

INFORME FINAL DE PASANTÍA DESARROLLADA COMO APOYO DE INGENIERÍA AMBIENTAL EN LA EMPRESA CIPRODYSER S.A.S

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

NATHALIA ANDREA GALINDO RODRIGUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL | TUNJA | 2023

**INFORME FINAL DE PASANTÍA DESARROLLADA COMO APOYO DE
INGENIERÍA AMBIENTAL EN LA EMPRESA CIPRODYSER S.A.S**

NATHALIA ANDREA GALINDO RODRIGUEZ

DIRECTOR

CAMILO ANDRES ROJAS CRUZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TUNJA

2023

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	9
1. INTRODUCCIÓN	10
2. OBJETIVOS	13
OBJETIVO GENERAL	13
OBJETIVOS ESPECIFICOS	13
3. MARCO REFERENCIAL	14
MARCO CONTEXTUAL	14
1. DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO	14
2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	18
MARCO TÉORICO	20
MARCO CONCEPTUAL	27
MARCO LEGAL	31
4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL	34
PLAN DE TRABAJO	34
METODOLOGÍA	35
DESARROLLO DE LA PRACTICA PROFESIONAL	37
EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES	38
ETAPA 1	38
1.1. Supervisión del manejo del recurso hídrico	38
1.1.1. Sistema de tratamiento de aguas mineras	39
1.1.2. Manejo de reservorios	40
1.1.3. Humectación de vías	40
1.1.4. Mantenimiento de estructuras hídricas	40
1.2. Supervisión de actividades ambientales complementarias	41

1.2.1.	Embellecimiento paisajístico	41
1.2.2.	Mantenimiento de reservorios	41
1.2.3.	Actividades de reforestación	42
1.2.4.	Realización de informes	42
ETAPA 2		43
2.1.	Matriz de documentación ambiental	43
2.1.1.	Matriz documental	43
2.1.2.	Actualización de documentación	44
ETAPA 3		44
3.1.	Formulación e implementación del Plan de Gestión de Residuos Sólidos	44
3.1.1.	Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos	44
3.1.2.	Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos	45
3.2.	Educación ambiental	45
3.2.1.	Gestión de residuos	46
3.2.2.	Diálogos ambientales	46

5. RESULTADOS OBTENIDOS **47**

ETAPA 1		47
1.1.	Supervisión del manejo del recurso hídrico	47
1.1.2.	Manejo de reservorios	49
1.1.3.	Humectación de vías	50
1.1.4.	Mantenimiento de estructuras hídricas	51
1.2.	Supervisión de actividades ambientales complementarias	52
1.2.1.	Embellecimiento paisajístico	52
1.2.2.	Mantenimiento de reservorios	53
1.2.3.	Actividades de reforestación	54
1.2.4.	Realización de informes	55
ETAPA 2		56
2.1.	Matriz de documentación ambiental	56
2.1.1.	Matriz documental	56
2.1.2.	Actualización de documentación	57

ETAPA 3	59
3.1. Formulación e implementación del Plan de Gestión de Residuos Sólidos	59
3.1.1. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos	59
3.1.2. Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos	60
3.2. Educación ambiental	62
3.2.1. Gestión de residuos	62
3.2.2. Diálogos ambientales	63
Sistema de Gestión Ambiental	64
<u>6. CONCLUSIONES</u>	<u>67</u>
<u>7. BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>69</u>
<u>8. ANEXOS</u>	<u>72</u>

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Rangos de calificación metodología EPM.....	26
Tabla 2. Criterios de ecuación Ca.....	27
Tabla 3. Resultado de la calificación ambiental	27
Tabla 4. Marco legal	32
Tabla 5. Plan de trabajo	34
Tabla 6. Resultados de calidad del agua (Sistema de tratamiento).....	50
Tabla 7. Cuantificación de RESPEL.....	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la empresa	19
Figura 2. Clasificación de los residuos	21
Figura 3. Metodología para dar cumplimiento al objetivo N°1	35
Figura 4. Metodología para dar cumplimiento al objetivo N°2	36
Figura 5. Metodología para dar cumplimiento al objetivo N°3	37
Figura 6. Supervisión de manejo del recurso hídrico	39
Figura 7. Supervisión de actividades ambientales complementarias.....	41
Figura 8. Estructuración de matriz documental	43
Figura 9. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos.....	44
Figura 10. Educación ambiental	45

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Calificación ambiental, método EPM	26
--	----

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Evaluación de documentación inicial	57
Gráfica 2. Evaluación de documentación final	58
Gráfica 3. Resultados EPM efectos positivos	65
Gráfica 4. Resultados EPM efectos negativos	65

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación del municipio.....	14
Ilustración 2. Ubicación de Ciprodyser S.A.S	15
Ilustración 3. Diagrama de flujo proceso de coquización.....	16
Ilustración 4. Logotipo de Ciprodyser S.A.S.....	18
Ilustración 5. Torre de aireación	48
Ilustración 6. Preparación de lechadas de Cal	48
Ilustración 7. Procedimiento de análisis de calidad	49
Ilustración 8. Sistema de humectación de vías	51
Ilustración 9. Mantenimiento de estructuras hídricas	52
Ilustración 10. Muro de contención	52
Ilustración 11. Mantenimiento de pintura.....	53
Ilustración 12. Mantenimiento de reservorios	54
Ilustración 13. Jornada de reforestación	54
Ilustración 14. Jornada de cuidado	55
Ilustración 15. Cronograma e informe semanal	56
Ilustración 16. Punto ecológico	59
Ilustración 17. Depósito temporal de residuos sólidos	60
Ilustración 18. Almacenamiento de RESPEL.....	61
Ilustración 19. Proceso de pesaje RAEE	61
Ilustración 20. Diálogos ambientales.....	63

RESUMEN

En Colombia la minería del carbón es uno de los mayores contribuyentes a su economía, debido a que es uno de los más grandes productores en América Latina. Es por ello, que el departamento de Boyacá presenta uno de los depósitos más ricos de esta roca sedimentaria lo que con lleva a proporcionar medios de subsistencia a muchos residentes. Sin embargo, esta región debe cumplir con las reglamentaciones y obligaciones ambientales y legales, que permitan su adecuado funcionamiento. Por tal razón, en el presente informe de práctica profesional se encuentra el desarrollo de las diferentes actividades ambientales realizadas dentro de la empresa Ciprodyser S.A.S donde se tuvo el objetivo principal de estructurar el sistema de Gestión Ambiental y apoyar en la actualización de documentos solicitados por la corporación de Boyacá, así mismo el desarrollo e implementación del plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Para esto se implementó una metodología teórico-práctica, constituida por tres etapas, en la primera se realizó el acompañamiento al departamento ambiental centrado en la supervisión del recurso hídrico y la coordinación de actividades complementarias. En la segunda etapa, se realizó una matriz de documentación ambiental, y la respectiva actualización de informes y finalmente en la tercera etapa se ejecutó la formulación e implementación del plan de gestión integral de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, donde se requirió la planeación y desarrollo de actividades de educación ambiental. Finalmente, se cumplió con un periodo de 700 horas de trabajo en un lapso de 4 meses en los que se les da cumplimiento a los objetivos planteados.

