte su aprovechamiento, no quedaría mezclado con otro tipo de residuos que se incineran y por último se disminuye la actividad de incineración que a su vez permite que no haya tantas emisiones de gases contaminantes al ambiente.

**Figura 7.** *Desactivación de residuos tipo cortopunzantes*



*Nota:* Muestra del proceso de desactivación para los residuos de tipo cortopunzantes. Tomado de González y Molano (2015).

**Figura 8.** *Caracterización de residuos por material*



*Nota:* separación de los residuos cortopunzantes por el tipo de material. Tomado de González y Molano (2015).

#### **4.3.2 Desactivación por microondas**

Un proceso parecido a la desactivación. Consiste en la aplicación de radiaciones electromagnéticas para lograr un efecto biocida. Dentro de su mismo sistema combina el triturado de los residuos hospitalarios que en este caso serían los cortopunzantes con el calentamiento interno de estos, en el que se logra la aplicación de microondas y la inyección de vapor de agua. Es una tecnología limpia en el que su proceso es 100% eléctrico, el cual presenta bajos riesgos de emisiones y consumo de recursos tales como el agua, el gas y la energía que normalmente son utilizados en la desactivación de alta eficiencia (Bustamante y Osorio, 2014).

Este tipo de tratamiento lleva un nombre internacional el cual lo llaman Ecosteryl y actualmente está siendo implementado en Colombia en distintas plantas de tratamiento, lo que permite tener un referente para aplicar este tipo de tecnología al tratamiento de los residuos cortopunzantes gestionados en Sandesol S.A. E.S.P, garantizando así que se cumplan los lineamientos establecidos en la resolución 1164 de 2002 respecto al aprovechamiento de estos residuos (López Guzmán, 2017).

Si bien, se sabe que la implementación de este sistema puede resultar algo costoso, pero se puede contar con la idea de llevarse a cabo en una escala más pequeña acorde a la cantidad de residuos que se reciben para la gestión lo importante es que se implemente el sistema de tratamiento por microondas teniendo en cuenta las ventajas ambientales y económicas que este conlleva.

El proceso de desactivación por microondas consiste básicamente en los siguientes pasos (Ecosteryl, 2022):

1. Pesaje: se cuenta con un sistema de carga automática y una báscula la cual registra el peso de los residuos.
2. Carga: la carga viene siendo automática, cuando la tolva de alimentación está vacía, se carga nuevamente el contenedor generando un proceso de flujo continuo.
3. Trituración: se cuenta con un sistema de trituración industrial, en donde se reduce casi el 80% del volumen de los residuos dispuestos a tratar.
4. Precalentamiento por acción de microondas: dentro de esta zona de microondas los residuos en menos de 3 minutos alcanzarán una temperatura de aproximadamente 100°C.
5. Mantenimiento de la temperatura y salida: los residuos se mantienen a altas temperaturas en una tolva final durante una hora, la combinación de estos dos parámetros tiempo y temperatura garantizan el tratamiento con una descontaminación completa.

**Figura 9.** *Ecosteryl, desactivación por microondas*



Tomado de Tecnologías de esterilización de alta eficiencia. Orozco (2017).

En ese orden de ideas de acuerdo con lo mencionado anteriormente estas estrategias pueden ser consideradas por la empresa Sandesol S.A. E.S.P. la cual posee la infraestructura, espacios y recursos económicos para su implementación y la incorporación de nuevas tecnologías de acuerdo con la cantidad de residuos que son tratados. Así mismo, se genera un impacto ambiental positivo, en la cual la empresa destaque su compromiso con el medio ambiente reduciendo la disposición final de residuos.

#### ***4.3.3 Alternativas de aprovechamiento para los residuos cortopunzantes***

Actualmente no se contemplan alternativas que promuevan el aprovechamiento de los residuos de tipo cortopunzantes. El tratamiento de incineración y la disposición final a los rellenos sanitarios crean una barrera que no permiten que se potencialice de una manera comercial el material por el cual están hechos estos residuos.

A partir de las estrategias planteadas anteriormente y de las que Sandesol S.A.E.S.P podría adoptar, se permite formular alternativas de aprovechamiento en el que el acero, principal material

de los cortopunzantes tengan una valoración y puedan ser agregados como material para un nuevo producto o servicio aplicando así el concepto de economía circular.

