ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE PILAS ALCALINAS EN EL MARCO DE LAS JORNADAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS POSCONSUMO REALIZADAS POR LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL MAGDALENA

Presentado por: Nachi Carolina González Cabarcas

INFORME DE PRÁCTICAS PROFESIONALES

Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria

TÍTULO DE INFORME:

ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE PILAS ALCALINAS EN EL MARCO DE LAS JORNADAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS POSCONSUMO REALIZADAS POR LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL MAGDALENA

PRESENTADO POR:

NACHI CAROLINA GONZÁLEZ CABARCAS

CÓDIGO:

2017117042

PRESENTADO A:

MARIO ESTEBAN MEJÍA VIVES
TUTOR DE PRÁCTICAS PROFESIONALES

JORGE ANDRÉS TORREGROZA SÁNCHEZ
SUPERVISOR DE LA ENTIDAD

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

FECHA DE ENTREGA: 21/12/2021

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Presentación 6
2. Objetivos y funciones 7
   2.1. Objetivo general 7
   2.2. Objetivos específicos 7
   2.3. Funciones de la practicante en la organización 7
3. Justificación 8
4. Generalidades de la empresa 10
   4.1. Generalidades 10
   4.2. Ubicación 10
   4.3. Planeación estratégica 11
   4.4. Reseña histórica 11
   4.5. Número de empleados 11
   4.6. Organigrama 11
5. Situación actual 13
6. Bases teóricas relacionadas 14
   6.1. Marco de referencia 14
   6.2. Marco normativo 15
      6.2.1. Normatividad Internacional 15
      6.2.2. Normatividad Nacional 16
   6.3. Marco conceptual 16
7. Desarrollo de actividades 18
   7.1. Actividades realizadas durante la práctica 18
   7.2. Proyecto: Análisis del ciclo de vida de pilas alcalinas en el marco de las jornadas de recolección de residuos posconsumo realizadas por la Corporación Autónoma Regional del Magdalena. 21
      7.2.1. Objetivos del Análisis de Ciclo de Vida de pilas alcalinas 21
      7.2.2. Alcance del Análisis de Ciclo de Vida de pilas alcalinas 21
      7.2.3. Inventario del Ciclo de Vida (ICV) 21
      7.2.4. Evaluación de Impactos del Ciclo de Vida (EICV) 32
      7.2.5. Relación entre ICV y EICV 34
      7.2.6. CORPAMAG y su gestión de pilas primarias como residuos posconsumo .. 39

8. Cronograma 42
9. Conclusiones y líneas futuras 43
10. Referencias..... 44
Anexos..... 48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: *Descripción de actividades realizadas*..... 18
Tabla 2: *Entradas y salidas del sistema de pilas alcalinas*..... 31
Tabla 3: *Cantidades anuales recolectadas de los residuos de la corriente A1180 en las jornadas posconsumo de Corpamag*..... 40
Tabla 4: *Cronograma de actividades del proyecto*.....42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: *Localización geográfica de Corpamag*.....10
Figura 2: *Organigrama de* Corpamag..... 12
Figura 3: *Clasificación de los residuos generados por el Fondo De Previsión Y Atención De Emergencias (FOPAE)*.....22
Figura 4: *Mapa de principales reservas de zinc*.....23
Figura 5: *Método de procesamiento del mineral plomo* zinc.....24
Figura 6: *Mapa de principales reservas de Manganeso*.....24
Figura 7: *Método de procesamiento del mineral* Manganeso.....25
Figura 8: *Reservas mundiales de carbón*….....26
Figura 9: *Extracción del carbón*…….....26
Figura 10: *Pre-consumo de las pilas*…….....28
Figura 11: *Pos-consumo de las pilas*…….....29
Figura 12: *Cantidad y peso de residuos de pilas por departamento de destino*.....30
Figura 13: *Ponderación de los parámetros de evaluación*.....32
Figura 14: *Rangos de clasificación del impacto ambiental*.....33
Figura 15: *Matriz de evaluación de impacto ambiental*.....34
Figura 16: *Impacto ambiental definitivo por etapa*.....37
Figura 17: *Procesos comunes para el reciclado de pilas primarias*.....38
Figura 18: *Entrada de componentes de las pilas alcalinas y sus posibles productos*.....39

1. PRESENTACIÓN

El presente informe corresponde al desarrollo de prácticas profesionales como opción de grado, realizadas durante 4 meses, en el período comprendido entre el 01 de septiembre de 2021 y el 31 de diciembre de 2021, con la función de practicante de Ingeniería Ambiental en la Subdirección de Gestión Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Magdalena (CORPAMAG), sede Santa Marta.

Dichas prácticas profesionales, tuvieron como objetivo interactuar con el entorno laboral desde el rol de estudiante de grado, a partir de las competencias alcanzadas en la formación académica, mediante la realización algunas funciones, tales como, la elaboración de conceptos técnicos resultantes de información aportada por usuarios de CORPAMAG, el acompañamiento a actividades de control y seguimiento de usuarios con permisos o licencias ambientales otorgadas por la entidad y, el acompañamiento y apoyo en la realización de la Jornada Anual de Recolección de Residuos Posconsumo en el Departamento del Magdalena, entre otras actividades.

En este sentido, en el marco de la organización y ejecución de la VII Jornada de Recolección de Residuos Posconsumo en el Departamento del Magdalena, se identificó la necesidad de consolidar a nivel técnico, un inventario del ciclo de vida, y una evaluación de impactos del ciclo de vida de los residuos posconsumo, entregados en dicha jornada; además de establecer la importancia socioambiental de disponer adecuadamente residuos posconsumo. En este contexto y teniendo en cuenta las cantidades recolectadas de cada tipo de residuo, se desarrolló el proyecto “Análisis del Ciclo de Vida de Pilas Alcalinas en el Marco de las Jornadas de Recolección de Residuos Posconsumo Realizadas por la Corporación Autónoma Regional del Magdalena”.

2. OBJETIVOS Y FUNCIONES

A continuación, se describe el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto de prácticas profesionales, así como las funciones contempladas en el contrato de la practicante.

2.1. Objetivo general

Analizar el ciclo de vida de pilas alcalinas y determinar su importancia en el marco de las jornadas de recolección de residuos posconsumo realizadas por CORPAMAG en el Departamento del Magdalena.

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Caracterizar los residuos de pilas alcalinas en todo su ciclo de vida.
- ✓ Determinar los impactos ambientales y sociales producidos durante las diferentes actividades por cada etapa del ciclo de vida de pilas alcalinas.
- ✓ Evaluar la gestión integral de los residuos de pilas alcalinas, para un manejo y aprovechamiento seguro.
- ✓ Analizar la gestión posconsumo de pilas alcalinas recolectadas por CORPAMAG en las jornadas de recolección de residuos posconsumo.

.

2.3. Funciones de la practicante en la organización

Las funciones y/o actividades desarrolladas en la entidad, de acuerdo con lo estipulado en el acta de legalización de la práctica profesional, se enlistan a continuación:

- ✓ Elaboración de los conceptos técnicos de los trámites, las solicitudes de concesiones, permisos, autorizaciones y licencias ambientales requeridas por la ley para el uso, aprovechamiento o movilización de los recursos naturales renovables o para el desarrollo de actividades que afecten o puedan afectar el ambiente.
- ✓ Proyección de los conceptos técnicos que sirvan como fundamento de los actos administrativos que ordenen la imposición y ejecución a prevención y sin perjuicio de las competencias atribuidas por la ley a otras autoridades, las medidas de policía y las sanciones previstas en la ley, en caso de violación a las normas de protección ambiental y de manejo de recursos naturales renovables y exigir, con sujeción a las regulaciones pertinentes, la reparación de los daños causados.

Es importante mencionar que, las actividades desarrolladas durante el período de prácticas profesionales, incluyendo las establecidas en el Plan de Prácticas, se encuentran en el ítem número 7 del presente documento.

3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, factores como el crecimiento de la población y el aumento en la demanda de bienes y servicios han ocasionado la presencia de escenarios de orden mundial en los que la generación de residuos y su manejo inadecuado conllevan al aumento de la contaminación ambiental. De hecho, ya son evidentes muchos de los efectos de la acción de estos desechos en los ecosistemas, tales como, el cambio climático, el deterioro de la capa de ozono, la escasez de recursos naturales y servicios ecosistémicos y, el aumento de los residuos (Hernández y Corredor, 2016). Para fines de este estudio, cabe resaltar algunos impactos ambientales precisos generados por los residuos peligrosos, entre los cuales se encuentran, las pilas domésticas. Estos perjuicios incluyen, además de los mencionados anteriormente, alteraciones en las características fisicoquímicas del suelo, contaminación de aguas subterráneas, modificaciones de la calidad del aire debido a emisiones de gases tóxicos y disminución de la calidad de la salud pública (Pérez, 2021).

Si bien es cierto que las baterías domésticas representan un producto de uso altamente común, es poco el conocimiento general que tienen las personas sobre su potencial de contaminación ambiental. Al ser bienes con una vida útil relativamente corta, estos son agotados rápidamente, lo cual aumenta su demanda y la velocidad de extracción de los recursos que se necesitan para su producción. De igual forma, al terminar su utilidad, se convierten en agentes capaces de causar grandes daños al medio en que se depositan. El nivel de afectación que estos residuos generan en el ambiente puede ser minimizado con buenas prácticas en su disposición final, tales como el acopio en sitios acondicionados para ese fin.

En este sentido, muchas autoridades y gobiernos a lo largo del país realizan actividades para generar conciencia y disminuir los impactos negativos ocasionados por la inadecuada gestión de estos residuos. Un ejemplo de esto, son las jornadas de recolección de residuos posconsumo llevadas a cabo por entidades como CORPAMAG. Éstas, son desarrolladas con el apoyo de distintos gestores autorizados que recolectan no solamente pilas domésticas, sino también otros desechos de características similares en su manejo como lo son llantas usadas, envases de agroquímicos, residuos de luminarias, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos; entre otros. Algunos de estos gestores son: Lúmina, Recopila, RLG Américas, Coexito, Campo Limpio, Aprovet y Ecogestiones. En el período de 2015 a 2019, la corporación ha recolectado, en sus jornadas posconsumo, alrededor de 5262.72 kg de residuos posconsumo pertenecientes a la corriente de residuos o desechos peligrosos A1180 (CORPAMAG, 2019).

Otra manera de contribuir a la mejora en las condiciones de disposición final de estos residuos, y así, disminuir la contaminación ambiental, es la promoción de investigaciones como el análisis de ciclo de vida (ACV) de los mismos. Este, constituye una recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales probables de un producto a través de su ciclo de vida (ISO 14040:2006); y permite tomar decisiones sobre cambios

operacionales que conlleven a una disminución en el consumo de recursos naturales y en la generación de residuos en los procesos productivos.
En este proyecto se describirán las generalidades del ACV de las pilas alcalinas, teniendo en cuenta su carácter de residuos posconsumo.

4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

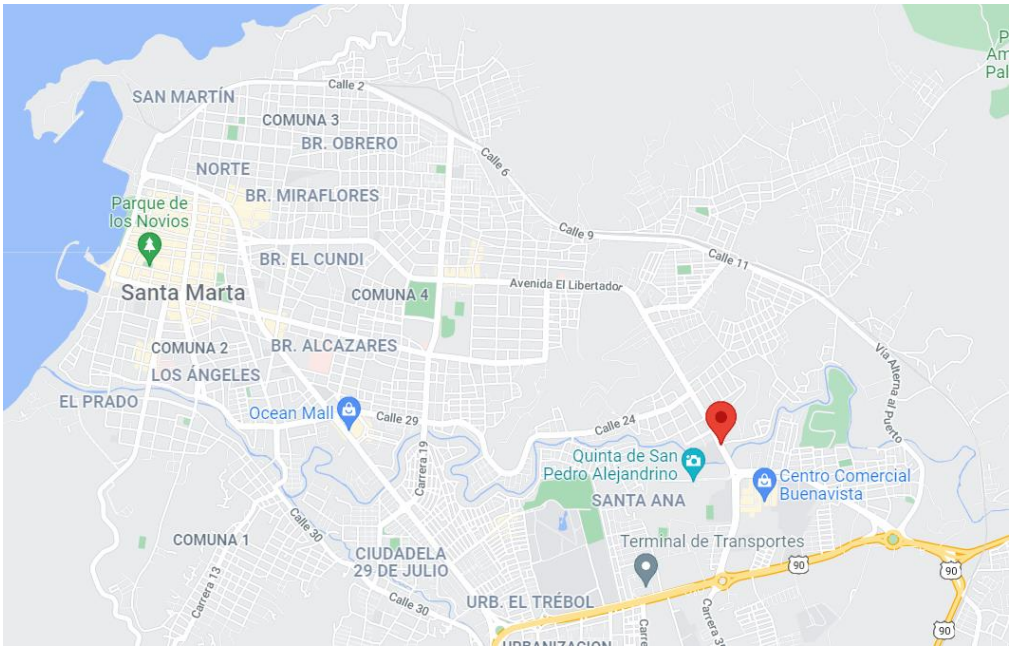
4.1.Generalidades

La Corporación Autónoma Regional del Magdalena – CORPAMAG -, es un ente corporativo de carácter público encargado de administrar el medio ambiente y propender por el desarrollo sostenible del Magdalena. Es un ente del orden nacional que, como su nombre lo indica, cuenta con autonomía administrativa y financiera, así como patrimonio propio y personería jurídica. Fue creada por la ley 28 de 1988 y modificada en su jurisdicción y denominación por la ley 99 de 1993, su jurisdicción abarca todo el territorio del departamento del Magdalena conformado por 29 municipios y un Distrito especial.

4.2.Ubicación

La Corporación Autónoma Regional del Magdalena tiene 6 sedes en todo el Departamento del Magdalena. La Sede Principal está ubicada en Santa Marta D.T.C.H., Magdalena; específicamente en la Avenida El Libertador # 32 - 201 Barrio Tayrona (Coordenadas: 11°13'50.9"N - 74°10'32.0"W).