1. INTRODUCCIÓN

La explotación minera de carbón es considerada como una de las fuentes económicas más importantes de Colombia en las últimas décadas, gracias al potencial desarrollo de este material y la demanda de sus derivados, específicamente el coque que se obtiene por medio de la destilación del carbón. Sin embargo, esta industria carbonífera puede llevar a que se vea alterado el ambiente, esto dado al uso irracional del recurso mineral, por lo que se debe buscar un desarrollo minero sostenible y responsable.

La actividad minera ha presentado un crecimiento acelerado por lo que se considera como un reto para la autoridad ambiental, es por ello por lo que tiene un control a partir del uso del título minero, sin embargo, en el departamento de Boyacá solo un 60% de las unidades de producción minera cuenta con este (Ministerio de Minas y Energía, 2014). Esto significa que las actividades desarrolladas por estas minas no cuentan con los aspectos técnicos necesario para su operación y correcto uso ambiental, por lo que trae como consecuencia gran cantidad de impactos negativos ambientalmente como de forma social.

En el medio natural, los impactos son dados a las afectaciones hacia la atmósfera (gases emitidos, aerosoles), aguas superficiales y subterráneas (tasas de sedimentación aguas abajo, alteración de masas de agua, afectaciones en los niveles freáticos en cuanto las aguas subterráneas); por lo tanto, afectación hacia suelos (perdidas en las propiedades físicas y estructura edáfica, perdidas en cuanto a las propiedades químicas, sea en la contaminación de los metales pesados) y terrenos (desertización, cambio de relieve, aumento de escorrentía, daños a nivel freático, dando finalidades de erosión). De igual forma, la minería libera grandes cantidades de metano, aumentando el efecto invernadero que exacerba el calentamiento global. La ceniza de carbón, un subproducto, contiene metales pesados que, si no se gestionan adecuadamente, pueden filtrarse a las aguas subterráneas. Además, la extracción de carbón a menudo deja cicatrices en los paisajes, lo que exige grandes esfuerzos de recuperación para restaurar los ecosistemas.

Es por esto, que en la empresa CIPRODYSER S.A.S, vela por cumplir con todas las especificaciones, permisos y licencias que otorga la corporación autónoma Corpoboyacá en cuanto a la administración de Recursos Naturales, garantizando que actividades económicas como lo es la minería, cumplan con los permisos ambientales vigentes según la normatividad, buscando tener un control que evite la contaminación puntual y afectaciones a los vertimientos de aguas industriales a fuentes hídricas sin pasar por un tratamiento previo, buscando la producción sostenible y responsable, aportando así un ejemplo para las industrias dedicadas a esta actividad económica, manteniendo un control sobre los procesos industriales frente a los diferentes aspectos ambientales que se pueden encontrar afectados.

La minería al ser una actividad económica tan importantes para el país y el departamento debe cumplir con un desarrollo de procesos sostenibles, donde se logre dirigir, controlar y velar por un correcto uso de los recursos naturales, cumpliendo así mismo con los requerimientos de la corporación frente a la gestión y administración acorde a las leyes y políticas ambientales, planes, programas y proyectos corporativos. Para lograr esto, fue importante realizar la formulación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) teniendo presente las actividades realizadas y la información recopilada, ya que estas permitieran obtenerlo de manera más eficaz. Este SGA proporcionara un enfoque estructurado para abordar los impactos ambientales de la empresa, además promoverá prácticas sostenibles que garantizaran el cumplimiento de las normas, reducirá la producción de los residuos, optimizará el uso de los recursos y mejorará la reputación de la empresa, haciéndola responsable con el medioambiente y más competitiva en el mercado.

La empresa CIPRODYSER S.A.S situada en Samacá - Boyacá, se ocupa de la extracción y coquización del carbón para su posterior venta a nivel nacional e internacional; es allí donde se realizó un acompañamiento al departamento ambiental buscando cumplir con todas las exigencias y recomendaciones por parte de la corporación autónoma del departamento, Corpoboyacá; aportando propuestas para la realización de mejoras internas para cumplir con una producción sostenible con el ambiente, añadiendo procesos

ambientales y estructuración e implementación del Plan de Gestión Ambiental. Para el desarrollo de esta pasantía se usó una metodología teórico-práctica, considerando que se desarrollaron actividades de apoyo donde se estimó el desarrollo documental y el reconocimiento de los procesos de producción y sus afectaciones al ambiente, para lo que se buscaron resoluciones inmediatas, intermedias y de largo plazo, apegados a las exigencias y sugerencias del ente regulador ambiental correspondiente.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Apoyar en la estructuración del Sistema de Gestión Ambiental, para la empresa CIPRODYSER S.A., con el fin de avanzar en los procesos de mejora continua.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Acompañar los procesos operativos y administrativos que desarrolla el departamento ambiental de la empresa Ciprodyser S.A.
- Estructurar la gestión documental de los permisos y licencias ambientales con los que cuenta la empresa, con el fin de llevar un control definido.
- Apoyar en la formulación e implementación del Plan de Gestión de Residuos Sólidos de la empresa.

3. MARCO REFERENCIAL

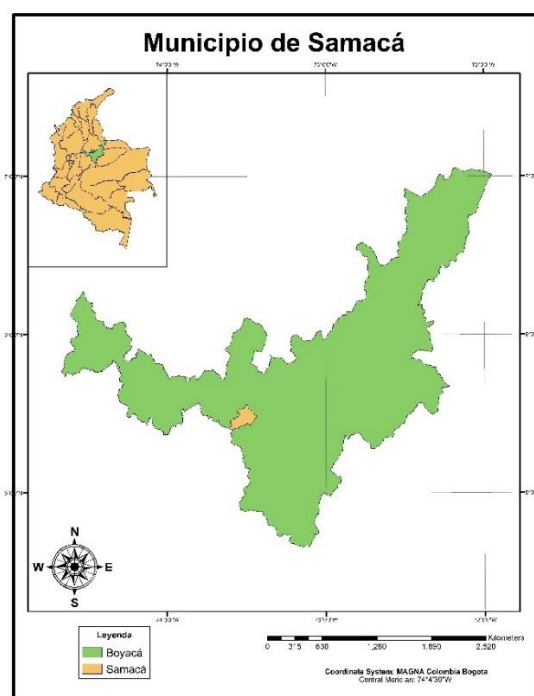
MARCO CONTEXTUAL

1. Descripción del municipio

En el departamento de Boyacá se encuentra el municipio de Samacá localizado en la provincia centro, a una distancia promedio de 30 km de la ciudad de Tunja. Cuenta con una superficie de 15.000 Ha y una densidad poblacional de 115,7 hab./km².

El municipio se encuentra limitado con Sáchica y Sora al norte, al sur con Guachetá y Ventaquemada, Tunja al costado oriental y al occidente con Ráquira (Municipio de Samacá, 2015).