**4.3.3.1 Fabricación de materiales de construcción.** El acero es usado en diferentes sectores económicos y es uno de los materiales de construcción y fabricación más variables y adaptables. Así mismo combina la resistencia y trabajabilidad, con la que se permite usar para diversas fabricaciones (Giraldo, 2020). Los altos valores de consumo como chatarra de acero inoxidable y los bajos índices de corrosión aseguran altos porcentajes de reciclaje, este tipo de aleación es considerada como un metal “verde” por sus características anticorrosivas y de conservación por mucho tiempo (González y Molano, 2015).

**Figura 10.** *Materiales de construcción fabricados en acero*



Tomado de Diaco (2019).

**4.3.3.2 Pavimento y/o concreto reforzado con material granulado metálico.** Para esto es necesario que el material sea triturado de manera que se obtenga un producto muy fino del cual sirva como agregado a la mezcla para la pavimentación de vías y construcciones de edificaciones en general. (González y Molano, 2015). El concreto reforzado con fibras para el pavimento rígido consiste en la mezcla compuesta de pasta, agregados y fibras. La pasta es la mezcla entre cemento

portland, agua y aditivos, como agregados se tiene la arena y piedra ya sea triturada o entera y para las fibras se tienen en cuenta materiales como el acero, el plástico o vidrio (Miranda y Rado, 2019).

**Figura 11.** *Pavimento rígido*



Tomado de IngeCivil (2018).

**4.3.3.3 Plantas de fundición de metales.** Las plantas de fundición o plantas siderúrgicas cumplen un papel importante en la cadena de suministros del acero inoxidable, este es el sitio dispuesto para la fundición de materiales metálicos nuevos y reciclados para que pasen hacer nuevos productos. Las fábricas de fundición recogen y procesan una combinación de acero inoxidable reciclado y puro para la obtención de diferentes grados de acero; normalmente, la composición consta de 90% de acero reciclado y 10% de acero puro (Ulbrinox, 2021). Los residuos ya tratados pueden ser entregados a plantas de fundición de metales en la que se permita la reincorporación del material al proceso de producción de cualquier elemento que requiera dicho material.

**Figura 12.** *Fundición del acero*

Tomado de Todo de inoxidable (2022).

## 5. Conclusiones

El desarrollo de las practicas dentro de la empresa permitió realizar una evaluación y posterior análisis de la gestión que se lleva a cabo dentro de Sandesol S.A. E.S.P como empresa gestora para la recolección, transporte, almacenamiento temporal, tratamiento y/o aprovechamiento y disposición final de residuos peligrosos, en la que se verifico que cuentan con todo lo requerido para realizar este tipo de actividad desde el transporte adecuado, las instalaciones para el almacenamiento, el tratamiento a los residuos, posconsumo y disposición final de estos, lo cual permite que Sandesol S.A. E.S.P tenga un óptimo desempeño en sus activades y servicio.

Según la caracterización cualitativa y cuantitativa de los residuos que son recepcionados en planta se pudo detallar que tipo de residuos son los que llegan para su gestión y la cantidad de ellos que son tratados y dispuestos a disposición final sin contemplar un aprovechamiento dejando a un lado los de posconsumo que por sus características especiales deben recibir una disposición final diferente.

Para que esta actividad de gestión de residuos peligrosos sea completamente sostenible y que se implemente y se lleve a cabo la economía circular y que la empresa pueda estar más allá en un concepto ambiental, se propuso formular unas alternativas de aprovechamiento para los

residuos cortopunzantes teniendo en cuenta que sus propiedades y materiales sirven o pueden ser aprovechados en otro tipo de actividades industriales de los cuales se puedan generar nuevos productos o servicios. Este planteó cambios en el tratamiento de los cortopunzantes pasar de incinerarlos a desactivarlos, para que posterior a ello puedan ser segregados con facilidad para su aprovechamiento y también de la implementación de otro tipo de tratamiento a través de microondas que promete ser una tecnología limpia, y así que estas alternativas puedan dar un mejor concepto de lo que son los residuos peligrosos y que a ellos también se les puede sacar el mayor provecho.

Por último, se cumplieron con las actividades establecidas por el área HSEQ de la empresa Sandesol S.A E.S.P. en la cual se realizó el acompañamiento con relación al área ambiental con gran disposición y práctica de los diversos conocimientos adquiridos, llevando a cabo cada uno de los procesos, trámites, sugerencias, entre otros, relacionados con el área ambiental y administrativa de la empresa. Así mismo, se realizaron valiosos aportes en la elaboración, mejoramiento y cumplimiento de informes o requerimientos ambientales solicitados y también de propuestas que hagan ver el valor de aprovechamiento de los residuos los cuales son su fuerte y que la empresa puede adoptar en un futuro convirtiéndose en una empresa sostenible y sea de ejemplo para muchos sectores similares.