Figura 1
Localización geográfica de CORPAMAG



Nota. Elaboración propia mediante Google Earth

4.3. Planeación estratégica

- ✓ **Misión:** Prestar los servicios de educación ambiental; de planificación, administración, control y manejo sostenible de los recursos naturales; y, de gestión de proyectos para la sostenibilidad ambiental y prevención del riesgo, aplicando las disposiciones legales vigentes, como máxima autoridad ambiental en el Departamento del Magdalena.

- ✓ **Visión:** Para el año 2019, la Corporación Autónoma Regional del Magdalena será reconocida por su liderazgo en la promoción de sinergias institucionales que logre un compromiso de todos por un territorio ambientalmente saludable y sostenible.

- ✓ **Funciones:** Las funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales están consagradas en la Ley 99 de 1993.

4.4. Reseña histórica

CORPAMAG fue creada por la ley 28 de 1988 y modificada en su jurisdicción y denominación por la a Ley 99 de 1993; esta última, establece el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y organiza el sector público encargado de la gestión y conservación ambiental, de tal manera que éste, sea liderado por el Ministerio del Medio Ambiente; a su vez, crea, dentro de un régimen autónomo, a las Corporaciones Autónomas Regionales como máxima autoridad (Corpamag, 2013).

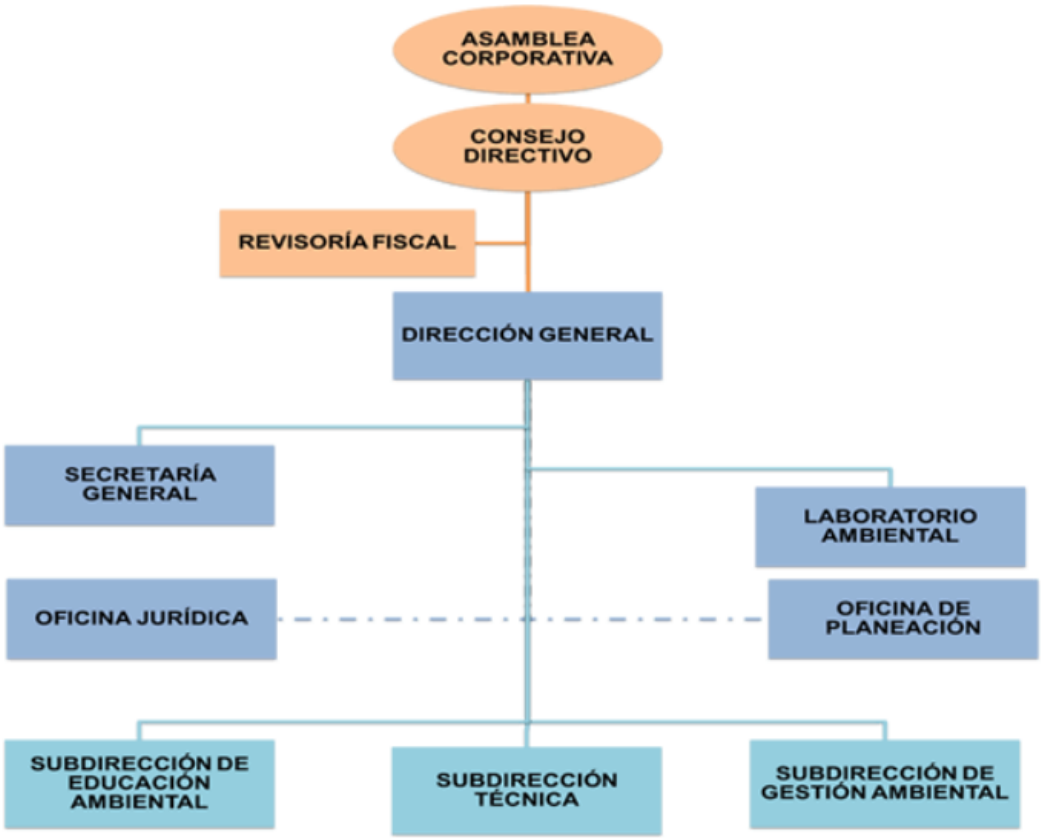
Actualmente, la Corporación Autónoma Regional del Magdalena, cuenta con 7 miembros de equipo directivo, en cabeza del Director General, Carlos Francisco Díaz Granados Martínez (Corpamag, 2013).

4.5. Número de empleados

Teniendo en cuenta lo establecido en el Acuerdo No. 26 del 18 de diciembre de 2012 “por el cual se determina la planta de personal de la Corporación Autónoma Regional del Magdalena”, la planta de personal de corpamag, incluye 9 cargos en el despacho del director, 7 cargos en los diferentes despachos, 43 cargos para profesionales especializados, 28 cargos para profesionales universitarios, 25 cargos para técnicos, 1 cargo para técnico administrativo y 9 cargos asistenciales (Corpamag, 2012).

4.6. Organigrama

Figura 2
Organigrama de Corpamag



Nota. Tomado de CORPAMAG, 2012

5. SITUACIÓN ACTUAL

En la Corporación Autónoma Regional del Magdalena se prestan diversos servicios relacionados con la administración de los recursos naturales del Departamento del Magdalena y las zonas en su jurisdicción. Para esto, se realizan actividades como la elaboración de conceptos técnicos, mediante los cuales se desarrolla una evaluación y análisis de las solicitudes presentadas por los usuarios, con el propósito de establecer si se adecúan a las directrices técnicas y requisitos legales aplicables (Universidad Nacional de Colombia, 2016).

Como parte importante del análisis de la información aportada por los solicitantes, se lleva a cabo el diligenciamiento de listas de chequeo que contienen los requerimientos aplicables a la petición correspondiente. Esto permite definir el cumplimiento total o parcial de las obligaciones; por lo cual, es de vital importancia que dichas listas tengan en cuenta la totalidad de las condiciones necesarias para el otorgamiento de los permisos peticionados. En este sentido, al iniciar el periodo de prácticas se encontró que las listas mencionadas agrupaban los ítems necesarios; lo cual facilitaba el desarrollo de los procesos.

Otra de las actividades realizadas por CORPAMAG es la realización de la jornada de recolección de residuos posconsumo. En esta, se lleva a cabo el acopio de desechos posconsumo, garantizando su correcta gestión y/o disposición final. Además, se efectúan actividades relacionadas con la generación de una conciencia ambiental colectiva, como capacitaciones en instituciones educativas a lo largo y ancho del Departamento; con el fin de promover en la comunidad las buenas prácticas de disposición final de estos residuos, que, de otra manera, terminan por perjudicar al medio ambiente.

Además, una herramientas usadas por CORPAMAG que contribuye a este propósito, es la instalación de puntos de recolección de este tipo de desechos, en las instalaciones de la corporación y los barrios aledaños. Sin embargo, actualmente son muchas las personas -incluyendo funcionarios de la entidad- que dan uso inadecuado a los recipientes debidamente estipulados para la separación en la fuente de los residuos.

6. BASES TEÓRICAS RELACIONADAS

Durante la ejecución de las prácticas profesionales en la Corporación Autónoma Regional del Magdalena, y para desarrollar el proyecto seleccionado, se aplicaron algunos de los conocimientos adquiridos en el proceso enseñanza-aprendizaje de la formación académica en el programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad del Magdalena.

En dicho proceso formativo, se reconocen los componentes de química, recursos biológicos, diagnóstico ambiental y gestión ambiental, como pieza clave para la comprensión de las interacciones entre el medio ambiente y la sociedad y, de manera específica, como fundamento teórico para identificar elementos importantes en el momento de llevar a cabo: la elaboración de conceptos técnicos de solicitudes o permisos ambientales, visitas de control y seguimiento a usuarios con permisos o licencias ambientales otorgadas por la corporación y, monitoreos ambientales de carácter interinstitucional o aquellos realizados por beneficiarios de permisos o licencias ambientales otorgadas por la entidad, además de la correcta participación y asistencia en capaciones sobre legislación ambiental vigente. En este sentido, dentro de los componentes antes mencionados, se incluyen las asignaturas: ecología, biología, química orgánica, calidad del aire, calidad del agua, química del suelo, monitoreo ambiental, legislación ambiental y estudios de evaluación ambiental.

Por otro lado, en el desarrollo de actividades como el control y seguimiento de licencias ambientales a rellenos sanitarios, incluyendo sus plantas de tratamiento de lixiviados y los monitoreos en plantas de tratamiento de aguas residuales, se identifican las materias: procesos biológicos, procesos fisicoquímicos, residuos sólidos y plantas de tratamiento de aguas residuales. Adicionalmente, los saberes desarrollados en la asignatura de residuos sólidos, fue elemental en la actividad de apoyo y acompañamiento durante la preparación y realización de la Jornada de Recolección de Residuos Posconsumo, organizada por la corporación,

Es importante señalar que, para el análisis de ciclo de vida de pilas alcalinas, se precisaron los conocimientos adquiridos en las asignaturas de estudios de evaluación ambiental, residuos sólidos, producción más limpia y economía ambiental.

6.1. Marco de referencia

Tal como lo establece la Organización de las Naciones Unidas, en el marco de la Agenda 21, existe una preocupación internacional por los impactos socio ambientales, derivados de la ineficiente gestión de residuos peligrosos; algunos de esos impactos, son la contaminación del agua y del aire, la degradación de los suelos y la alteración de los ecosistemas. Dentro de la categoría de residuos peligrosos, se encuentran los residuos posconsumo, considerados de manejo especial, ya que por sus características fisicoquímicas, requieren una gestión diferente a la de los residuos sólidos aprovechables o no aprovechables; algunos de esos

residuos son los envases de agroquímicos, los computadores y periféricos, las baterías plomo ácido, las llantas, y las pilas primarias, entre otros (CORPAMAG, 2021).

Uno de los residuos peligrosos más conocidos, son las pilas alcalinas descartadas, las cuales, tal como lo establece Camacho (2006), hacen parte de las pilas primarias y, por sus características químicas, se consideran corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas y/o biológicamente infecciosas; en este sentido,

> las pilas, al dejar de proporcionar energía eléctrica, continúan produciendo reacciones químicas de las que resultan metales, todos ellos tóxicos para los seres vivos, en forma oxidada. Las pilas sufren la corrosión de sus carcazas afectadas internamente por sus componentes y externamente por la acción climática y por el proceso de fermentación de la basura, especialmente la orgánica, que al elevar su temperatura a los 70 °C, actúa como reactor de la contaminación (Camacho, 2006).

Así pues, se hace necesario evaluar, de manera global, los impactos generados por la producción de residuos peligrosos, desde la extracción de materias primas del producto, hasta su disposición final; por tal razón, se ha desarrollado e implementado la metodología de Análisis de Ciclo de Vida. El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) o Life Cycle Assessment (LCA), es:

> un proceso para evaluar las descargas ambientales asociadas con un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando los materiales y la energía utilizada y los residuos liberados al ambiente; para evaluar el impacto del uso de esos materiales y energía y de las descargas al ambiente; y para identificar y evaluar oportunidades para efectuar mejoras ambientales (Azapagic, 1999).

Para el presente proyecto, se desarrollarán cuatro fases: definición de objetivos y alcance, inventario de ciclo de vida (ICV), evaluación de impactos de ciclo de vida (EICV) e identificación de soluciones (Sánchez ét al, 2007), esta última fase, incluye la relación entre el ICV y la EICV, la identificación de puntos críticos y oportunidades de mejora.

6.2.Marco normativo

6.2.1. Normatividad Internacional

Convenio de Basilea: Establece el protocolo sobre responsabilidad e indemnización por daños resultantes de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación.

Convenio de Estocolmo: Tiene como objetivo proteger la salud humana y el medio ambiente de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs).
NTC-ISO 14040: Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia.

NTC-ISO 14044: Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Requisitos y directrices.

6.2.2. Normatividad Nacional

Decreto 2811 de 1974: "Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente".

Ley 253 de 1996: "Por medio de la cual se aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación".

Ley 430 de 1998: "Por medio de la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental sobre desechos peligrosos".

Decreto 1076 de 2015: "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible". Entre otras cosas, en este decreto, se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.

Ley 1196 de 2008: "Por medio de la cual se aprueba el "convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes" hecho en Estocolmo el 22 de mayo de 2001, la "corrección al artículo 1 del texto original en español" del 21 de febrero de 2003 y el "anexo G. al convenio de Estocolmo", del 6 de mayo de 2005".

Ley 1252 de 2008: "Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones. Reafirma el decreto 4741, presenta definiciones de términos adicionales, prohibición de introducir al país residuos peligrosos".

Resolución 1297 de 2010: "Por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de pilas y/o acumuladores y se dictan otras disposiciones".

Resolución 2246 de 2017: "Por la cual se modifica el artículo 10 de la Resolución 1297 de 2010 y se dictan otras disposiciones".

6.3.Marco conceptual

Análisis de ciclo de vida o ACV: Según Lira ét al. (2019), "el análisis de ciclo de vida es una metodología que permite cuantificar los impactos ambientales de productos, materiales, procesos, actividades o servicios de una forma integral".