Ilustración 1. Ubicación del municipio

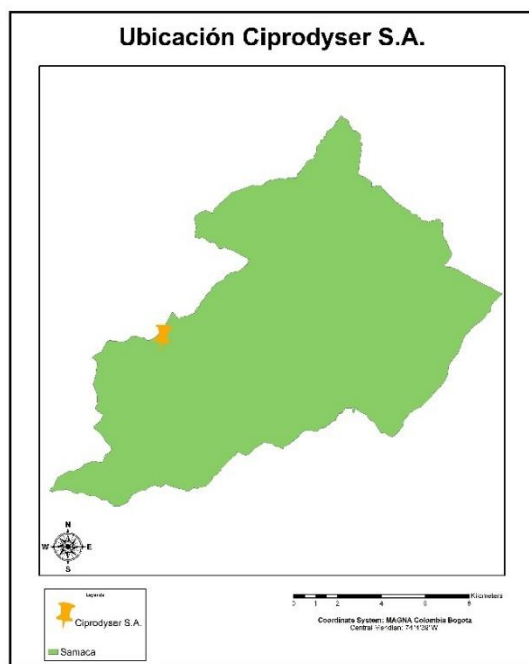


Fuente: Autor

La planta principal se encuentra establecida en la vereda Loma Redonda, al costado nororiental de Samacá, donde sus principales actividades económicas se encuentran dirigidas a la minería y coquización de carbón, así mismo la agricultura destacándose la

papa y la cebolla. Se encuentra a una altitud de 2604 msnm, temperatura promedio de 14°C y una población de 17.352 habitantes (Alcaldía de Samacá, 2020). En la Ilustración 2, se muestra la ubicación de la planta.

Ilustración 2. Ubicación de Ciprodyser S.A.S



Fuente: Autor

El proceso de carbonización de carbón incluye la destilación sin oxígeno del material rico en carbono, mediante el cual, se produce un desprendimiento de la materia volátil de los carbones, compuesta de cadenas de hidrocarburos básicamente con elementos de C, H, N y O. A demás de esto, se presenta emisión de partículas por la turbulencia generada en el proceso, las cuales sin el sistema de purificación no sobrepasan los 50 Ug/m3.

Ciprodyser S.A.S cuenta con una capacidad de producir coque de diferentes calidades según la demanda del mercado, con el mínimo impacto ambiental; la planta opera con 22 hornos tipo solera en una batería, esta cuenta con ductos internos, cámara poscombustión y una chimenea redonda de 32 metros de altura, adicionalmente en el año 2022 se inició con la construcción de 15 hornos más; en la Ilustración 3 se evidencia el proceso de

producción del coque y las acciones que se deben realizar para el proceso de obtención de éste.

Ilustración 3. Diagrama de flujo proceso de coquización



Fuente: Autor

- **Descargue y acopio de carbón**

Se inicia el proceso con la extracción de la hulla de carbón por medio de la minería subterránea, que posteriormente pasa por un proceso de separación entre la roca y el carbón limpio. Luego este material es descargado y organizado en el patio, para pasar a una planta de lavado, con el fin de mejorar la calidad del este, después el material es conducido por medio de bandas transportadoras a un sistema de molienda y finalmente se almacena en una tolva totalmente cubierta evitando tener fuentes de emisión.

- **Cargue de hornos**

Por medio de una maquina llenadora con capacidad para 14 toneladas de carbón molido se realiza el llenado para cada horno, esta máquina se desplaza de manera horizontal por toda la batería; la alimentación de la maquina se realiza con la abertura de cuatro esclusas ubicadas en la tolva de molido. Seguido de esto se realiza el proceso de emparejada y cierre de puertas, Se empareja por medio de una pala de la maquina pusher hasta que se observe una superficie horizontal donde la altura de la carga sea la misma en todo el horno. Esto permite que la

conducción del calor sea mejor evitando la formación de carbón sin coquizar. Finalmente la maquina llenadora baja las puertas donde se inicia la coquización.

- **Coquización**

Los hornos de la empresa Ciprodyser S.A.S, cuentan con una tecnología interna de los muros ya que se ubica una serie de conductos que se conectan el piso o solera. Durante el proceso de coquización se producen gases que son obligados a pasar por el piso. Quemándose gran parte de estos durante el recorrido, los productos gaseosos generados por esta combustión transfieren su temperatura tanto a la solera como a las paredes, mejorando la homogenización de calor.

- **Extracción de coque**

Se abren las compuertas y se empuja la torta de coque con un “Pusher” por uno de los extremos del horno, arrojando esto a una tolva donde se realiza el siguiente proceso.

- **Enfriamiento del coque**

El coque se apaga en una máquina de apagado que se desplaza a lo largo de la batería localizándose frente al horno que se esté realizando la extracción. Esta inyecta agua a la carga hasta que esta se encuentre totalmente apagada.

- **Cargue de coque**

Posteriormente el carro de apagado pasa el coque a una tolva elevada donde se apila temporalmente y se carga a los vehículos de transporte.

- **Cribado**

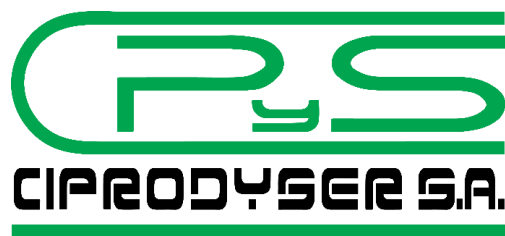
Después de su enfriamiento el coque es pasado por un sistema de cribado por mallas, en donde el material se separa de acuerdo con los tamaños que según el cliente lo requiera.

- **Transporte y carpado**

Luego del cargue en tractomulas desde las bandas transportadoras de la criba, se procede al carpado que consiste en cubrir la carga que se va a transportar con el fin de evitar dispersión o liberación no intencional de partículas. Esta cubierta protectora está fabricada con un material duradero para garantizar que no se rompa ni rasgue, posteriormente, se fija de forma segura a las paredes exteriores de la carrocería en forma tal, que caiga sobre el mismo. Luego del carpado se procede al despacho de los vehículos para su posterior distribución.

2. Generalidades de la empresa

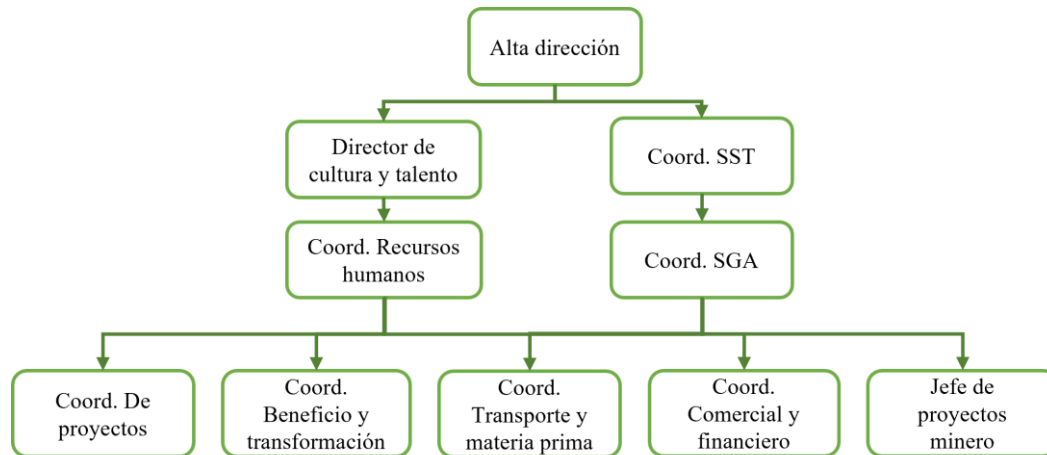
Ilustración 4. Logotipo de Ciprodyser S.A.S



Fuente: Ciprodyser S.A.S

La empresa CIPRODRYSER S.A.S, se encarga de la extracción y coquización del carbón para su posterior venta y distribución a nivel local y global. El acceso a la planta de hornos CIPRODYSER S.A.S se realiza por la carretera que conduce de Samacá a Guachetá, municipio que se ubica al nordeste de la sabana de Bogotá y al suroeste de la ciudad de Tunja. Esta empresa está compuesta por diferentes departamentos con tareas específicas de su campo de producción, en la Figura 1, se observa el organigrama, donde se reconoce la jerarquía en la que se encuentra cada departamento o jefe directo.