### Referencias

- Bustamante, A., y Osorio, Y. (2014). *Unidad estratégica de negocio para el tratamiento de residuos hospitalarios y/o similares mediante inactivación de alta eficiencia*. Medellín: Universidad de Medellín.
- Castro, M. (2018). *Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos y Especiales-PGIRP*. Bogotá: Instituto Distrital de Patrimonio Cultural- Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Devia, J. (2021). *Estudio de prefactibilidad técnica, ambiental y económica para el aprovechamiento de tintas contaminadas provenientes de la industria litográfica en la empresa de recolección, transporte y almacenamiento de residuos peligrosos Planeta Verde S.A.S*. Bogotá: Universidad Santo Tomás .
- Diacó. (2019). Materiales de construcción fabricados en acero. [fotografía]. <https://www.gerdaudiaco.com/productos-construccion/>
- Duarte, J., y Jenny, L. (2018). *Aprovechamiento de residuos peligrosos (Biosanitarios tratados) en una mezcla de concreto no estructural*. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander.
- Ecosteryl. (2022). *Pretatamiento de residuos médicos infecciosos*. Obtenido de Ecosteryl: <https://www.ecosteryl.com/es/el-proceso/>
- Galvis, J. (2016). Residuos Sólidos: problema, conceptos básicos y algunas estrategias de solución. *Revista Gestión y Región*, 7-28.
- Giraldo, L. (2020). *Usos del acero en la construcción*. Obtenido de En obra: <https://en-obra.com/noticias/asi-se-usa-acero-en-la-construccion/#:~:text=El%20acero%20es%20uno%20de,se%20presta%20para%20diversas%20fabricaciones.>

González, J., y Molano, L. (2015). *Formulación y valoración de alternativas de aprovechamiento frente a la evaluación de los procedimientos de disposición final de los residuos peligrosos hospitalarios cortopunzantes para el gestor Marees S.A E.S.P.* Bogotá: Universidad de la Salle.

González y Molano (2015). Desactivación de residuos cortopunzantes. *Formulación y valoración de alternativas de aprovechamiento frente a la evaluación de los procedimientos de disposición final de los residuos peligrosos hospitalarios cortopunzantes para el gestor Marees S.A E.S.P.* [fotografía]

González y Molano (2015). Caracterización de residuos por material. *Formulación y valoración de alternativas de aprovechamiento frente a la evaluación de los procedimientos de disposición final de los residuos peligrosos hospitalarios cortopunzantes para el gestor Marees S.A E.S.P.* [fotografía]

IDEAM. (2017). *Informe Nacional de Residuos Peligrosos en Colombia.* Bogotá.

IngeCivil (2018). Pavimento rígido. [fotografía]. <https://www.ingecivil.net/2018/08/11/tipos-de-pavimentos/>

López Guzmán, D. R. (2017). *Análisis de la viabilidad del aprovechamiento del acero proveniente de los residuos cortopunzantes en la ciudad de Bogotá.* Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Lozano, J., y Rivas, S. (2016). *Valoración técnica y ambiental de una planta productora de madera plástica a partir de residuos hospitalarios desactivados en la ciudad de Santiago de Cali.* Santiafo de Cali: Universidad del Valle.

Martínez, J. (2005). *Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos- Fundamentos.* Montevideo: Centro coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007). *Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. Bases Conceptuales*. Bogota.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2022). *Politica Ambiental para la gestión integral de residuos peligrosos y Plan de Acción 2022-2030*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Vivienda, C. y. (2022). *Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Obtenido de MinVivienda: <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/gestion-institucional/gestion-de-residuos-solidos/planes-de-gestion-integral-de-residuos-solidos#:~:text=Es%20el%20instrumento%20de%20planeaci%C3%B3n,mismos%2C%20el%20cual%20se%20e>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2003, 4 de junio). Decreto 1505 de 2003. *Por la cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones*. Observatorio Ambiental de Bogotá. [https://oab.ambientebogota.gov.co/?post\\_type=dlm\\_download&p=3814](https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=3814)

Ministerio de Salud y Protección Social (2014, 19 de febrero). Decreto 351 de 2014. *Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades*. Minsalud.