Aprovechamiento y/o valoración: "Es el proceso de recuperar los materiales que hacen parte de los residuos peligrosos por medio de la recuperación, el reciclado o la regeneración". (Decreto 4741 de 2005)

Disposición final de residuos sólidos peligrosos: "Es el proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados diseñados y debidamente autorizados , para evitar la contaminación y los daños o en riesgos a la salud humana y al ambiente". (Decreto 4741 de 2005)

Gestión integral de residuos sólidos: "Es el conjunto de actividades encaminadas a reducir la generación de residuos, a realizar el aprovechamiento teniendo en cuenta sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento con fines de valorización energética, posibilidades de aprovechamiento y comercialización. También incluye el tratamiento y disposición final de los residuos no aprovechables". (MINAMBIENTE, 2018)

Gestor de residuos peligrosos: "Persona natural o jurídica que presta los servicios de recolección, transporte, tratamiento, aprovechamiento o disposición final de residuos peligrosos dentro del marco de la gestión integral y cumpliendo con los requerimientos de la normatividad vigente". (Decreto 1076 de 2015)

Impacto ambiental: "Cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad". (Decreto 1076 de 2015)

Pilas primarias: "Son aquellas que se basan en reacciones químicas no reversibles, es decir, que no se recargan. En este grupo se encuentran las pilas de zinc/carbón, alcalinas, litio-hierro, litio-dióxido de manganeso". (RECOPILA, 2021)

Relleno de seguridad: "Es el relleno sanitario con características especiales para el confinamiento y aislamiento temporal de residuos sólidos peligrosos, hasta tanto se desarrollen tecnologías que permitan su disposición final". (Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 200, Título F)

Tratamiento: "Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos o desechos peligrosos teniendo en cuanta el riesgo y grado de peligrosidad de estos, para incrementar sus posibilidades de aprovechamiento y/o valoración o para minimizar los riegos para la salud humana y el ambiente". (Decreto 4741 de 2005)

7. DESARROLLO DE ACTIVIDADES

7.1. Actividades realizadas durante la práctica

A continuación, se presenta una descripción detallada de las actividades realizadas durante el periodo de la práctica; se incluyen tanto las actividades establecidas en el Plan de Prácticas, como actividades adicionales, relacionadas con las funciones de la practicante en la entidad.

Tabla 1
Descripción de actividades realizadas

Actividades realizadas	Descripción
Apoyo en elaboración de conceptos técnicos resultantes de información aportada por usuarios de la Corporación.	Revisión y evaluación de Planes de Contingencia para el transporte de hidrocarburos, derivados o sustancias nocivas; presentados por usuarios de la entidad, con el objetivo de apoyar en la elaboración de conceptos técnicos basados en la normativa legal vigente. Revisión de la normativa legal vigente, aplicable al desarrollo de actividades en CORPAMAG. Apoyo en la revisión y evaluación de Planes de Contingencia para el transporte de hidrocarburos, derivados o sustancias nocivas; presentados por usuarios de la entidad, con el objetivo de apoyar en la elaboración de conceptos técnicos basados en la normativa legal vigente. Apoyo en la elaboración de conceptos técnicos como respuesta a informes anuales de Plan de Contingencia para el transporte de hidrocarburos, derivados o sustancias nocivas; presentados por usuarios de la entidad. Revisión de la normativa legal vigente, aplicable al desarrollo de actividades en CORPAMAG.
Actividad adicional: Capacitación en creación de documentos digitales accesibles.	Asistencia y participación en el taller virtual “Creación de Documentos Digitales Accesibles” dictado por CORPAMAG.

Apoyo en la proyección de oficios de respuesta a información solicitada por usuarios de la Corporación.	Elaboración de oficios como respuesta a solicitud de usuario interesado en inscribirse como gestor de aceites de cocina usados (ACU).
Acompañamiento a actividades de control y seguimiento de usuarios con permisos o licencias ambientales otorgadas por la Corporación.	Acompañamiento en la visita de control y seguimiento de usuarios con permisos o licencias ambientales otorgadas por la Corporación, en este caso, al Relleno Sanitario Parque Ambiental Palangana.
Acompañamiento y apoyo en la realización de jornada de recolección posconsumo.	Asistencia y participación en la capacitación virtual sobre "Jornada Posconsumo" dictado por CORPAMAG. Elaboración de material para la difusión de información sobre la jornada posconsumo. Apoyo en la invitación de instituciones educativas del departamento a capacitaciones previas a la jornada posconsumo. Acompañamiento y apoyo en la realización de la jornada de recolección de residuos posconsumo, en el punto de recolección designado para el municipio de Ciénaga. Dicha jornada fue realizada los días 4 y 5 de noviembre de 2021.
Actividad Adicional: Acompañamiento en la realización de monitoreos en el Convenio Interadministrativo No. 181 – 2019 entre CORPAMAG y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis.	Acompañamiento en la realización de monitoreo en playas turísticas de Santa Marta, en el marco del Convenio Interadministrativo No. 181- 2019 entre CORPAMAG y INVEMAR.
Actividad Adicional: Asistencia a la capacitación virtual sobre "Normatividad Ambiental Vigente para vertimientos a fuentes hídricas"	Asistencia y participación en la capacitación virtual sobre "Normatividad Ambiental Vigente para vertimientos a fuentes hídricas" dictado por CORPAMAG.
Actividad Adicional: Asistencia y participación en la capacitación presencial sobre "Correcto Manejo de aceites lubricantes usados"	Asistencia y participación en la capacitación presencial sobre "Correcto Manejo de aceites lubricantes usados" dictado por CORPAMAG con el apoyo del Fondo de Aceites Usados (FAU) y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

Actividad Adicional: Acompañamiento y participación en jornadas de sensibilización a generadores de Aceite de Cocina Usados (ACU)	Acompañamiento y participación en jornadas de sensibilización a generadores de Aceite de Cocina Usados (ACU), en el corregimiento de Minca, en el marco de las obligaciones y términos establecidos en la Resolución 0316 de 2018. Apoyo en la elaboración de directorio de generadores de Aceites de Cocina Usados (ACU) en el corregimiento de Minca.
Actividad Adicional: Acompañamiento y apoyo en el cuidado de "Tasajerito", bebé manatí rescatado y cuidado por CORPAMAG en compañía de otras instituciones, en las instalaciones del Acuario Mundo Marino.	Apoyo en la realización de procedimientos veterinarios (toma de muestras de sangre, de orina y de heces fecales, curación de heridas, aplicación de ungüentos antimicóticos y masajes para constipación intestinal). Preparación de leche para teteros. Preparación de teteros y ofrecimiento del mismo, al manatí. Limpieza de piscinas y áreas de trabajo. Esterilización de elementos empleados en los procesos de alimentación del manatí. Realización de monitoreo constante de respiración, frecuencia cardiaca, presencia/ausencia de heces y flatulencias, temperatura y calidad del agua de la piscina y, comportamiento del manatí.
Actividad Adicional: Acompañamiento y apoyo en monitoreo de puntos de descarga al mar de aguas residuales domésticas sin tratar en barrios de la ciudad de Santa Marta.	Acompañamiento y apoyo en el monitoreo fotográfico de puntos de descarga al mar de aguas residuales domésticas sin tratar en barrios de la ciudad de Santa Marta.
Acompañamiento a monitoreos realizados por beneficiarios de permisos o licencias ambientales otorgadas por la Corporación.	Acompañamiento en el monitoreo de caracterización de residuos sólidos en el Relleno Sanitario Regional de Aracataca, en el marco de las obligaciones establecidas en Resolución 2564 de 2008.
Actividad Adicional: Capacitación a personal de la entidad, sobre gestión adecuada de residuos peligrosos.	Realización de capacitación sobre gestión adecuada de residuos peligrosos e identificación de puntos limpios, al personal de CORPAMAG.
Actividad Adicional: Acompañamiento y apoyo en la	Acompañamiento y participación en las jornadas de socialización de gestores de Aceites de Cocina Usados,

socialización de gestores de Aceites de Cocina Usados en los sectores de Buritaca y Minca.	en los sectores de Buritaca y Minca, en el marco de las obligaciones y términos establecidos en la Resolución 0316 de 2018.

Nota. Elaboración propia

7.2. Proyecto: Análisis del ciclo de vida de pilas alcalinas en el marco de las jornadas de recolección de residuos posconsumo realizadas por la Corporación Autónoma Regional del Magdalena.

7.2.1. Objetivos del Análisis de Ciclo de Vida de pilas alcalinas

Objetivo General

Evaluar los impactos ambientales y sociales que se presentan en las etapas de obtención de materias primas, producción, uso y disposición final de las pilas alcalinas mediante la identificación y cualificación de estos a través del análisis del ciclo de vida.

Objetivos Específicos

- ✓ Recopilar información bibliográfica acerca de las pilas alcalinas.
- ✓ Identificar las entradas y salidas de cada etapa del ciclo de vida de pilas alcalinas.
- ✓ Elaborar matriz de evaluación del impacto ambiental de pilas alcalinas.

7.2.2. Alcance del Análisis de Ciclo de Vida de pilas alcalinas

En este caso, el análisis de ciclo de vida de pilas alcalinas, pretende cualificar, mediante matrices de evaluación de impactos ambientales, el grado de afectación al medio ambiente, ocasionado en cada etapa del proceso productivo de pilas primarias; además, pretende identificar, mediante revisión bibliográfica, diferentes métodos existentes de disposición final de pilas alcalinas, esperando que dicha síntesis, sirva como fuente de información para otro tipo de proyectos.

Es importante mencionar que, debido a inconsistencias en la información recolectada, no se considerarán algunos procesos y materiales de determinadas etapas del ciclo de vida, tal como, la etapa de transporte del producto.

7.2.3. Inventario del Ciclo de Vida (ICV)

Dentro de este ítem, se realizará una descripción detallada donde se identificarán las entradas y salidas de las etapas de obtención de materias primas, elaboración y embalaje, uso y disposición final de las pilas alcalinas.

Características generales

Las pilas son artefactos diseñados para almacenar energía, la cual, es liberada por reacciones de óxido reducción en forma de electricidad al ser conectada en un circuito (Arturo Gavilan, 2009) y, es utilizada por diversos componentes electrónicos portátiles que se utilizan en la cotidianidad (controles remotos, juguetes. Etc.); por su comodidad y practicidad, la demanda de las pilas, se ha ido incrementando en diversos países (Camacho Aguilar, 2006). Una vez las pilas terminan su vida útil, se convierten en desechos peligrosos tipo VIII lo que indica que son sustancias toxicas corrosivas que pueden deteriorar las estructuras físicas de los tejidos biológicos (Alcaldia de Bogotá, 2014).

Figura 3

Clasificación de los residuos generados por el Fondo De Previsión Y Atención De Emergencias (FOPAE)

Nota. Recuperado de la guía de gestión integral de residuos peligrosos, por la alcaldía de Bogotá, 2014

Las pilas alcalinas o de zinc/dióxido de manganeso, están ubicadas dentro del grupo de las primarias, las cuales poseen un único ciclo de vida, es decir, que las reacciones de óxido reducción provocadas dentro de ellas son irreversibles (Camacho Aguilar, 2006). Estas tienen un contenido de mercurio del 0.1% y algunos otros componentes como dióxido de manganeso (MnO_2) e hidróxido de potación (KOH) y pasta de zinc (Strunz, 2009).

Etapas del ciclo de vida de pilas alcalinas

Etapa 1: Obtención de materias primas

Las pilas alcalinas se componen de los siguientes elementos (Strunz, 2009):

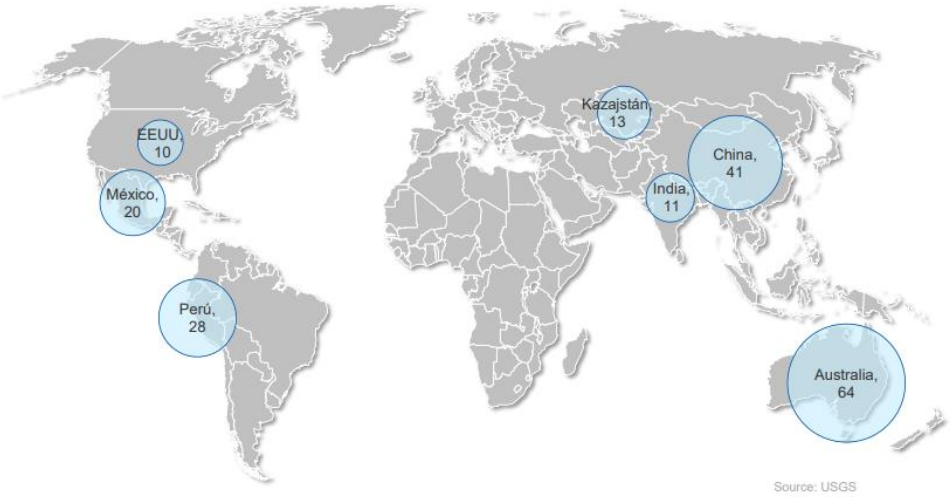
- ✓ Conteiner: acero y plata
- ✓ Cátodo: dióxido de manganeso y filtro de carbón
- ✓ Separador: pasta de papel
- ✓ Ánodo: zinc pulverizado
- ✓ Electrolito (levemente ácido)
    - Leclanche: amónico de zinc y cloruro de zinc en agua
    - Cloruro de zinc: cloruro de zinc en agua
- ✓ Colector: carbón

Las carcasas de las pilas se recubren con una capa fina de plástico y una capa de papel sobre este (Strunz, 2009). Las entradas principales que se tendrán en cuenta dentro de ACV serán los componentes principales de las pilas las cuales son: manganeso, zinc y carbón.

Zinc: El zinc es uno de los materiales más importante de la economía global (Rongguo Sun, 2021); sus principales consumidores son China, EE. UU. y la India (unidad de planeacion minero energetica (UPME), 2018). A continuación, se muestran las principales reservas de este metal.