Figura 1. Organigrama de la empresa



Fuente: Autor

es allí donde se pretende hacer un acompañamiento al departamento ambiental donde se busca cumplir con todas las exigencias y recomendaciones por parte de la corporación autónoma - Corpoboyacá, adicionando mejoras internas para una producción sostenible con el ambiente, añadiendo los procesos ambientales y estructuración e implementación del Plan de Gestión Ambiental. Para el desarrollo de esta pasantía se usará una metodología teórica práctica, teniendo en cuenta que se van a desarrollar diferentes actividades de apoyo donde se considera el desarrollo documental y el reconocimiento de los procesos de producción y sus afectaciones al ambiente, donde se busquen soluciones a medio y largo plazo mientras se cumple con las exigencias y recomendaciones de la autoridad ambiental pertinente.

La empresa cuenta con una proyección enfocada en el reconocimiento como líderes en el sector minero a nivel nacional e internacional, dirigiendo su producción de acuerdo con el desarrollo sostenible y cumpliendo con altos estándares de calidad implementados en la operación. Por lo que cuenta con la misión de producir, transformar y comercializar carbón y coque, ofertando los mejores productos y servicios por medio de una operación segura y tecnológica, teniendo como prioridad el compromiso humano, social y ambiental.

El departamento de Gestión Ambiental se encarga de promover la conservación y protección del medio ambiente y vela por el uso adecuado de los recursos naturales dentro del proceso de producción de la empresa bajo una ideología de desarrollo sostenible, enfocado en la ejecución de todos los requisitos legales vigentes identificando, evaluando, controlando y reduciendo los impactos ambientales que se generan por la explotación subterránea de carbón y la producción de coque.

MARCO TÉORICO

- **Clasificación de los residuos**

Los residuos sólidos son todos los materiales, productos, subproductos o sustancias inaprovechables que no representan un valor directo para los generadores por lo que se tiene la necesidad de desligarse de estos; son los desechos procedentes de materiales que fueron utilizados en la transformación, elaboración, o utilización de bienes de consumo. Se pueden encontrar en estado sólido o semisólido que al no ser manejados de forma correcta pueden presentar un riesgo para la salud y el ambiente (INEI, 2020).

La clasificación de los residuos sólidos es variada ya que depende de la terminología con la que se haga, principalmente se cuenta con 3 criterios, según la peligrosidad, según el origen y según su composición. Inicialmente los peligrosos son aquellos que contienen agentes infecciosos, cortopunzantes, químicos, radiactivos, etc., que se subclasifican por sus características tóxicas, reactivas, corrosivas, radiactivas, inflamables, explosivas o patógenas; y los no peligrosos como el papel, metal, plástico que no está contaminado por sustancias peligrosas (OMS, 2022).

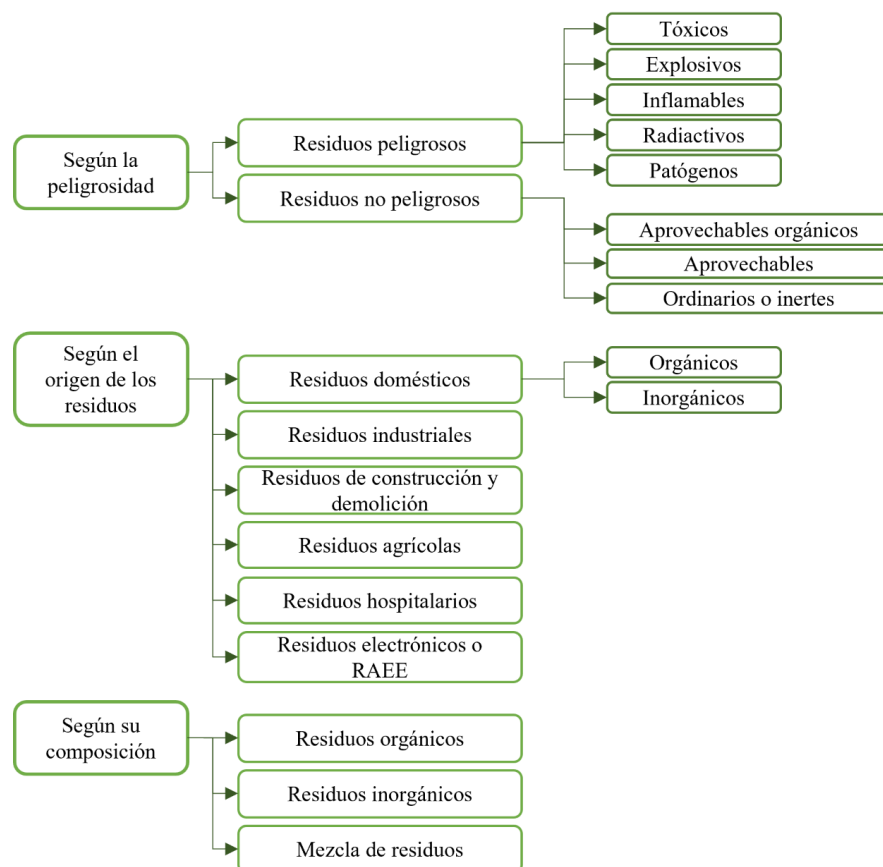
La clasificación por su origen se divide en 6 categorías donde se consideran los diferentes sectores de generación, es decir:

- Los residuos domésticos que se separan por orgánicos e inorgánicos.
- Los industriales abarcan todos los desechos producidos a través de operaciones industriales, incluidos los residuos generados a partir de procedimientos de fabricación, conversión, uso, saneamiento y conservación dentro de las actividades industriales que una vez se encuentran en el relleno sanitario no van a experimentar transformaciones físicas, químicas o biológicas (Pineda M, 1998).

- Los residuos de construcción y demolición que se generan en lugares de obra civil o similares, que resultan siendo inertes por ejemplo las escorias de metales como el acero, hierro, aluminio, entre otros; fibra de vidrio, neumáticos, desmontes, restos de hormigón, etc. (Pineda M, 1998).
- Residuos agrícolas específicamente todos los procedentes de la agricultura, ganadería, pesca y explotación forestal.
- Los residuos hospitalarios por todas aquellas sustancias, materiales y subproductos resultantes por la prestación de servicios de salud (MinAmbiente, 2018).
- RAEE o residuos electrónicos que se desechan después de su vida útil.

También se pueden ser clasificados según el origen de los residuos; estos pueden ser domésticos, industriales, de construcción o demolición, agrícolas, hospitalarios, electrónicos o RAEE (MinAmbiente, 2018).

Figura 2. Clasificación de los residuos



Fuente: Autor

- **Gestión ambiental**

La gestión ambiental se estima como la estructura organizativa de un sistema general donde se abarca actividades, responsabilidades, procedimientos y prácticas para cumplir con las políticas medioambientales vigentes (Lamprecht , 1997).