[https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Decreto%200351%20de%202014.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Decreto%200351%20de%202014.pdf)

Ministerio del Medio Ambiente (2002, 6 de septiembre). Resolución 1164 de 2002. *Por la cual se adopta el Manual de Procedimiento para la Gestión Integral de los Residuos Hospitalarios*

y *Similares.* Observatorio Ambiental de Bogotá.  
file:///C:/Users/ASUS/Downloads/resolucion\_1164\_2002\_completa%20(1).pdf

Ministerio de Salud (1979. 24 de enero) Ley 9 de 1979. *Por la cual se dictan medidas sanitarias.*  
Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.  
<https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/20182>

Ministerio de Salud (1986. 24 de febrero) Resolución 2309 de 1986). Por la cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del Título III de la Parte 4 del Libro 1 del Decreto-Ley número 2811 de 1974 y los Títulos I,II Y XI de la Ley 9 de 1979, en cuanto a residuos especiales. <https://www.mincit.gov.co/ministerio/normograma-sig/procesos-de-apoyo/gestion-de-recursos-fisicos/resoluciones/resolucion-2309-de-1986.aspx>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005.30 de diciembre). Decreto 4741 de 2005. *Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.* MinVivienda.  
<https://minvivienda.gov.co/normativa/decreto-4741-2005#:~:text=Por%20el%20cual%20se%20reglamenta,marco%20de%20la%20gesti%C3%B3n%20integral.>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008. 27 de noviembre). *"Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.* MinAmbiente.  
<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/ley-1252-2008.pdf>

Miranda, C., y Rado, M. (2019). *Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac.* Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Orozco, A. (2017). Ecosteryl, desactivación por microondas. [fotografía].

<https://docplayer.es/95111265-Tecnologias-de-esterilizacion-de-alta-eficiencia-aura-patricia-orozco-ing-ambiental-tecniansa-sa-esp.html>

Palacios, K., y Bernal, D. (2020). *Propuesta de plan de manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos en el barrio Ciudad Córdoba de la ciudad de Santiago de Cali*. Cali: Universidad Santiago de Cali.

Presidencia de la Republica (2002. 31 de julio). Decreto 1609 de 2002. *Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera*.

Función Pública.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=6101#:~:text=El%20presente%20decreto%20tiene%20por,y%20el%20medio%20ambiente%2C%20de>

Presidencia de la República (2005. 23 de marzo). Decreto 838 de 2005. *Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones*.

Función pública.

[www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=16123](http://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=16123)

Sanchez, J. (2020). *Ecología Verde*. Obtenido de Que son los residuos sólidos y como se clasifican:

<https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-residuos-solidos-y-como-se-clasifican-1537.html>

SANDESOL. (2022). *Sandesol*. Obtenido de <https://www.Sandesol.co/acerca-de-nosotros>

SANDESOL. (2022). Vehículo de transporte de residuos [fotografía]

SANDESOL. (2022). Bodegas de almacenamiento temporal de residuos peligrosos [fotografía]

SANDESOL. (2017). Autoclaves, proceso de desactivación de alta eficiencia [fotografía]

SANDESOL. (2017). Horno incinerador Sandesol S.A. E.S.P. [fotografía]

SIAC. (2019). *Gestión: Residuos Peligrosos*. Obtenido de Sistema de Información Ambiental-

SIAC: <http://www.siac.gov.co/residuosgestion>

Todo de Inoxidable (2022). Fundición del acero. [fotografía].

<https://www.ingecivil.net/2018/08/11/tipos-de-pavimentos/>

Ulbrinox. (2021). *¿Que son las plantas de fundición, las relaminadoras y los centros de servicio?*

Obtenido de Ulbrinox: [https://www.ulbrinox.com.mx/blog/que-son-las-plantas-de-](https://www.ulbrinox.com.mx/blog/que-son-las-plantas-de-fundicion-las-relaminadoras-y-los-centros-de-servicio#:~:text=Las%20f%C3%A1bricas%20de%20fundici%C3%B3n%20recogen,com)


[fundicion-las-relaminadoras-y-los-centros-de-](https://www.ulbrinox.com.mx/blog/que-son-las-plantas-de-fundicion-las-relaminadoras-y-los-centros-de-servicio#:~:text=Las%20f%C3%A1bricas%20de%20fundici%C3%B3n%20recogen,com)