Figura 4

Mapa de principales reservas de zinc



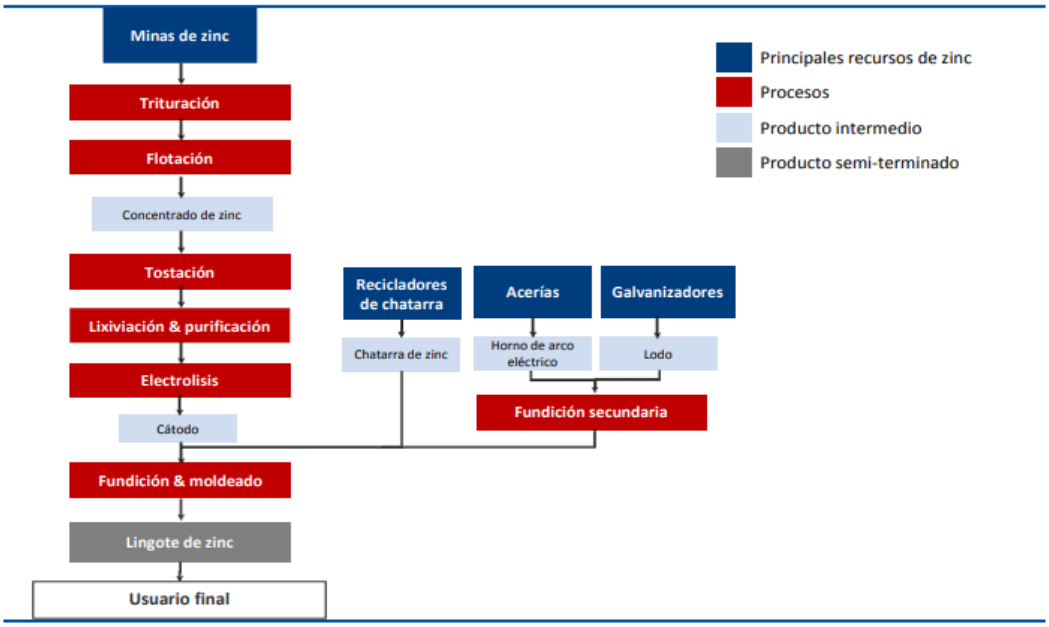
Nota. Recuperado de http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto2_Zinc_FINAL_12DIC2018.pdf

El mineral de plomo de zinc se somete a un molido para liberar las partículas, posteriormente, las partículas pasan por un proceso de flotación de espuma para separar el sulfuro de zinc, luego, el zinc metálico es separado usando técnicas hidrometalurgias en 5 etapas (tostación, lixiviado, purificación, electrólisis, fundición y montaje). En los relaves de las minas se

presentan rastros de metales pesados como el plomo, los cuales se pueden transportar por el suelo a través de las escorrentías provocadas por las precipitaciones y la erosión eólica, e incluso, llegar a acuíferos (Rongguo Sun, 2021).

Figura 5

Método de procesamiento del mineral plomo zinc



Nota. Recuperado de http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto2_Zinc_FINAL_12DIC2018.pdf

Manganeso: Es un elemento ampliamente usado en aleaciones no ferrosas y componentes electrónicos. Las mayores potencias en extracción de manganeso son Sudáfrica y Ucrania con 200 millones de toneladas y 140 millones de toneladas, como se muestra a continuación (Unidad de planeación minero energética (UPME), 2018).

Figura 6

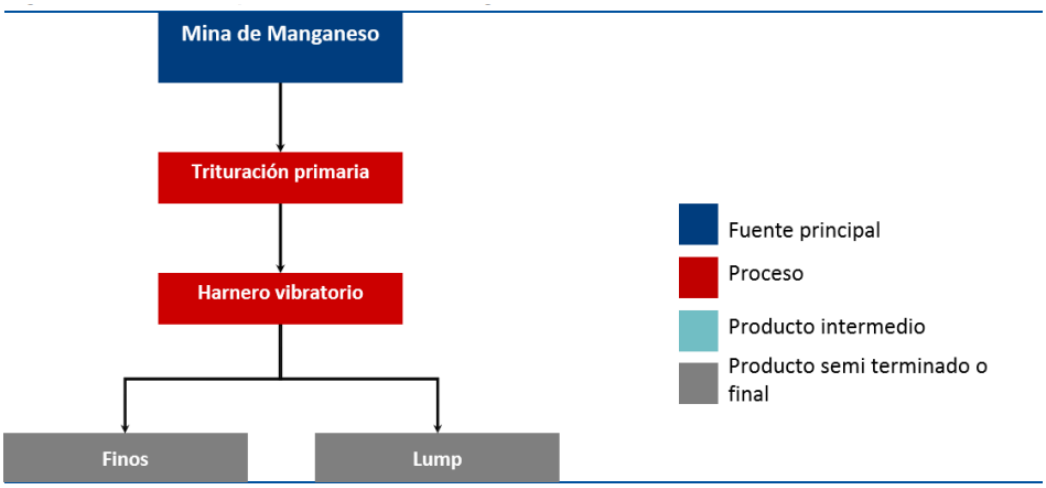
Mapa de principales reservas de Manganeso

Nota. Recuperado de http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto2_Zinc_FINAL_12DIC2018.pdf

La extracción del mineral de manganeso se realiza principalmente en minas a cielo abierto; en estas zonas se realiza la remoción de las capas de hierro y dolomita del suelo hasta alcanzar la capa de manganeso, posteriormente, este mineral es perforado, tronado y transportado a la trituración primaria y, se selecciona el material por medio de un harnero vibratorio. Hasta cierto nivel, el manganeso ayuda al desarrollo de plantas, microorganismos y animales, no obstante, cuando este se encuentra en exceso puede provocar toxicidad en ecosistemas acuáticos y terrestres, ocasionando convulsiones en humanos, mortalidad embrionaria de peces y neurotoxicidad en platelmintos, entre otros efectos. (Unidad de planeación minero energética (UPME), 2018).

Figura 7

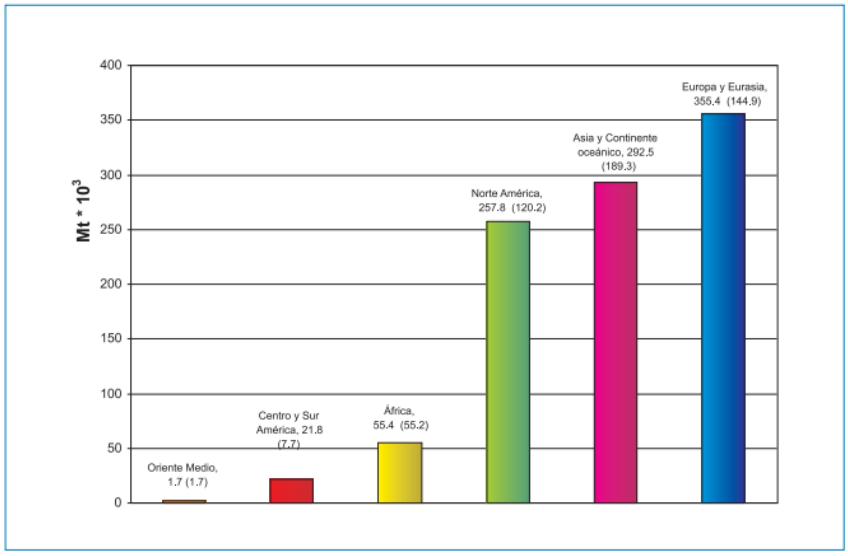
Método de procesamiento del mineral de Manganeso



Nota. Recuperado de http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto2_Zinc_FINAL_12DIC2018.pdf

Carbón: Este es el mineral combustible más abundante en la corteza terrestre, con 984.453 millones de toneladas medidas en el 2003, la mayor cantidad de reservas están concentradas en Norte América y Asia, como se evidencia en el siguiente gráfico (UPME, 2005).

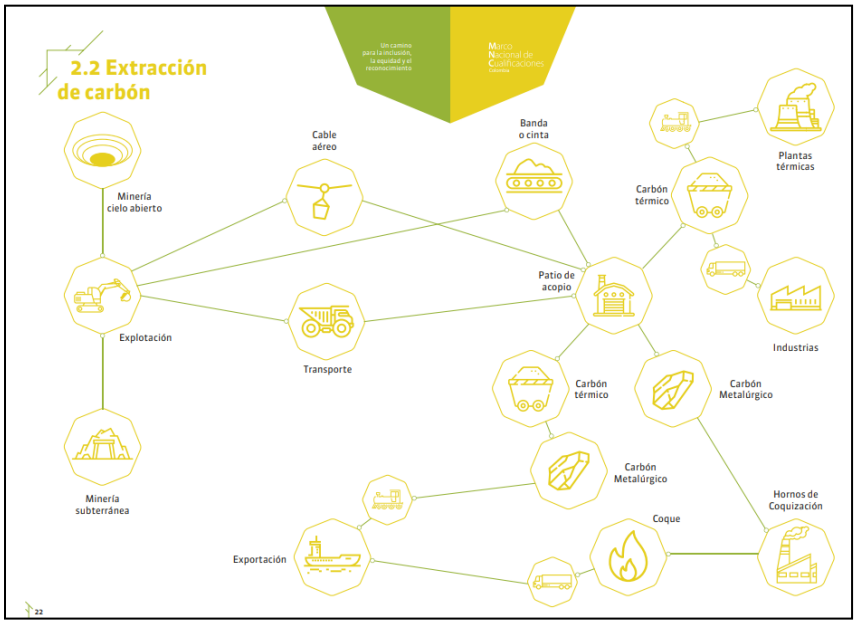
Figura 8
Reservas mundiales de carbón



Nota. Recuperado de http://www.upme.gov.co/Docs/Cadena_carbon.pdf

Según las características del yacimiento, se determina si las minas serán a cielo abierto o subterráneas. En la costa atlántica de Colombia predomina la minería tecnificada a gran escala y a cielo abierto; mientras que, en el interior del país, se presenta la no tecnificada y bajo tierra (UPME, 2005), la extracción de carbón se realiza siguiendo esta línea de producción.

Figura 9
Extracción del carbón



Nota. Recuperado de https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-362826_recurso.pdf

Los principales impactos que se generan por la extracción de este mineral son: la degradación y erosión del suelo en capas superficiales y profundas, las emisiones de gas contaminado como el CO_x y el SO_x producido por la maquinaria usada para la explotación, la emisión de material particulado PM_{10} $PM_{2.5}$ y, la contaminación de recursos hídricos (Benavides & Dario, 2015).

Etapa 2: Fabricación y embalaje

Para la fabricación de las pilas alcalinas, la primera etapa es la construcción del contenedor de metal el cual recubrirá el núcleo, este núcleo se fabrica con latón, ya que esta aleación contiene un alto porcentaje de cobre, el cual, es un conductor de la electricidad; estos clavos son limpiados con arena para remover cualquier tipo de suciedad como trazas de aceites, en la cabeza de los clavos se soldán las tapas de acero niquelado (DURACELL inc, 2020).

En la siguiente parte del proceso se construye el ánodo de la pila el cual está hecho de zinc, ya que este elemento libera muchos electrones con facilidad; los lingotes de zinc son introducidos en hornos eléctricos, donde se le agregan estimulantes químicos al zinc fundido para mejorar su rendimiento, este, es incorporado en un silo especial que lo revuelve hasta convertirlo en polvo al cual se le adiciona un gel y lo deja listo para ser usado (DURACELL inc, 2020).

El electrodo positivo o cátodo, es hecho partir de dióxido de manganeso, el cual recoge los electrones liberados por el zinc, este se mezcla con grafito y se comprime para ser introducido

en las carcasas de acero niquelado; los dos electrodos no pueden entrar en contacto por lo que el zinc es recubierto con un separador de papel (DURACELL inc, 2020). A continuación, se presenta un resumen del montaje de las baterías.

- ✓ Alineación las carcasas de acero niquelado
- ✓ Se introducen las esferas de dióxido de manganeso y grafito dentro de la carcasa
- ✓ Se introduce el separador
- ✓ Se introduce una solución electrolítica alcalina y se espera hasta que el líquido se estabilice
- ✓ Se añade el gel de zinc y el clavo colector de corriente
- ✓ Sellado la batería (De Antoni, y otros, 2020).

Las principales consecuencias ambientales que produce la fabricación de pilas se mencionan a continuación (Benavides & Dario, 2015).

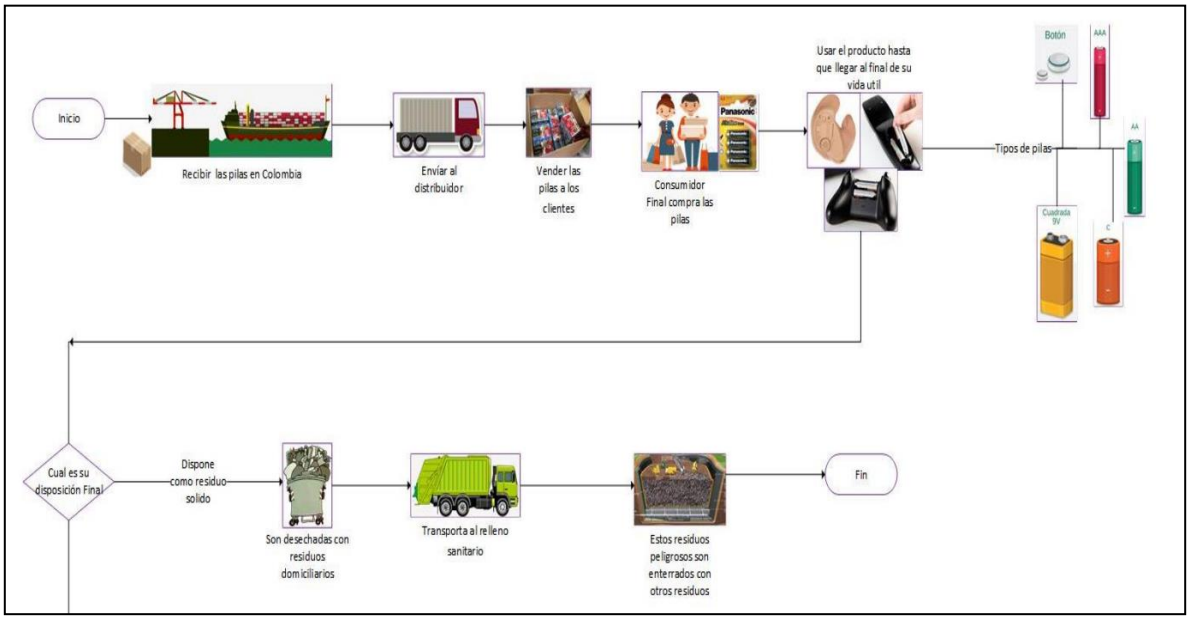
- ✓ Contaminación al aire
- ✓ Contaminación al recurso hídrico
- ✓ Agotamiento de los recursos no renovables
- ✓ Afectaciones a la salud humana
- ✓ Afectaciones al recurso flora y fauna

Etapa 3: Uso

La practicidad de las pilas en el ámbito cotidiano, personal y profesional, hacen que estas sean ampliamente distribuidas en los diversos sectores económicos. Su consumo principal se da en electrodomésticos medianos y pequeños, como los celulares y controles. El crecimiento en el consumo de las pilas, se debe al aumento poblacional y a la gran accesibilidad a este tipo de tecnologías (De Antoni, y otros, 2020).