Los sistemas de gestión ambiental deben permitir la articulación de todos los elementos de la organización, teniendo en cuenta factores técnicos, administrativos, económicos y sociales, de forma interna como externa. Para Colombia la implementación de este es totalmente voluntario, sin embargo, a largo plazo puede involucrar una certificación que otorga beneficios de forma nacional e internacional; por lo que existen diferentes factores que se deben incluir en su implementación:

- Cumplir con las leyes nacionales sobre el medio ambiente, salud y seguridad industrial.
- Definir objetivos y metas ambientales claras por medio de una política ambiental y se salud y seguridad industrial.
- Adquirir un alto grado de compromiso por parte de los directivos y operarios por el cumplimiento de la ley ambiental.
- Documentar los procesos y tareas realizados y a realizar.
- Nombrar un coordinador ambiental, quien debe cumplir con la responsabilidad global de todo lo relacionado con el ambiente y la salud y seguridad de los trabajadores; esto estipulado desde la asamblea Mundial de la Salud de 1990 en Ginebra.
- Realizar un seguimiento y monitoreo de los procesos teniendo indicadores definidos.

Para su desarrollo existen diferentes manuales y normas creadas por la Organización Internacional para la Normalización, dentro de los modelos más conocidos están: las ISO 14000, las EMAS y el modelo de Sistema de Gestión Integrado y Salud Ocupacional.

Las empresas que se rigen por las ISO 14000 son candidatas a la obtención del llamado sello verde por parte de la entidad autorizada, que en el caso de Colombia es el ICONTEC, luego de haber completado todos sus requerimientos (Alfonso Ávila, 2016). El objetivo general de este proceso sistemático es la mejora continua del comportamiento

medioambiental empresarial que se fundamenta en el cumplimiento de todas las políticas afín.

De acuerdo con el modelo EMAS que busca evaluar informes y mejorar el desempeño medioambiental, se usa de manera deliberada y se extiende a las organizaciones que operan dentro de la Unión Europea; hace uso de los requerimientos para ISO 14001 por lo que no al tener esta última no implica una duplicación.

El sistema Integrado de Gestión Ambiental busca implantar estándares de calidad, salud, seguridad y conciencia ambiental, dando una misma dirección y control para brindar productos o servicios de excelencia de forma sostenible, es por ello por lo que se propone como compromiso la integración de los siguientes factores:

- La protección ambiental, previniendo la contaminación y promoviendo la gestión de desechos.
- La seguridad y salud en los puestos de trabajo, buscando la reducción o eliminación de los riesgos.
- Cumplimiento de la normativa vigente aplicable y toda la reglamentación suscrita por la organización.
- La mejora continua con la que se asegura el óptimo desempeño respecto al medio ambiente y SST.

Se debe contar con objetivos que sean medibles y coherentes respecto a la política ambiental, así como fijar metas claras y concretas a corto, mediano y largo plazo, teniendo así un responsable, un tiempo de cumplimiento y recursos disponibles para su desarrollo. La empresa también debe reconocer los requisitos de habilidades y conocimientos del personal relacionado a los aspectos ambientales para así establecer un plan de capacitaciones que garanticen la eficacia de estos.

- **Matriz de identificación de impactos**

Para el proceso de identificación de impactos se deben considerar diferentes aspectos dentro del medio abiótico, medio biótico y medio socioeconómico, calificando cada uno de estos en relación con las actividades realizadas por las organizaciones o proyectos que generen un efecto directo o indirecto al ambiente. Para esto se debe estimar como guía los

impactos propuestos por el método de Leopold, quien construye una matriz de doble entrada donde se colocan las ASPI (acciones del proyecto susceptible de producir impactos) y las FARI (factores ambientales receptores de impactos), las cuales se conceptúan de acuerdo con los impactos directo o indirectos que se presenten (Arboleda, 2005).

Esto es una ventaja para el análisis de vulnerabilidad ambiental en un proyecto dado que da una visión más amplia de todos los factores que se pueden afectar o ya están siendo afectados de forma directa o indirecta, contemplando efectos también sobre el ámbito social.

- **Método EPM o Arboleda**

Este es un sistema de evaluación de impactos o factores ambientales que fue desarrollada en el año 1986; inicialmente tuvo como objetivo, calificar los efectos ambientales de proyectos hidráulico, pero posteriormente se adaptó a todo tipo de actividades ya que involucra un análisis socioambiental (Arboleda, 2008).

Inicialmente se debe realizar un reconocimiento de las acciones, efectos e impactos de cada una de las actividades que se requieran evaluar dentro de la operación del proyecto a analizar. La evaluación de impactos se realiza por medio de diferentes criterios específicos determinados por un rango de calificación numérica que se establece de acuerdo con el efecto considerado.

(C) Clase: Calificación del efecto a evaluar, es decir, si este es positivo o negativo para el ambiente.

(P) Presencia: Hace referencia a la posibilidad de que el impacto se presente en el proyecto, se considera su probabilidad de ocurrencia expresada en porcentaje de la siguiente manera:

- **Cierta:** Con una probabilidad de que se presente el impacto en un 100% (se califica 1,0)
- **Muy probable:** Con una probabilidad entre el 70 y 100% (se califica 0,7 – 0,99)
- **Probable:** Con una probabilidad entre el 40 y 70% (se califica 0,4 - 0,69)

- **Poco probable:** Con una probabilidad entre 20 y 40% (se califica 0,2 – 0,39)
- **Muy poco probable:** Con una probabilidad menor al 20% (se califica 0,01 – 0,19)

(D) Duración: Hace referencia a el periodo de existencia del impacto presente en el proyecto a evaluar, es decir el tiempo de vida del impacto así:

- **Muy larga o permanente:** Si dura más de 10 años (se califica 1,0)
- **Larga:** Si dura 7 - 10 años (se califica 0,7 – 0,99)
- **Media:** Si dura 4 - 7 años (se califica 0,4 – 0,69)
- **Corta:** Si dura 1 - 4 años (se califica 0,2 – 0,39)
- **Muy corta:** Si dura menos de 1 año (se califica 0,01 – 0,19)

(E) Evolución: Hace referencia a la velocidad con la que se presenta el impacto, que tan rápido despliega sus afectaciones al ambiente hasta el momento en que presenta el 100% de las consecuencias. Dependiendo de este criterio se considera la facilidad o no de manejar el efecto, el valor a usar se determina de la siguiente forma:

- **Muy rápida:** Cuando el impacto alcanza los mayores efectos en menos de 1 mes (se califica con 1,0)
- **Rápida:** Cuando se desarrolla en un tiempo de 1 - 12 meses (se califica 0,7 – 0,99)
- **Media:** Cuando se desarrolla en un tiempo de 12 - 18 meses (se califica 0,4 – 0,69)
- **Lenta:** Cuando se desarrolla en un tiempo de 18 - 24 meses (se califica 0,2 – 0,39)
- **Muy lenta:** Cuando se desarrolla en un tiempo mayor a 24 meses (se califica 0,01 – 0,19)

(M) Magnitud: Hace referencia a la dimensión del cambio en el ambiente a causa del efecto de la actividad, considerándolo en términos de porcentaje de la siguiente forma:

- **Muy alta:** Cuando la afectación se considera mayor al 80% (se califica con 1,0)
- **Alta:** Cuando la afectación está entre el 60 - 80% (se califica entre 0,7 – 0,99)
- **Media:** Cuando la afectación está entre el 40 - 60% (se califica entre 0,4 – 0,69)
- **Baja:** Cuando la afectación está entre 20 - 40% (se califica entre 0,2 – 0,39)
- **Muy baja:** Cuando la afectación es menor al 20% (se califica entre 0,01 – 0,19)

Tabla 1. Rangos de calificación metodología EPM

CRITERIO	CALIFICACIÓN	RANGO	VALORACIÓN
Clase	Positivo	(+)	P
	Negativo	(-)	N
Presencia	Cierta	100%	1.0
	Muy probable	70% - 100%	0.7 – 0.99
	Probable	40% - 70%	0.4 – 0.69
	Poco probable	20% - 40%	0.2 – 0.39
	Muy poco probable	< 20%	0.01 – 0.19
Duración	Muy larga o permanente	>10 años	1.0
	Larga	7 – 10 años	0.7 – 0.99
	Media	4 – 7 años	0.4 – 0.69
	Corta	2 – 4 años	0.2 – 0.39
	Muy corta	<1 año	0.01 – 0.19
Evolución	Muy rápida	< 1 mes	1.0
	Rápida	1 – 12 meses	0.7 – 0.99
	Media	12 – 18 meses	0.4 – 0.69
	Lenta	18 – 24 meses	0.2 – 0.39
	Muy lenta	> 24 meses	0.01 – 0.19
Magnitud	Muy alta	>80%	1.0
	Alta	60% - 80%	0.7 – 0.99
	Media	40% - 60%	0.4 – 0.69
	Baja	20% - 40%	0.2 – 0.39
	Muy baja	< 20%	0.01 – 0.19

Fuente: (Arboleda, 2008)

(Ca) Calificación ambiental del impacto: Se considera como la expresión del análisis de los diferentes criterios a los que se les da la valoración por los que se calificaron los impactos ambientales y la gravedad o importancia de la afectación que está causando; la ecuación requiere de la constante a y b para que la ponderación sea equilibrada, expresada de la siguiente manera:

Ecuación 1. Calificación ambiental, método EPM

$$Ca = C(P[a \times E \times M + b \times D])$$

Donde:

Tabla 2. Criterios de ecuación Ca

Ca	Calificación ambiental
C	Clase
P	Presencia
E	Evolución
M	Magnitud
D	Duración
a	7.0
b	3.0

Fuente: (Arboleda, 2008)

El valor numérico que da como resultado la ecuación, muestra la importancia del impacto, por lo que de acuerdo con el número obtenido se asigna a un rango que calificara cada factor evaluado y su nivel de relevancia.

Tabla 3. Resultado de la calificación ambiental

CALIFICACIÓN AMBIENTAL	IMPORTANCIA DEL IMPACTO
≤ 2.5	Poco significativo o Bajo
$< 2.5 \text{ y } \leq 5.0$	Moderadamente significativo o Medio
$> 5.0 \text{ y } \leq 7.5$	Significativo o Alto
> 7.5	Muy significativo o Muy alto

Fuente: (Arboleda, 2008)

Este método directo de análisis de impactos ambientales es uno de los más sencillos y utilizados por las empresas para determinar las características de afectaciones de sus actividades, por lo tanto al lograr hacer la identificación y evaluación de estos se considera como una alternativa que se integra fácilmente con el Plan de Manejo Ambiental (PMA) y posterior Sistema de Gestión Ambiental (SGA) para presentar de forma explicativa las actividades a tener en cuenta para el proceso de corrección y mejora continua (Arboleda, 2005).

MARCO CONCEPTUAL

- **Ingeniería ambiental:** Es la rama de estudio de la ingeniería que se encarga de la aplicación de metodologías enfocadas en controlar, mitigar, compensar y reducir los

impactos ambientales causados entrópicamente, buscando la preservación de los recursos naturales (Arellano Diaz, 2002).

- **Carbón:** Es un material energético que se origina por la descomposición de materia orgánica por millones de años fuera del acceso del aire y bajo acción de la humedad, que es utilizado como combustible ya que cuenta con una gran reserva a nivel mundial; está compuesto principalmente por carbono, hidrogeno, nitrógeno, oxígeno y azufre (UPME, 2012).
- **Minería:** Es la actividad económica que se encarga de la extracción y explotación de los minerales que se encuentran en el suelo y el subsuelo. Esta tiene diferentes formas de ejecución y hoy en día se hace uso de tecnología apropiada esta labor buscando que se dé una explotación económica, social y ambientalmente viable (Ministerio de Minas y Energía, 2020).
- **Coquización:** Es un proceso de transformación del carbón en coque, donde se hace uso de hornos especializados para ello, ya que se debe realizar su destilación por medio de altas temperaturas en ausencia de aire donde se elimina el contenido volátil de este (Ruiz Gonzalez, Galán , & Chiquillo, 2019).
- **Coque:** Es un producto que se obtiene por la mezcla de carbones bituminosos sometidos al proceso de coquización, donde se le elimina el contenido de material volátil, lo cual incrementa la presencia de carbono fijo, se puede caracterizar como duro, poroso, de color gris plateado brillante (Ruiz Gonzalez, Galán , & Chiquillo, 2019).
- **Coquecillo:** Es el coque con tamaño promedio de 5 cm que cuenta con alta proporción de carbono fijo y baja proporción de azufre, el cual se puede usar en plantas de tratamiento en las torres de oxidación para la remoción de hierro y manganeso (Sidymetal, 2005), (ASI, 2018).
- **Departamento de Gestión Ambiental:** También DGA, es el grupo de personas que se encuentra en las empresas a nivel industrial que se encargan de establecer y llevar a cabo acciones dirigidas a la administración ambiental, velan por el cumplimiento de las directivas ecológicas, frenar, mitigar y supervisar los contaminantes y buscan hacer un uso racional de los recursos naturales (Decreto 1299 de 2008, 2008).

- **Disposición final:** Se segregar y contener materiales de desechos peligrosos y todos aquellos que no son aprovechables a través de un proceso sistemático, en un lugar que esta adecuado para ello y con las características necesarias para su manejo, reducción y control de riesgos ambientales y a la salud humana (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2018).
- **Sistema de Gestión Ambiental:** (ISO 14001:2015) Es una norma internacional que busca mostrar el compromiso adquirido con la protección del medio ambiente a través de la gestión de los riesgos medioambientales que se pueden generar en las diferentes actividades industriales, busca reducir el impacto y tener una producción sostenible por medio de una mejora continua (Icontec, 2023).
- **Recursos naturales:** Se considera que es cualquier aspecto dentro del entorno natural que aportar un tipo de ventaja a la humanidad, que abarca elementos como el suelo, el agua, los minerales y la vida silvestre; es decir, todos los componentes inherentes de los ecosistemas que cumplen con la cualidad de satisfacer las necesidades de forma directa o indirecta de los humanos (Russo, 2002) (PRODIA, 1999).
- **Impactos ambientales:** Es la variación positiva o negativa que se encuentra en alguno o todos los componentes del ambiente, afectando directa o indirectamente la salud humana o el bienestar de la sociedad, siendo una consecuencia de la realización de actividades antrópicas (Juan Pérez, 2017).
- **Separación en la fuente:** Implica categorizar los residuos sólidos en su punto de origen en segmentos viables y no viables. Esta clasificación sirve como un componente fundamental para adherirse al cumplimiento del PGIRS, con el objetivo de agilizar el proceso de recolección y transporte hacia los sitios de reciclaje o disposición final (MinAmbiente, 2018).
- **Educación ambiental:** Es el proceso que permite el acercamiento a las personas a conocer y actuar frente a las problemáticas ambientales involucrándolos en la búsqueda de soluciones o toma de medidas para mejorar el medio ambiente; se cuenta con componentes de conciencia y entendimiento, incentivando a tener actitudes, habilidades y una participación activa que contribuya a resolver desafíos ambientales, esto da como resultado un entendimiento absoluto de las diferentes temáticas, aportando las herramientas para tomar decisiones responsables (EPA, 2022).