[servicio#:~:text=Las%20f%C3%A1bricas%20de%20fundici%C3%B3n%20recogen,com](https://www.ulbrinox.com.mx/blog/que-son-las-plantas-de-fundicion-las-relaminadoras-y-los-centros-de-servicio#:~:text=Las%20f%C3%A1bricas%20de%20fundici%C3%B3n%20recogen,com)

[o%20al%20acero%20al%20carbono.](https://www.ulbrinox.com.mx/blog/que-son-las-plantas-de-fundicion-las-relaminadoras-y-los-centros-de-servicio#:~:text=Las%20f%C3%A1bricas%20de%20fundici%C3%B3n%20recogen,com)

## Apéndices

## Apéndice A. Lista de chequeo



**SANDESOL** S.A.E.S.P.  
*¡Fuente de Energía!*

**LISTA DE CHEQUEO PARA LA VERIFICACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS**

<b>Nombre de la empresa</b>	Sandesol S.A.E.S.P.		
<b>Ciudad</b>	Bucaramanga.		
<b>Fecha</b>	14 / Enero / 2022.		
<b>Gestión integral de residuos peligrosos en SANDESOL S.A. E.S.P.</b>			
Aspectos a verificar	Cumple		Observaciones
	Si	No	
<b>1. Transporte</b>			
1.1. El vehículo cuenta con señalización visible del tipo de residuo que transporta, la peligrosidad de este e información básica de la empresa.	X		
1.2. El vehículo es cerrado, adecuado para evitar el derrame o esparcimiento de residuos en vías o estacionamientos.	X		
1.3. El vehículo cuenta con superficies internas lisas, con bordes redondeados que faciliten un lavado y desinfección adecuado y está previsto de refrigeración adecuada.	X		
1.4. Los residuos son debidamente transportados en sus bolsas (de color rojo) o recipientes (guardianes) correspondientes e identificados.	X		
<b>2. Almacenamiento temporal</b>			
2.1. Se cuenta con áreas separadas para el almacenamiento de los diferentes residuos peligrosos (Biosanitarios, cortopunzantes, anatomopatológicos, industriales, químicos, otros)	X		
2.2. Las bodegas de almacenamiento cuentan con la señalización correspondiente.	X		
2.3. Los techos de las bodegas de almacenamiento se encuentran en buenas condiciones, protegiendo los residuos de lluvias.	X		
2.4. El cuarto frío para los residuos anatomopatológicos cuenta con temperatura no mayor a 4°C.	X		
2.5. El lugar de almacenamiento cuenta con la iluminación y ventilación adecuada.	X		
2.6. Las superficies de las bodegas cuentan con paredes lisas de fácil limpieza, pisos duros y lavables.	X		

Nit.804.001.490-7  
 Calle 56 # 32-46 Cabecera del Llano  
 PBX (7) 6435757 - Cel. 3153505652  
[servicioalcliente@sandesol.com](mailto:servicioalcliente@sandesol.com)  
[www.sandesol.co](http://www.sandesol.co)  
 Bucaramanga, Colombia



2.7. Se cuentan con equipos de extinción de incendios cerca de las bodegas de almacenamiento.	X		
2.8. La bodega de almacenamiento de químicos cuenta con estantes para la ubicación de las diferentes sustancias.	X		
<b>3. Tratamiento y disposición final</b>			
3.1. Se cuenta con horno incinerador para el tratamiento de residuos anatomopatológicos, de animales y otros residuos infecciosos.	X		El tratamiento se da de manera intermitente por mantenimiento al equipo.
3.2. La desactivación de alta eficiencia se realiza para residuos Biosanitarios.	X		
3.3. Contemplan la desactivación para residuos cortopunzantes.		X	Se incineran.
3.4. Cuentan con sitio de disposición final para los residuos desactivados o cenizas que quedan después del tratamiento.	X		Son enviados al relleno sanitario.
3.5. Los residuos químicos e industriales cuentan con debido tratamiento y disposición final.	X		Son enviados a celda de seguridad a Vereda Cocota.
<b>4. Posconsumo y/o aprovechamiento de residuos</b>			
4.1. Se cuenta con disposición final adecuada para residuos Posconsumo (RAEES, luminarias, bombillas, baterías, llantas, entre otros)	X		Lito, es el gestor encargado de estos residuos
4.2. Contemplan dentro de su gestión el aprovechamiento de los residuos cortopunzantes después de su tratamiento.		X	
<b>Quien realiza:</b>	Camila Perceval Mora. - Practicante Ambiental.		