Para el año 2009, en Colombia, el consumo de baterías llegó a los 180 millones. El 58% de los colombianos preferían adquirir pilas de zinc y manganeso, y tan solo 35 % se inclinan por pilas alcalinas dada su durabilidad. La fabricación de una pila consume 50 veces más energía de la que puede llegar a producir (Ayala, 2017). La obsolescencia de los productos tecnológicos, actualmente, son un mecanismo utilizado para aumentar las ventas, tanto de dichos productos como de pilas; esta característica se viene presentando partir de los años 50 (De Antoni ét al., 2020).

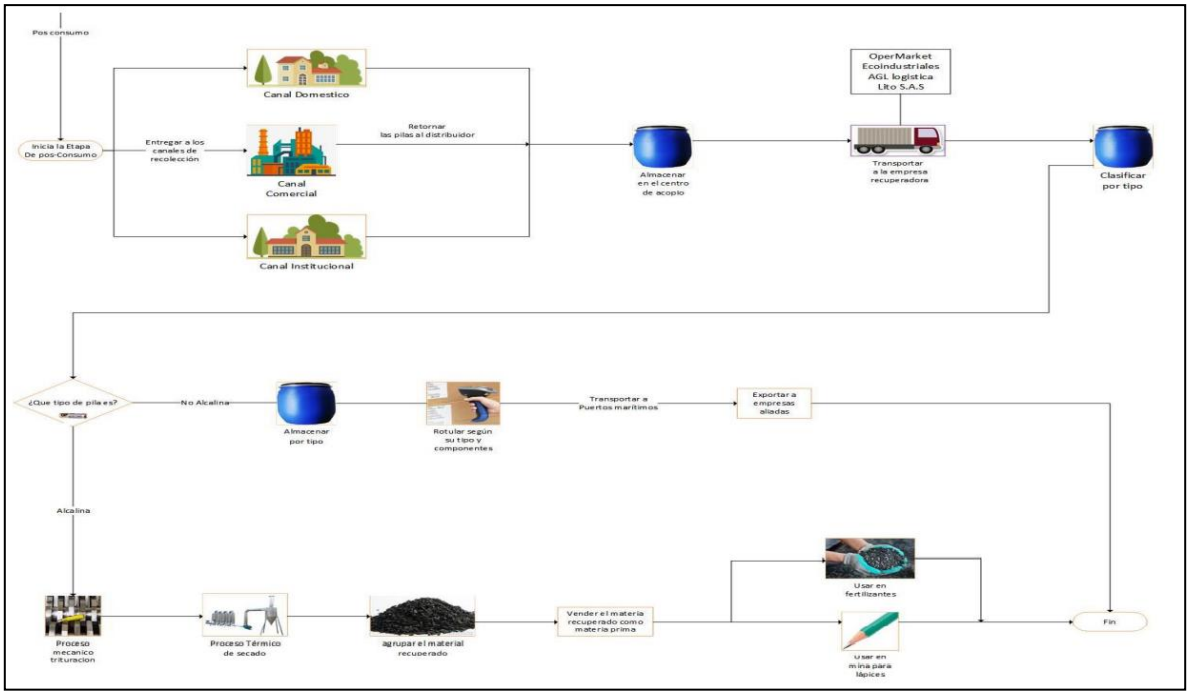
Figura 10
Pre-consumo de las pilas



Nota. Recuperado de https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/85043/1/TG02095.pdf

Figura 11

Pos-consumo de las pilas

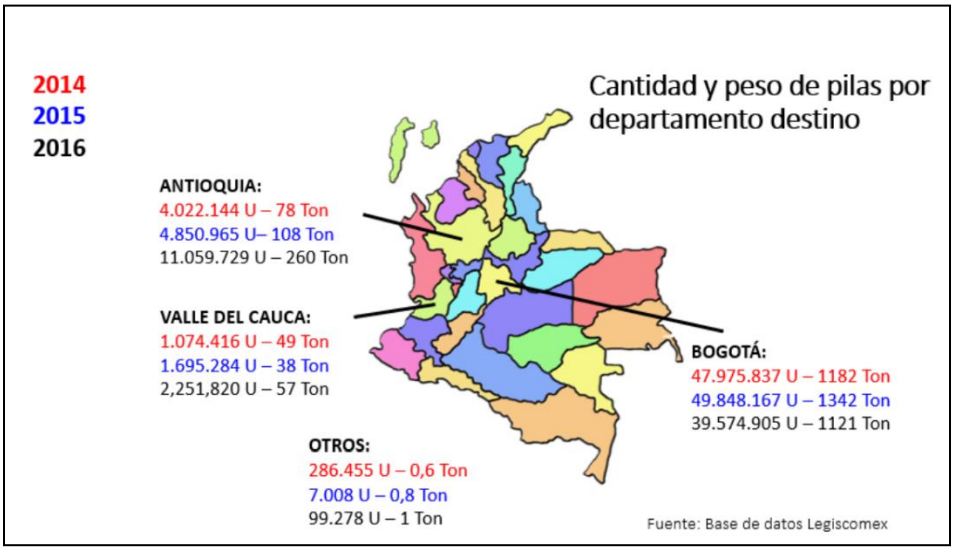


Nota. Recuperado de https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/85043/1/TG02095.pdf

Etapa 4: Disposición final

En el 2017, Ayala apunta que, en Colombia, en promedio se generan 11 mil toneladas de residuos de pilas al año, de las cuales: 8 mil toneladas corresponden a pilas de zinc-carbón, 2 mil toneladas a pilas alcalinas y, el resto, a pilas secundarias; en consecuencia a esto, en los últimos 7 años se han dispuesto en rellenos sanitarios y botaderos a cielo abierto, cerca de 77 mil toneladas de residuos de pilas, y al ambiente se han descargado, aproximadamente: 14 mil toneladas de zinc,13 mil toneladas de manganeso, 60 mil toneladas de cadmio, 30 mil toneladas de plomo, 15 toneladas de cromo, 100 toneladas de níquel, 350 kg de mercurio y 350 de litio; derivado de desechos de consumidores combinados con basura doméstica (Ayala, 2017).

Figura 12
Cantidad y peso de residuos de pilas por departamento de destino



Nota. Recuperado de https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/85043/1/TG02095.pdf

Las pilas son consideradas residuos peligrosos, ya que, al final de su ciclo de vida se degradan y liberan lixiviados producto de los compuestos internos de la misma, los cuales, pueden contaminar el agua, suelo y aire. Una sola pila puede llegar a contaminar hasta 600 mil litros de agua. En un escenario en el que una pila culmina con su ciclo de vida y es incinerada, puede generar liberaciones metálicas y de gases tóxicos, que a su vez, pueden traer grandes afectaciones en la salud de la biota (De Antoni, y otros, 2020).

En lo concerniente a las pilas alcalinas, éstas suelen tener una larga durabilidad y, se catalogan como desechos de toxicidad media, pues pueden llegar a contaminar hasta 167 mil litros de agua (Ayala, 2017); basados en lo anterior, se hace necesario que, antes de realizar la recuperación de materiales, se deben realizar actividades de prevención reducción y reutilización para luego proceder a su disposición final.

Las pilas, aunque dejen de producir energía internamente, continúan produciendo reacciones químicas, provocando nuevos óxidos metálicos; estos óxidos salen al medio a través de las carcasas que se ven afectadas por la corrosión, principalmente producida por la fermentación de la basura orgánica en los rellenos sanitarios. La movilidad en el suelo de metales, como el dióxido de manganeso, se ve favorecida al encontrarse estos en su forma oxidada, es decir, que son más rápidos en suelos salinos o con pH muy ácido; esos iones metálicos tienen como vehículo de salida las sustancias acuosas liberadas por la pila, lo cual, implica la salida de un líquido viscoso con alto contenido de metales (Camacho Aguilar, 2006).

En Colombia, debido a las consecuencias tan nocivas que trae para el medio ambiente la disposición descontrolada de pilas, en el 2010 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente) emite la resolución 1297 "Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Pilas y/o Acumuladores y se adoptan otras disposiciones", una de las principales características de esta resolución se presenta en el capítulo tercero "De las obligaciones" donde se enumeran los deberes tanto de los productores, los expendedores y los usuarios. El artículo de 10 "Metas de recolección" fue modificado por la resolución 2246 de 2017 (ANLA, 2020).

Tabla 2
Entradas y salidas del sistema de pilas alcalinas

ETAPA	ENTRADA	SALIDA
Obtención de Materias Primas	Agua Energía Ácidos	Lingotes de zinc Polvo de manganeso Metales pesados Agua residual industrial Emisiones atmosféricas Carbón
Fabricación y Embalaje	Lingotes de zinc Dióxido de Manganeso Grafito Latón Energía Agua Aditivos	Pilas alcalinas Agua residual industrial Chatarra de zinc Chatarra de latón Emisiones atmosféricas
Uso	Pilas alcalinas	Desechos de pilas alcalinas Plástico

Disposición Final	Desechos de pilas alcalinas y plásticos	Lixiviados Metales pesados Óxidos metálicos Emisiones atmosféricas

Nota. Elaboración propia

7.2.4. Evaluación de Impactos del Ciclo de Vida (EICV)

Para el análisis de los impactos ambientales generados en las etapas del ciclo de vida de las pilas alcalinas, se aplicó el método de evaluación ambiental de empresas públicas de Medellín (epm) o método Arboleda. A continuación, se presenta el procedimiento realizado:

- ✓ Desagregación de los componentes del proyecto: Se debe dividir el proyecto en actividades principales.
- ✓ Identificación de impactos: Se identifican los impactos de las actividades del proyecto.
- ✓ Evaluación de los impactos: Se evalúan los impactos identificados con la ecuación propuesta para este método.

<u>Parámetros de evaluación:</u>

$$Ca = C(P(7 * EM + 3D))$$

Donde:
Ca= Clase ambiental (0,1 a 10,0)
C= Clase (+ o -) según el tipo de impacto ambiental
P= Presencia (0,0 a 1,0)
E= Evolución (0,0 a 1,0)
M= Magnitud (0,0 a 1,0)
D= Duración (0,0 a 1,0)

En las siguientes figuras, se presentan la ponderación de los parámetros evaluados y los rangos de clasificación del impacto.

Figura 13
Ponderación de los parámetros de evaluación

PRESENCIA	DURACIÓN	EVOLUCIÓN	MAGNITUD	PUNTAJE
Cierta	Muy larga o permanente (> 10 años	Muy rápida (< 1mes)	Muy alta (Mr> a 80%)	**1.0**
Muy probable	Larga (> 7 años y < 10 años)	Rápida (> 1 mes y < 12 meses)	Alta (> 60 %y < 80 %)	**0.7<0.99**
Probable	Media (> 4 años y < 7 años)	Media (> 12 meses y < 18 meses)	Media (> 40 % y < 60 %)	**0.4<0.69**
Poco Probable	Corta (> 1 años y < 4 año)	Lenta (> 18 meses y < 24 meses)	Baja (> 20 % y < 40 %)	**0.2<0.39**
No probable	Muy corta (< 1 año)	Muy lenta (> 24 meses)	Muy baja (< 19%)	**0.01<0.19**

Nota. Recuperado https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7181/1/451778-2018-II-GA.pdf

Figura 14
Rangos de clasificación del impacto ambiental

CALIFICACIÓN AMBIENTAL (puntos)	IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL
≤ 2.5	Poco significativo o irrelevante
>2.5 y ≤ 5.0	Moderadamente significativo o moderado
> 5.0 y ≤ 7.5	Significativo o relevante
> 7.5	Muy significativo o grave

Nota. Recuperado https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7181/1/451778-2018-II-GA.pdf

Para la determinación de los impactos ambientales, se usó como apoyo el Listado De Impactos Ambientales Específicos En El Marco Del Licenciamiento Ambiental Del Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible.