- **Desarrollo sostenible:** Es considerado como el desarrollo que permite cumplir con las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las futuras, velando por proteger el medio ambiente teniendo una relación de las políticas ambientales y las estrategias de desarrollo de acuerdo con el factor económico y social de los diferentes países. En 2012 se realizó la cumbre de Río+20 donde se presentó el proceso de establecimiento de los que hoy son los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, dando solidez desde 2015 de la implementación de una agenda de desarrollo sostenible gracias a los ODS (CEPAL, 2020).
- **Reforestación:** Se considera también como la restauración ecológica, que busca reestablecer las condiciones naturales en las que se encontraba una zona logrando nuevamente una estabilidad; sin embargo, también se considera como la siembra de plantas nativas que cumplan como función principal el mantener la conservación del suelo, el ciclo hidrológico, el equilibrio natural y recuperar la diversidad que haya sido perdida por algún tipo de actividad antrópica (Vázquez, Batis, Alcocer, Gual, & Sanchez, 1999).
- **Licencias ambientales:** Corresponde al permiso emitido por el ente regulador ambiental que permite realizar proyectos, obras o actividades, que se considere con un potencial de generar impactos ambientales significativos; el procedimiento para la expedición del permiso ambiental se sustenta en el marco normativo expedida por MinAmbiente donde se orientan las acciones a realizar y cumplir por parte del interesado como de la autoridad ambiental pertinente dentro del territorio, sin embargo, es la ANLA quien otorga, niega, suspende o revoca estos permisos (MinAmbiente, 2018).
- **Calidad del agua:** Estos representan los criterios que el agua debe satisfacer para mantener un ecosistema armonioso y cumpla con estándares específicos en sus características físicas, químicas, biológicas y ecológicas (MinAmbiente, 2008). Es el resultado de comparar las características específicas encontradas en el agua, por el contenido de las normas que regulatorias (República de Colombia, 2007).
- **Sistema de tratamiento:** Es la estructura específica utilizada para remover contaminantes del agua; debe contar con diferentes etapas como el pretratamiento, donde se busca remover los sólidos de gran tamaño que se encuentren en las aguas residuales. El tratamiento primario puede ser físico o químico y se hace por medio de tanques de

sedimentación destinados a retirar parte de los contaminantes. El tratamiento de segundo nivel es esencialmente biológico, por lo que se hace uso de las bacterias para consumir otra parte de contaminantes que no lograron ser removidos en los anteriores tratamientos, también se puede hacer uso de la aireación para incorporar oxígeno al agua lo cual contribuye al crecimiento bacteriano (Interapas, 2014). Adicionalmente se puede hacer uso de los tratamientos avanzados ya sea la filtración y/o la desinfección.

- **Reservorios:** Es el depósito o estructura de tierra impermeabilizada en la mayoría de los casos por geomembrana, que se encarga de almacenar y captar agua de lluvia directa y de escorrentía (MEFCCA, COSUDE, & CATIE, 2018).
- **PGIRS:** (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos). Es el método de planeación donde se contemplan unos objetivos, programas, proyectos y recursos definidos por la organización basándose en la gestión integral de los residuos sólidos, donde se realiza una proyección factible que va a permitir garantizar el mejoramiento continuo del manejo de estos, haciendo una evaluación a través de la medición de resultados (MinAmbiente, 2018).
- **PGIRESPEL:** El Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos es un método de planeación aplicable a todo aquel que genere residuos de este tipo; se debe elaborar este plan para dar cumplimiento al Decreto 4741 de 2005 (compilado en el 1076 de 2015) el cual lo establece como requerimiento para la prevención, manejo y gestión de los desechos peligrosos, buscando promover el manejo ambiental adecuado minimizando los riesgos para la salud humana y contribuyendo al desarrollo sostenible (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2018).

MARCO LEGAL

En la implementación de este marco legal, se evidencia la normatividad que se tuvo en cuenta dentro de las actividades que se realizaron en la empresa Ciprodyser S.A.S respecto a las leyes y normas aplicadas al factor ambiente y recursos naturales.

Tabla 4. Marco legal

NORMA	ASPECTO RELEVANTE
Ley 9 de 1979	Por la cual se establecen las medidas sanitarias.
Ley 30 de 1990	Se aprueba el Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono.
Ley 29 de 1992	Aprueba el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono y su enmienda y ajuste.
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Ley 152 de 1994	Ley orgánica del Plan de Desarrollo.
Ley 139 de 1995	Se crea el certificado de incentivo forestal CIF.
Ley 373 de 1997	Programa de ahorro y uso eficiente del agua.
Ley 430 de 1998	Regula lo relacionado con la prohibición de introducir desechos peligrosos al territorio nacional y la responsabilidad por el manejo integral de los ya generados.
Ley 164 de 1999	Convención en el marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
Ley 491 de 1999	Reforma del código penal, modificando el artículo 197 sobre el tema de sanciones para que el licitante importe, introduzca, exporte, adquiera, transporte o elimine sustancias, desechos o residuos peligrosos.
Ley 1151 de 2007	Plan Nacional de Desarrollo. Modifica los artículos 42, 44, 46, 111 de la Ley 99 de 1993.
Ley 1259 de 2008	Por medio de la cual se instaure en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.
Ley 1333 de 2009	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental.
Ley 1672 de 2013	Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de Gestión Integral de residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos (RAAE) y se dictan otras disposiciones.
Decreto Ley 2811 de 1974	Código Nacional de los recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente.
Decreto 1541 de 1978	Reglamento del uso del agua.
Decreto 2858 de 1981	Por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 56 del Decreto Ley 2811 de 1974 y se modifica el decreto 1541 de 1978.
Decreto 1594 de 1984	Vertimientos de aguas residuales.
Decreto 1791 de 1994	Aprovechamiento forestal.
Decreto 948 de 1995	Emisiones atmosféricas y calidad del aire.
Decreto 3102 de 1997	Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.
Decreto 93 de 1998	Por el cual se adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.