Figura 15
Matriz de evaluación de impacto ambiental

Matriz de impacto ambiental: método Arboleda											
Fase	Actividad	Aspecto	Impacto	Clase	Presencia	Evolución	Duración	Magnitud	Calificación +	Calificación −	Impacto
Obtención de materias primas	Extracción de Zn	Emisión de material particulado	Incremento en la concentración de material particulado PM10 Y PM 2.5	-1	1	0.5	1	0.69	0	5.415	5.4
		Liberación de metales pesados	Incremento en la concentración de metales pesados	-1	1	0.69	1	1	0	7.83	7.8
		Excavaciones del terreno	Cambios en la morfología del terreno	-1	1	0.7	1	1	0	7.9	7.9
	Extracción de Mn	Emisión de material particulado	Incremento en la concentración de material particulado PM10 Y PM 2.5	-1	1	0.55	1	0.65	0	5.5025	5.5
		Liberación de metales pesados	Incremento en la concentración de manganeso	-1	1	0.58	1	0.8	0	6.248	6.2
		Excavaciones del terreno	Cambios en las características geomecánicas en la estabilidad del terreno	-1	1	0.7	1	1	0	7.9	7.9
	Extracción de C	Emisión de material particulado	Incremento en la concentración de material particulado PM10 Y PM 2.5	-1	1	1	1	0.7	0	7.9	7.9
		Liberación de metales pesados	Incremento en la concentración de metales pesados	-1	1	0.69	1	1	0	7.83	7.8
		Excavaciones del terreno	Alteraciones en las propiedades físicas del suelo	-1	1	0.7	1	1	0	7.9	7.9
Fabricación y embalaje	Fabricación del cátodo	Emisión de gases	Incremento en la concentración de gases de efecto invernadero	-1	0.5	0.7	0.69	0.69	0	2.7255	2.7
		Utilización de aditivos	Aumento de la infiltración de sustancias peligrosas	-1	0.8	0.5	0.57	0.69	0	3.3	3.3
	Fabricación del ánodo	Utilización de dióxido de manganeso	Incremento en la concentración de manganeso	-1	1	0.5	0.6	0.5	0	3.55	3.6
	Fabricación de la carcasa	Utilización de metales pesados	Incremento en la concentración de metales pesados	-1	1	0.39	0.7	0.4	0	3.192	3.2
		Uso de energía	Aumento en la demandad de energía	-1	1	0.7	0.7	0.7	0	5.53	5.5
	Embalaje	Embalaje de las pilas	Aumento en los plásticos de un solo uso	-1	0.69	0.5	0.58	0.39	0	2.14245	2.1
Uso	Uso domestico	Disposición inadecuada	Incremento de residuos peligrosos	-1	0.98	0.7	0.69	0.7	0	5.39	5.4
Disposición final	Disposición en rellano sanitario o botadero	Alteración en el recurso hídrico	Cambio en las características físicas y químicas de las aguas subterránes	-1	0.98	0.8	0.9	0.9	0	7.5852	7.6
		Alteración en la calidad del suelo	Incremento en la concentración de metales pesados	-1	0.98	0.9	0.9	0.8	0	7.5852	7.6
		Liberación de lixiviados de pilas	Bioacomulación de metales pesados en flora u fauna	-1	0.8	0.7	0.8	0.88	0	5.3696	5.4
	Incineración	Emisión de gases tóxicos	Disminución en la calidad de la salud	-1	0.96	0.7	0.7	0.7	0	5.3088	5.3
			Aumento del potencial de toxicidad para la salud humana	-1	0.96	0.7	0.7	0.7	0	5.3088	5.3

Nota. Elaboración propia

7.2.5. Relación entre ICV y EICV

En este ítem, se identifican los resultados obtenidos en cada etapa, así como los puntos críticos y las oportunidades de reducción de impactos/mejoras en cada etapa.

A continuación, se evalúa la relación entre el inventario de ciclo de vida de pilas alcalinas y la evaluación de impactos de ciclo de vida de pilas alcalinas. Los impactos tenidos en cuenta para el análisis, son aquellos que obtuvieron un puntaje mayor a 4 en la matriz de evaluación de impacto ambiental.

<u>Obtención de materias primas</u>

En esta etapa, la mayoría de los impactos generados en las extracciones de zinc, manganeso y carbón, tienen una ponderación mayor a 7.5, lo que implica que tienen una significancia grave. Esta etapa se caracteriza por generar la mayor cantidad de impactos, como el incremento en la concentración de metales pesados, cambios en las características

geomecánicas en la estabilidad del terreno, incremento en la concentración de material particulado y, alteración de las propiedades físicas del suelo; lo que implica una pérdida progresiva y rápida de la biodiversidad, perjudicando la flora, fauna y el territorio.

Debido al deterioro progresivo del suelo -el cual es el componente más afectado por la minería para la extracción de los materiales primarios de las pilas alcalinas-, su funcionamiento se ha visto seriamente alterado con relación a los servicios ecosistémicos que brinda y que permiten la vida en la tierra, deteriorando directamente el recurso hídrico, la atmósfera y servicios como: retención de carbono, purificación del agua, hábitat de organismos y los procesos biogeoquímicos que se presentan en el suelo. (FAO, 2015).

Con relación a la movilidad, toxicidad y biodisponibilidad de los metales pesados en los suelos, estas características no dependen exclusivamente de las concentraciones de metales pesados, sino que, se debe de tener en cuenta la naturaleza de las reacciones químicas que se pueden encontrar; por lo tanto, las fracciones intercambiables y las unidas al carbonato, ocasionan un riesgo ambiental, dado que estos compuestos pueden llegar fácilmente a la fase acuosa del suelo, volviéndose biodisponibles para algunos cultivos (Carme Mihaela, 2019) y, finalmente, hacer parte de la cadena trófica.

Al tratarse de una industria adyacente a la industria de las pilas, los impactos deben ser prevenidos, mitigados, corregidos y compensados por las organizaciones mineras, es decir, que el control no recae directamente sobre las empresas fabricantes de pilas alcalinas; no obstante, no implica que estos deban ignorar la procedencia de la materia prima usada.

Fabricación y embalaje

Dentro del listado de impactos, el de mayor relevancia es el aumento en la demanda de energía, el cual obtuvo una ponderación de 5.5, lo que lo ubica en la zona significativa o relevante. La alta demanda energética se debe a que, dentro de las industrias, se utilizan maquinarias como: hornos eléctricos, silos especiales, brazos robóticos programados, grúas, camiones, bandas transportadoras, entre otras. Para la fabricación del polvo de dióxido de manganeso y grafito, se requiere, como mínimo, de un edificio de 6 plantas con una amplia red de cribas y silos vibrantes (DURACELL inc, 2020). Basado en lo anterior y según Ayala (2017), se puede afirmar que, la producción de una pila requiere 50 veces más energía que la que esta puede llegar a producir durante su vida útil. Por lo que se hace necesario una optimización en los procesos de fabricación de pilas alcalinas.

Los subproductos que se pueden aprovechar en la etapa de fabricación y embalaje son: chatarra zinc, chatarra de latón y polvo de grafito, lo que quiere decir que existe una oportunidad para prolongar la vida útil del zinc, latón y grafito, en otras industrias cuya materia prima sean estos componentes; un ejemplo claro, son las empresas fabricantes de lápices, cuya materia prima es el polvo de grafito y la madera.

Uso

Según la guía de gestión integral de residuos peligros, un residuo peligroso se caracteriza por poseer cualidades infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radioactivas o reactivas, que puedan causar riesgo a la salud humana o degradar la calidad ambiental, hasta llegar a un punto donde se afecte a salud humana (Alcaldia de Bogotá, 2014); es por ello que, la disposición inadecuada de pilas alcalinas, representa un incremento de estos residuos, por lo que, los usuarios que adquieran pilas, tienen una responsabilidad social y ambiental que deben cumplir obligatoriamente. Según el artículo 16 "Obligaciones de los consumidores" de la Resolución 1297 de 2010 estos deben:

- ✓ Retomar o entregar los residuos de pilas u acumuladores a través de los puntos de recolección o los mecanismos equivalentes establecidos por los productores.
- ✓ Seguir las instrucciones del manejo seguro suministrado por los productores de pilas u acumuladores.
- ✓ Separar residuos de pilas u acumuladores de los residuos sólidos domésticos para su entrega en un punto de recolección o mecanismos equivalentes.

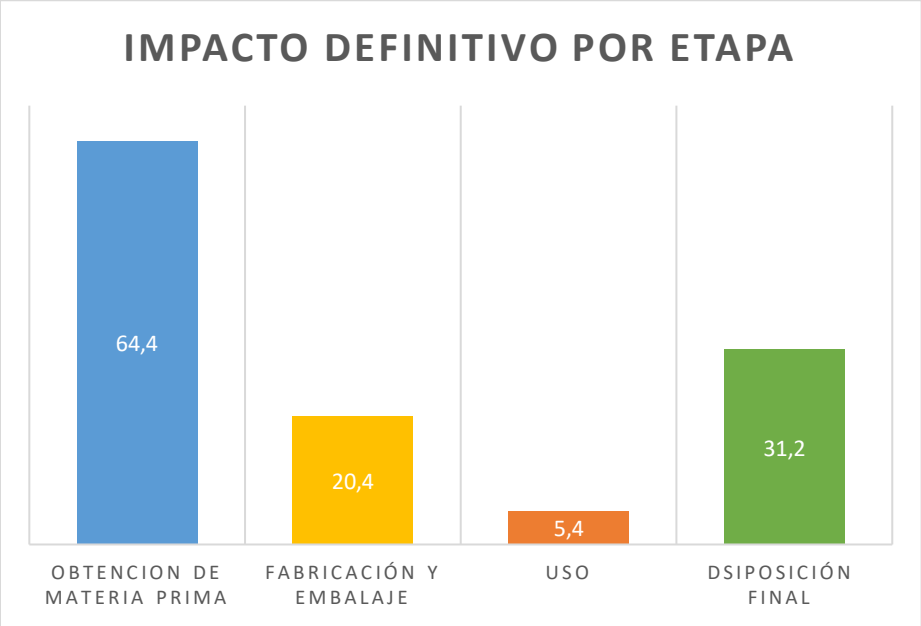
Disposición final

En el aspecto de la alteración del recurso hídrico y del suelo, se dieron los impactos con consecuencias más graves, con una ponderación de 7.6 para ambas, lo que significa que, el no tener un tratamiento para residuos peligrosos, como las pilas, implica daños severos, tanto al medio ambiente como a la salud humana. Esta parte del ciclo de vida, junto con la obtención de materias primas, representan los mayores problemas para esta industria. La diferencia entre estas dos etapas radica en que, los impactos en la primera fase del ciclo de vida no pueden ser controlados directamente por las empresas productoras de pilas, por el contrario, estos adquieren responsabilidades como: informar a los consumidores sobre los puntos de recolección para la devolución de estos residuos, disponer de un espacio para la ubicación de recipientes donde se puedan disponer los residuos de pilas por parte de los consumidores, garantizar la seguridad de los recipientes y contenedores y apoyar a las autoridades ambientales en difusión de campañas sobre los sistemas de recolección selectiva (MINAMBIENTE, 2010).

En Colombia, se prohíbe, según la Resolución 1297 de 2010 , en el artículo 20 "prohibiciones", disponer residuos de pilas y acumuladores en rellenos sanitarios, hacer quemas de residuos de pilas y acumuladores a cielo abierto, enterrar residuos de pilas y acumuladores y, abandonar residuos de pilas y acumuladores en espacios públicos (MINAMBIENTE, 2010). Por lo tanto, los escenarios de incineración y disposición en rellenos sanitarios de pilas son mecanismos inapropiados e inseguros para el medio ambiente y la salud humana.

A continuación, se muestra como la obtención de materia prima por 33.2 puntos supera a la fase de disposición final de las pilas, siendo esta, la segunda etapa más perjudicial para el medio ambiente.

Figura 16
Impacto ambiental definitivo por etapa



Nota. Elaboración propia

Identificación de puntos críticos y oportunidades de mejora

Los principales puntos críticos en el ciclo de vida de las pilas alcalinas, se localizan en la obtención de materia prima y disposición final, este apartado se enfocará en esta última.
Los desechos de pilas generan impactos severos en el medio ambiente, por lo que, se hace importante, el trato que se les da después de haber caducado su vida útil; el proceso de reciclaje de baterías y pilas es muy complejo y varía dependiendo del tipo, sin embargo, dentro de las pilas alcalinas se encuentran materiales de usos potenciales, no solo como materia prima para procesos industriales, sino también, como abono para cultivos, entre otras aplicaciones poco convencionales para un residuo peligroso (Restrepo, 2021).

En Colombia es obligatorio la implementación de sistemas de recolección selectiva para pilas y acumuladores para los productores de más de 3000 unidades al año (ANLA, 2020), además de esto, se encuentran programas encargados de la recolección de pilas (Recopilas y Pilas con el Ambiente), los cuales tienen convenios con diferentes empresas productoras, distribuidoras y centros comerciales, en donde ubican contenedores especiales para el depósito de las pilas, estos funcionas en las principales ciudades del país.

Una vez separadas las pilas del resto residuos sólidos, se debe proceder a la separación de los materiales de uso potencial. Existen diferentes mecanismos y técnicas para el reciclado de pilas primarias. A continuación, se evidencia un cuadro con diferentes procesos productos finales.

Figura 17

Procesos comunes para el reciclado de pilas primarias

Proceso	Producto final
Pirometalurgia	Metales y/o material de relleno
Hidrometalurgia	Metales y/o material de relleno
Reciclado electroquímico	Metales con alto grado de pureza
Mezclas directas	Material compuesto
Tratamientos químicos	Fertilizantes agrícolas, insumos y otros
Tratamiento y aporte de valores agregados	Ej. Catalizadores para oxidación de hidrocarburos

Nota. Recuperado de http://tesis.udea.edu.co/bitstream/10495/20844/9/RestrepoSimon_2021_CompuestosResiduosPeligrosos.pdf

- ✓ Pirometalurgia: Se realiza un proceso de incineración de residuos de baterías, con el objetivo de obtener metales en un buen grado de pureza mediante temperaturas altas (Restrepo, 2021).

- ✓ Hidrometalurgia: Se lixivian y precipitan los residuos por medio de soluciones líquidas, acuosas y orgánicas, con el fin obtener sales de manganeso y zinc (Restrepo, 2021).

- ✓ Reciclado electroquímico: Por medio de gravimetría se sacan soluciones del residuo, luego, se utilizan diferentes configuraciones de electrodos, con el fin de aumentar la eficiencia de recuperación, se hace fluir un voltaje determinado por electrodos; la porción de metal recuperado alcanza el 90 a 95 % de pureza (Restrepo, 2021).

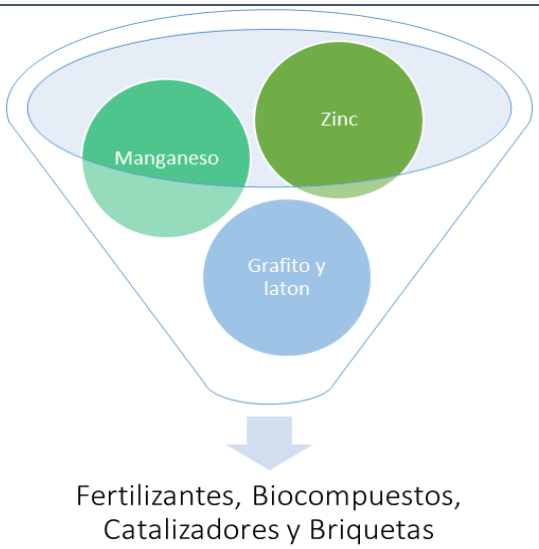
- ✓ Mezclas directas: Se trituran los residuos y se mezclan con otros materiales, con el fin de tener un material compuesto que suele ser utilizado para fabricar piezas o aprovecharse con el cemento o pavimento (Restrepo, 2021).

- ✓ Tratamientos químicos: Por medio de molienda, secado, acidificación, y quelación de los residuos se da origen a un fertilizante agrícola que induce mayor productividad en cosechas, especialmente en cultivos de maíz (Restrepo, 2021).

- ✓ Valores agregados: Desarrollo de biocompuestos, aplicaciones de micropartículas, recubrimientos y catalizadores para hidrocarburos. Se suelen aprovechar la masa negra que contienen las baterías usadas (Restrepo, 2021).

En síntesis, como punto crítico de la fase de disposición final, se tiene el incremento de pilas en vertederos a cielo abierto y rellenos sanitarios sin ningún tratamiento previo, sin embargo, se encuentra suficiente información bibliográfica acerca de los posibles tratamientos para la reutilización de los componentes metálicos de las pilas cuando estas han finalizado su vida útil.

Figura 18
Entrada de componentes de las pilas alcalinas y sus posibles productos



Nota. Elaboración propia

7.2.6. CORPAMAG y su gestión de pilas alcalinas como residuos posconsumo

Desde el año 2015 hasta el año 2021, la Corporación Autónoma Regional del Magdalena ha realizado siete jornadas de recolección de residuos posconsumo en diferentes municipios del Departamento del Magdalena (CORPAMAG, 2019), siguiendo los lineamientos de la estrategia “programas posconsumo” promovida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el objetivo de gestionar adecuadamente este tipo de residuos, promover su

aprovechamiento y valoración y, apuntarle al desarrollo sostenible a través de los principios de economía circular y responsabilidad extendida del productor (MINAMBIENTE).

En este sentido, después de las jornadas de recolección de residuos posconsumo, CORPAMAG realiza un informe de los indicadores sobre la gestión y generación de residuos o desechos peligrosos en la jurisdicción de la entidad, en la cual se establecen las cantidades anuales residuos recolectados agrupados por corriente de residuo, según lo establecido en la Resolución 4741 de 2005 (CORPAMAG, 2019).

Así pues, teniendo en cuenta que las pilas alcalinas pertenecen a la corriente residuo peligroso A1180 (Área Metropolitana del Valle de Aburrá ét al, 2011), a continuación se presentan las cantidades anuales recolectadas de los residuos de la corriente A1180, en el marco de las jornadas de recolección de residuos posconsumo realizadas por CORPAMAG.

Tabla 3

Cantidades anuales recolectadas de los residuos de la corriente A1180 en las jornadas posconsumo de CORPAMAG

Año	Cantidad (kg)
2015	595.00
2016	759.30
2017	1054.62
2019	2853.80
Total	5262.72

Nota. Tomado y adaptado de CORPAMAG, 2019

Tal como se observa en la tabla anterior, entre el año 2015 y el año 2019, CORPAMAG ha recolectado alrededor de 5262.72 kg de residuos peligrosos pertenecientes a la corriente A1180 y, se infiere que, las cantidades de residuos recolectados, ha aumentado cada año. Sin embargo, para el año 2018, no existen cantidades publicadas de residuos recolectados de la corriente A1180; es importante mencionar que, los informes de los años 2020 y 2021, aún no han sido publicados en la página web de la Corporación Autónoma Regional del Magdalena.

Por otro lado, en el desarrollo de las jornadas antes mencionadas, se ven involucrados algunos programas posconsumo, los cuales se encargan de almacenar, transportar y disponer adecuadamente o realizar algún aprovechamiento a este tipo de residuos (CORPAMAG, 2019). En el caso de las pilas alcalinas, uno de los programas que ayudan en su gestión, en el marco de las jornadas que realiza la Corporación, es Recopila, un plan posconsumo de pilas usadas que pretende:

> reducir el número de rellenos sanitarios tradicionales y de incineradores; impulsar el reciclaje, re-uso o disposición final adecuada de pilas y acumuladores; promover

procesos y productos más limpios; suscitar un uso más eficiente de los recursos naturales; mejorar las relaciones entre las empresas y las partes interesadas; y, educar a los consumidores respecto al manejo adecuado de los residuos que generan (Recopila, s.f.).

En este sentido, Recopila transporta las pilas usadas y las dispone en una celda de seguridad en un relleno sanitario, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en la normativa legal vigente. Cabe resaltar que, este programa le apunta a la gestión integral de residuos posconsumo, pues se encuentra analizando alternativas para el aprovechamiento y/o valorización de las pilas usadas (Recopila, 2016).

8. CRONOGRAMA

A continuación, se presenta a través de un diagrama de Gantt, el cronograma de las actividades ejecutadas en el marco del desarrollo del proyecto "Análisis del Ciclo de Vida de Pilas Alcalinas en el Marco de las Jornadas de Recolección de Residuos Posconsumo Realizadas por la Corporación Autónoma Regional del Magdalena".

Tabla 4

Cronograma de actividades del proyecto

FASES	ACTIVIDAD	Octubre	Noviembre				Diciembre			
		4	1	2	3	4	1	2	3	4
FASE I: Definición de las generalidades del ACV	Revisión bibliográfica	■								
	Selección de los productos de estudio	■								
FASE II: Inventario del ciclo de vida (ICV)	Identificación de etapas del ciclo de vida de cada producto		■							
	Identificación de entradas y salidas por etapa		■	■						
FASE III: Evaluación de impactos del ciclo de vida (EICV)	Identificación de aspectos ambientales			■						
	Identificación de impactos ambientales				■					
	Elaboración de matriz de evaluación de impacto ambiental					■				
FASE IV: Relación ICV y EICV	Interpretación de resultados						■			
FASE V: CORPAMAG y su gestión posconsumo en el Departamento del Magdalena	Revisión bibliográfica						■			
	Revisión de antecedentes (informes de CORPAMAG y gestores ambientales)						■	■		
	Interpretación de resultados y correcciones							■		

Nota. Elaboración propia

9. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

- ✓ Analizar el ciclo de vida de pilas alcalinas, permitió determinar los impactos ambientales y sociales generados durante las diferentes etapas del ciclo de vida del producto; lo que representa un aporte importante en la justificación de actividades que promuevan la recolección y el adecuado manejo y disposición final de este tipo de residuos, así como de investigaciones y proyectos que le apunten tanto al desarrollo de estrategias para el tratamiento, aprovechamiento y/o valorización de pilas alcalinas, como al fomento de una conciencia ambiental colectiva, para los productores y generadores de residuos posconsumo.

- ✓ Por otro lado, la gestión que realiza la Corporación Autónoma Regional del Magdalena en el territorio de su jurisdicción, en el marco de las jornadas de recolección de residuos posconsumo -específicamente los residuos de la corriente de residuos o desechos peligrosos A1180-, fomenta la entrega de este tipo de residuos, para una posterior disposición adecuada, minimizando, a su vez, los impactos negativos al ambiente; además, promueve una cultura de producción y consumo sostenible.

- ✓ Es importante mencionar que, la entidad brindó el acceso a la información y posibilitó las relaciones entre el practicante y el programa Recopila, para fines del presente documento. Sin embargo, se hace necesario que se publiquen los informes de los indicadores de gestión y generación de residuos o desechos peligrosos de los años 2020 y 2021, asimismo, se recomienda revisar los indicadores del año 2018, ya que en él no se evidenció la recolección de residuos pertenecientes a la corriente A1180.

- ✓ Por último, se reitera que realizar análisis de ciclo de vida de residuos posconsumo, representa la identificación de impactos -tanto positivos como negativos- al ambiente y a la sociedad, con el fin de prevenirlos y/o minimizarlos. Adicionalmente, se insta a la comunidad académica y ciudadanía en general, a evaluar y a analizar nuevas alternativas de disposición final de pilas alcalinas y demás residuos posconsumo.

10. REFERENCIAS

Alcaldía de Bogotá. (2014). *Guía de gestión integral de residuos peligrosos.* Bogotá: alcaldía. Recuperado de https://www.idiger.gov.co/documents/20182/981949/PLE-GU-02+Guia+de+Gestion+Integral+de+Residuos+Peligrosos.pdf/2b04154f-4383-4190-bf54-d8d02d752cda

ANLA. (2020). *Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos - SRS De Pilas y/o Acumuladores*. Recuperado de http://portal.anla.gov.co/sistema-recoleccion-selectiva-y-gestion-ambiental-residuos-srs-pilas-yo-acumuladores

Área Metropolitana del Valle de Aburrá, & Universidad Pontificia Bolivariana. (2011). *Guía para la gestión de residuos peligrosos.* Recuperado de https://www.metropol.gov.co/ambiental/residuos-solidos/GestionRespel/GUIA_RESPEL.pdf

Azapagic, A. (1999). Life cycle assessment and its application to process selection, design and optimization. *Chemical Engineering Journal*, *73*, 1-21

Gavilán, A., Bracho, L., & Barrera, J. (2009). *Las pilas en México: un diagnóstico ambiental.* México: vivir mejor. Recuperado de http://www2.inecc.gob.mx/descargas/sqre/pilas_diag_amb.pdf

Ayala, C. (2017). *Propuesta metodológica para la recuperación de las pilas alcalinas y zinc-carbono.* Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso. Recuperado de https://repositorio.uptc.edu.co/jspui/handle/001/1952

Benavides, M., & Darío, R. (2015). *Análisis ambiental del ciclo de vida de las baterías plomo-ácido.* Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Recuperado de https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/3887/BenavidesMaribelGelvezRuben2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Camacho, K. (2006). *Importancia del tratamiento de las pilas descartadas*. *Conciencia Tecnológica, (32)* ISSN: 1405-5597. Recuperado de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94403218

Carme, E. (2019). *A review of the implications and challenges of manganese removal from mine drainage. Chemosphere*, 20. Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653518317612

Corporación Autónoma Regional del Magdalena. CORPAMAG. (2012). *Acuerdo del Consejo Directivo No. 025 de 2012*. Recuperado de https://www.corpamag.gov.co/archivos/InfoAdministrativa/Acuerdo25_201212.pdf

Corporación Autónoma Regional del Magdalena. CORPAMAG. (2013). *Direccionamiento estratégico*. Recuperado de https://www.corpamag.gov.co/index.php/es/transparencia/quienes-somos/mision-vision-funcion

Corporación Autónoma Regional del Magdalena. CORPAMAG. (2019). *IV Jornada de Recolección de Residuos Posconsumo*. Recuperado de https://www.corpamag.gov.co/index.php/es/homepage/79-contenido-espanol/noticias/656-posconsumo-2018

Corporación Autónoma Regional del Magdalena. CORPAMAG. (2019). *Residuos Peligrosos - RESPEL*. Recuperado de https://www.corpamag.gov.co/index.php/es/informacion-ambiental/gestion-residuos/gestionrespel

Corporación Autónoma Regional del Magdalena. CORPAMAG. (2021). *Gestión de Residuos Peligrosos en Jurisdicción de Corpamag*. Santa Marta, Colombia.

De Antoni, J., De la Vega, M., Do Carmo, L., Flores, J., Gorosito, L., Martín, G., & Velázquez, L. M. (2020). *Informe "Ciclo de vida de las pilas"*. Bueno Aires : FAUBA VERDE . Recuperado de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/68495270/Informe_Pilas-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1638998346&Signature=N3Y1~x7vR1volyeqSPBDMPrInPT6IAsX3EeUWpZg3rZ9y3ZLb0k~W4AwpC3J5kXPtAWzsTkTIxHLDljBEUb40YnucdkPRgpxCji-WLEwIkj7c3eWChwxxTC~8nMPIdK0RZhzRmvmrWfEP6

DURACELL inc. (2020). *¿Cómo se hacen las pilas?* (DURACELL, Editor). Recuperado de https://www.duracell-la.com/technology/como-se-hacen-las-pilas/

FAO. (2015). *Las funciones del suelo*. Recuperado de https://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/es/c/294325/

Hernández Flechas, S. y Corredor González, L. (2016). Reflexiones sobre la importancia económica y ambiental del manejo de residuos en el siglo XXI. *Revista de Tecnología, 1*(15) 57-76.

ISO 14040: 2006. *Gestión ambiental — Análisis del ciclo de vida — Principios y marco de referencia.*

Lira, A., Chávez, M. & Vilchis, S. (2019). ¿Qué es el análisis del ciclo de vida? *Unidades de Apoyo para el Aprendizaje*. CUAED/Facultad de Arquitectura-UNAM. Recuperado de

https://uapa.cuaieed.unam.mx/sites/default/files/minisite/static/ea610b9e-69fd-49af-acdb-fc26d05b3e6a/analisis_de_ciclo_de_vida/index.html

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MINAMBIENTE. (2010). *Resolución 1297 de 2010 "por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y de gestión ambiental de residuos de pilas y/o acumuladores, y se adoptan otras disposiciones".* Bogotá. Recuperado de https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambientevdt_1297_2010.htm#CAP%C3%8DTULO%20III

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MINAMBIENTE. (2018). *Piensa un minuto antes de actuar : gestión integral de residuos sólidos.* Recuperado de https://www.mincit.gov.co/getattachment/c957c5b4-4f22-4a75-be4d-73e7b64e4736/17-10-2018-Uso-Eficiente-de-Recursos-Agua-y-Energi.aspx

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MINAMBIENTE. (s.f.). *Programas Pos-Consumo.* Recuperado de https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/programas-pos-consumos/

Organización de las Naciones Unidas, ONU. (s.f.). Programa 21: Capítulo 20. Recuperado de https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter20.htm

Pérez, K. (2021). *Residuos peligrosos de los talleres de mecánica automotriz y los impactos ambientales Miraflores Arequipa, 2021*.Universidad César Vallejo.

Recopila. (2016). *Nueva disposición para las pilas usadas.* Recuperado de http://www.recopila.org/files/Recopila_Comunicado_PaginaWeb.pdf

Recopila. (2021). *¿Qué es una pila?* Recuperado de http://www.recopila.org/Conoce

Recopila. (s.f.). *Preguntas frecuentes.* Recuperado de http://www.recopila.org/Faq

Restrepo, S. (2021). *Desarrollo de materiales compuestos a partir de residuos sólidos peligrosos: baterías no recargables de zinc-carbón y alcalinas*. (U. d. Antioquia, Ed.) Recuperado de http://tesis.udea.edu.co/bitstream/10495/20844/9/RestrepoSimon_2021_CompuestosResiduosPeligrosos.pdf

Rongguo Sun, Y. G. (2021). Leaching of heavy metals from lead-zinc mine tailings and the subsequent migration and transformation characteristics in paddy soil. *Chemosphere*, 9. Recuperado de https://www-sciencedirect-com.biblioteca.unimagdalena.edu.co/science/article/pii/S0045653521032641

Sánchez, O., Cardona, C., & Sánchez, D. (2007). Análisis de ciclo de vida y su aplicación a la producción de bioetanol: Una aproximación cualitativa. *Revista Universidad EAFIT*, *43*(146), 59-79

Strunz, M. (2009). *Pilas: Mitos y Realidades.* Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires. Recuperado de https://ri.itba.edu.ar/handle/123456789/543

Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). (2005). *El carbón Colombiano: fuente de energía para el mundo.* Bogotá. Recuperado de http://www.upme.gov.co/Docs/Cadena_carbon.pdf

Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). (2018). *Manganeso: Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y largo plazo con vigencia al año 2035.* Santiago de Chile: UPME. Recuperado de http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto4_Manganeso_13DIC2018.pdf

Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). (2018). *Zinc: Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y largo plazo con vigencia al año 2035.* Santiago de Chile. Recuperado de http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto2_Zinc_FINAL_12DIC2018.pdf

Universidad Nacional de Colombia. (2016). *SER-Conceptos Técnicos*. https://dntic.unal.edu.co/index.php/conceptos-tecnicos

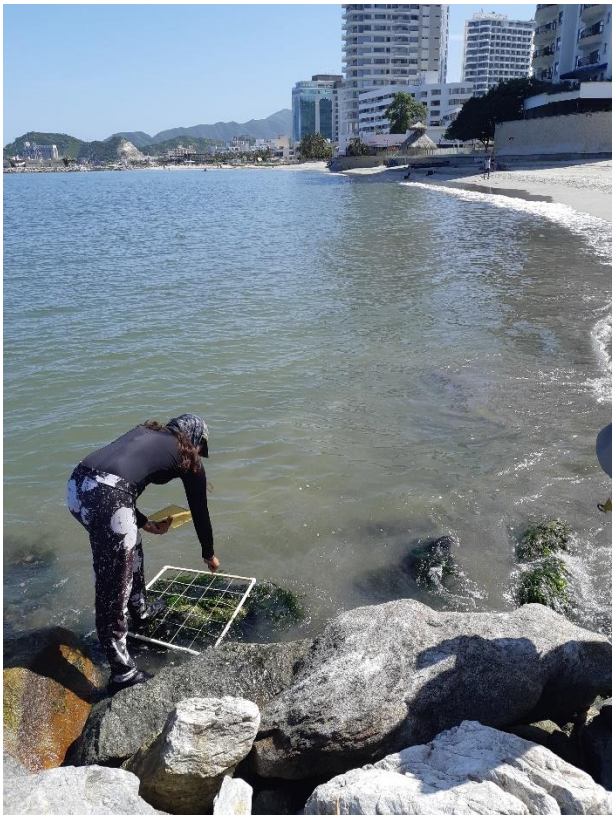
ANEXOS

En la siguiente tabla, se relacionan los anexos que sustentan el informe.

N°	Relación de Anexos
I	Registro fotográfico de monitoreo a playas turísticas de Santa Marta, en el marco del Convenio Interadministrativo No. 181- 2019 entre CORPAMAG y INVEMAR.
II	Registro fotográfico de visita de control y seguimiento a la licencia ambiental del Relleno Sanitario Parque Ambiental Palangana.
III	Registro fotográfico de las jornadas de sensibilización a generadores de Aceite de Cocina Usados (ACU), en el corregimiento de Minca, en el marco de las obligaciones y términos establecidos en la Resolución 0316 de 2018.
IV	Registro fotográfico de acompañamiento a monitoreo de contingencia por vertimiento de aguas residuales domésticas sin tratar, en barrios de la ciudad de Santa Marta.
V	Registro fotográfico de la jornada de recolección de residuos posconsumo, sede Ciénaga.
VI	Registro fotográfico del apoyo en el cuidado de “Tasajerito”, bebé manatí rescatado por CORPAMAG.
VII	Registro fotográfico del acompañamiento a monitoreo de caracterización de residuos sólidos en el Relleno Sanitario Regional de Aracataca.
VIII	Registro fotográfico complementario

ANEXOS

Anexo I: Registro fotográfico de monitoreo a playas turísticas de Santa Marta, en el marco del Convenio Interadministrativo No. 181- 2019 entre CORPAMAG y INVEMAR.



Anexo II: Registro fotográfico de visita de control y seguimiento a la licencia ambiental del Relleno Sanitario Parque Ambiental Palangana.

Anexo III: Registro fotográfico de las jornadas de sensibilización a generadores de Aceite de Cocina Usados (ACU), en el corregimiento de Minca, en el marco de las obligaciones y términos establecidos en la Resolución 0316 de 2018.

CORPAMAG

ALQUILER DE FOGONES
CON LEÑA, AGUA POTA

Hostal-Restaurante & Bar
"La Guacamaya"
Habitaciones Confortables, Cocina, Wifi, Hamacas, Ambiente Familiar.
Bebidas Bien Frias
Jugos Naturales
Comidas Corrientes y a la Carta, Licores Nacionales & Extranjeros

Anexo IV: Registro fotográfico de acompañamiento a monitoreo de contingencia por vertimiento de aguas residuales domésticas sin tratar, en barrios de la ciudad de Santa Marta.

20/10/2021

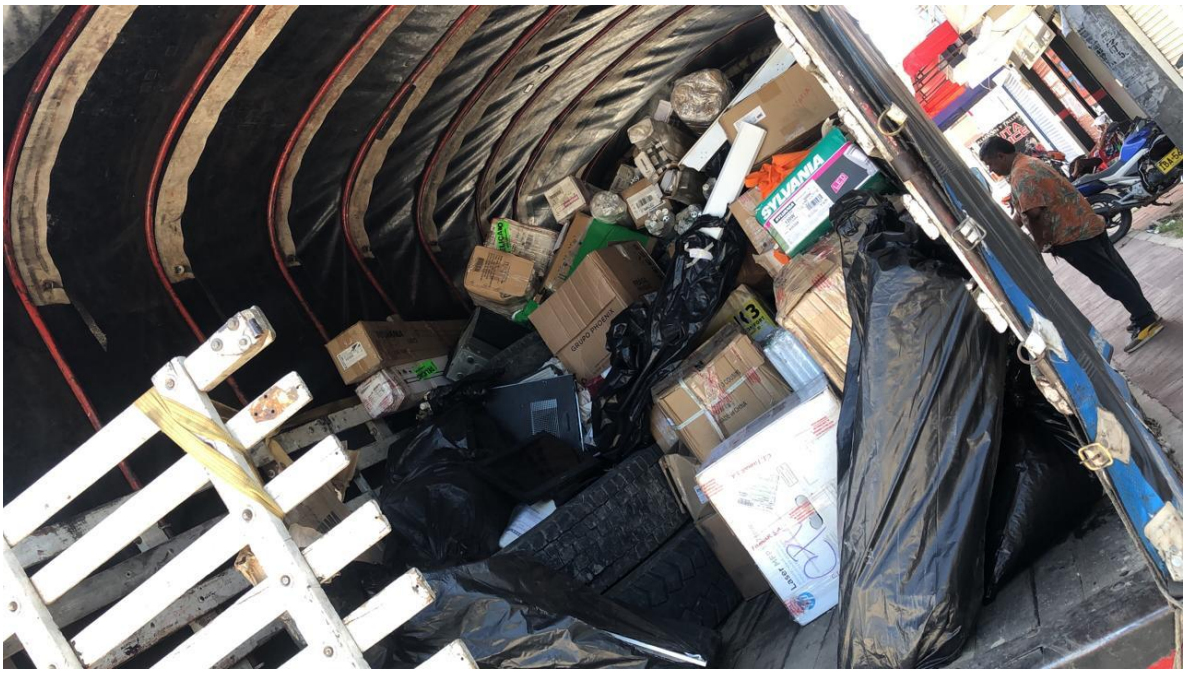
11°15'16.85175"N -74°12'20.00485"W
20/10/2021

Anexo V: Registro fotográfico de la jornada de recolección de residuos posconsumo, sede Ciénaga.

ESTE LADO ARRIBA
EMPAQUETADURAS Y EMPAQUES S.A.
ESPECIALISTAS EN EL SELLADO DE FLUIDOS

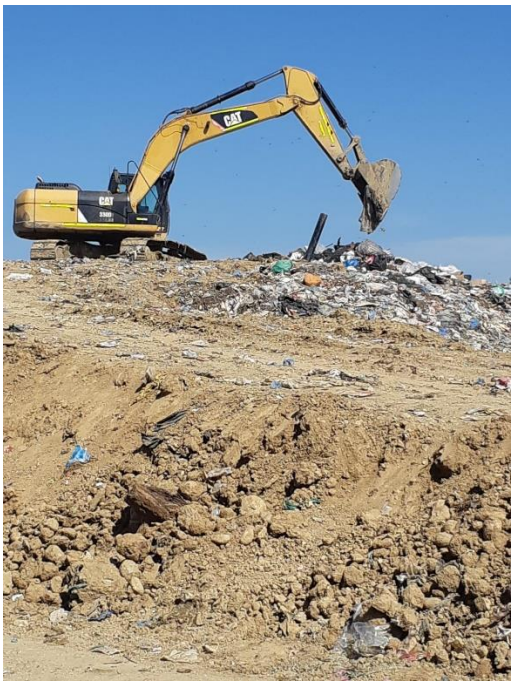
KÄRCHER
K3
COMFORT

DEPOSITA
AQUÍ
TUS PILAS
USADAS
FRAGIL
FRAGILE

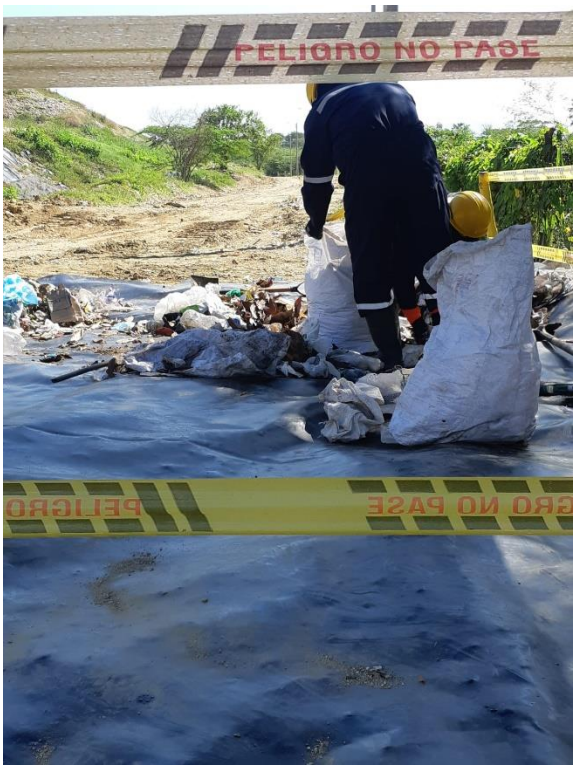

SYLVANIA

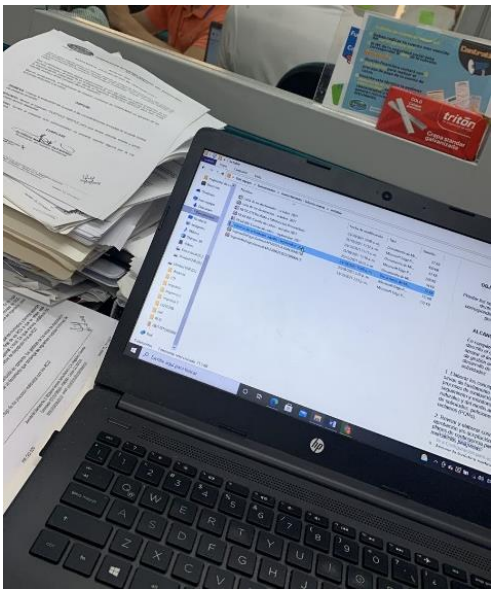
Anexo VI: Registro fotográfico del apoyo en el cuidado de "Tasajerito", bebé manatí rescatado por CORPAMAG.

Anexo VII: Registro fotográfico del acompañamiento a monitoreo de caracterización de residuos sólidos en el Relleno Sanitario Regional de Aracataca.



PELIGRO NO PASE


PELIGRO NO PASE

CH 18

Anexo VIII: Registro fotográfico complementario