Decreto-1713-de-2002	Prestación del servicio público de aseo, gestión integral de residuos sólidos.
Decreto-216-de-2003	Por el cual se establecen los objetivos y nueva estructura orgánica del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
Decreto-1505-de-2003	Por el 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-1140-de-2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento, y se dictan otras disposiciones.
Decreto-1220-de-2005	Reglamenta las licencias ambientales.
Decreto-4741-de-2005	Por el cual se reglamenta parcialmente la gestión de los residuos generados en el marco de la gestión integral.
Decreto-1220-de-2005	Reglamenta las licencias ambientales.
Decreto-3137-de-2006	Por el cual se modifica la estructura del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y se dictan otras disposiciones.
Decreto-500-de-2006	Por el cual se modifica el Decreto 1220 del 2005, reglamentario del título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
Decreto-244-de-2006	Por el cual se crea y reglamenta la Comisión Técnica Nacional Intersectorial para la prevención y el control de la Contaminación Aire, Con aire.
Decreto-979-de-2006	Por el cual se modifican los artículos 7, 10, 93, 94 y 108 del decreto 948 de 1995, sobre calidad del aire.
Decreto-1324-de-2007	Por el cual se crea el Sistema de Información del Recurso Hídrico.
Decreto-2501-de-2007	Por el cual se dictan disposiciones para promover prácticas con fines de uso racional y eficiente de energía eléctrica.
Decreto-2981-de-2013	Por el cual se reglamenta el servicio público de aseo y se determinan las condiciones específicas de la prestación del servicio.
Decreto-2041-de-2014	Por medio del cual se reglamenta la Licencia Ambiental.
Decreto-754-de-2014	Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de los Residuos Sólidos.
Decreto-1076-de-2015	Decreto Único Reglamentario del medio ambiente. “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”.
Decreto-284-de-2018	El cual establece los lineamientos para la Gestión Integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos – RAEE y se dictan otras disposiciones.
Decreto-1407-de-2018	Por la cual se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio y metal.
Resolución-601-de-2006	Por la cual se establece la Norma de calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.
Resolución-0627-de-2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
Resolución-1362-de-2007	Sobre el registro de generadores de residuos peligrosos.

4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL

La práctica profesional fue desarrollada en la zona minera del municipio de Samacá, específicamente en la vereda Loma Redonda, lugar en el que se encuentra la planta principal de producción industrial y explotación subterránea de la empresa Ciprodyser S.A.S; se usó una metodología teórico práctica para el cumplimiento de los objetivos propuestos, donde se dio un apoyo directo al departamento ambiental empleando y reforzando los conocimientos adquiridos durante el pregrado de ingeniería ambiental, enfocándose en acciones dirigidas al cumplimiento de exigencias por parte de la autoridad ambiental – Corpoboyacá, y en pro de la mejora continua de la organización.

PLAN DE TRABAJO

El plan de trabajo corresponde a las actividades planeadas y designadas por el coordinador del departamento ambiental de la empresa Ciprodyser S.A.S enfocadas en el desarrollo de los objetivos específicos y necesidades que se presentaban para el área, en la Tabla 5 se evidencia el planteamiento del plan de trabajo.

Tabla 5. Plan de trabajo

OBJETIVO	Apoyar en la estructuración del Sistema de Gestión Ambiental, para la empresa CIPRODYSER S.A., con el fin de avanzar en los procesos de mejora continua.	
ACTIVIDADES PRINCIPALES Y OBJETIVOS FORMATIVOS		
Acompañar los procesos operativos y administrativos que desarrolla el departamento ambiental.	Conocer los procesos dentro de una coquizadora y la influencia ambiental que se refleja en cada uno de ellos.	
Estructurar la gestión documental de los permisos y licencias ambientales con los que cuenta la empresa, con el fin de llevar un control definido.	Reconocer la documentación ambiental necesaria para una empresa coquizadora y acompañar en las actualizaciones, modificaciones y/o estructuraciones de los mismos.	
Desarrollar e implementar el Plan de Gestión de Residuos Sólidos peligrosos y no peligrosos, con el fin de mejorar cada uno de los procesos de la empresa.	Desarrollar e incentivar el manejo adecuado de los residuos sólidos generados en los procesos de la empresa por medio de la	

Fuente: Autor

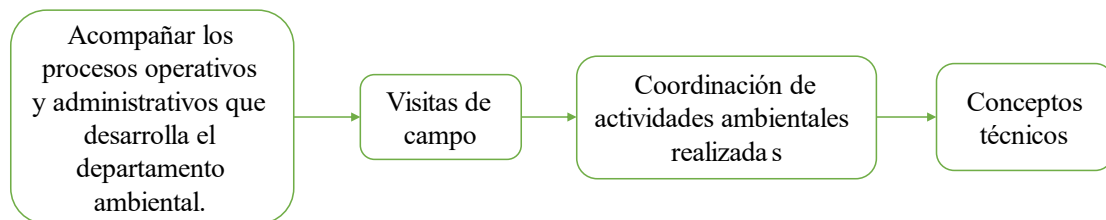
METODOLOGÍA

En este apartado se tiene en cuenta que para el inicio del desarrollo de la propuesta de apoyo en el departamento ambiental de Ciprodyser S.A.S se realiza a partir de la investigación, revisión de documentación y visita de reconocimiento de producción en planta para establecer el diagnostico ambiental, mediante el desarrollo de actividades teórico-practicas asignadas por el Ingeniero William Alexander Barrera Duran, para lograr que a partir de esta metodología se apliquen los conocimientos adquiridos durante el pregrado y se dé cumplimiento a los objetivos planteados.

Esta metodología fue enfocada en el cumplimiento de los objetivos propuestos en la práctica profesional donde se integraron métodos técnicos, analíticos y sistemáticos con los que se buscaba mejorar los aspectos ambientales dentro de la organización, es por ellos que se clasifico en 3 fases direccionadas a cada uno de los objetivos específicos planteados.

Fase 1. Desarrollo de actividades operativas y administrativas

Figura 3. Metodología para dar cumplimiento al objetivo N°1



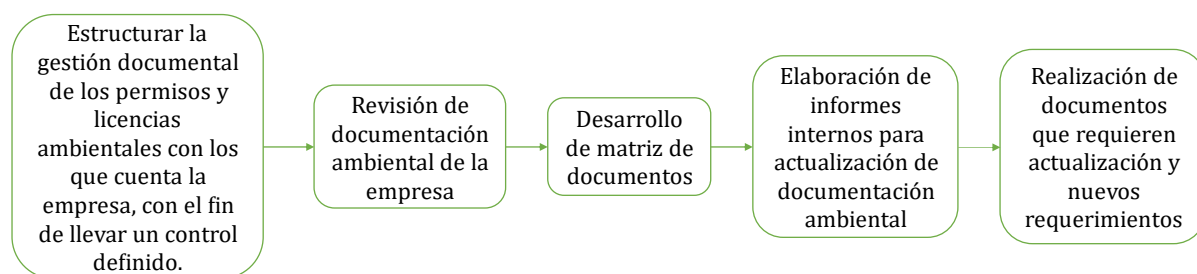
Fuente: Autor

Principalmente, para hacer el acompañamiento en el departamento ambiental se requiere del reconocimiento de los procesos de producción de la empresa en la explotación del carbón y la elaboración del coque, en la Figura 3 se evidencia la planeación de las visitas de campo que fueron realizadas con el acompañamiento de administradores, ingenieros y operarios de la empresa Ciprodyser S.A.S, adicionalmente se hizo un análisis de todos sus

derivados ambientales, considerando el recurso hídrico, aire, flora y fauna. Al tener un análisis del funcionamiento y proceso de producción de cada uno de los frentes de trabajo y sus deficiencias o problemáticas ambientales, se programaban y coordinaban las actividades de mantenimiento, arreglos o limpiezas desarrolladas por los auxiliares del departamento ambiental haciendo un acompañamiento y finalmente un reporte técnico de las mejoras realizadas.

Fase 2. Revisión y estructuración documental

Figura 4. Metodología para dar cumplimiento al objetivo N°2

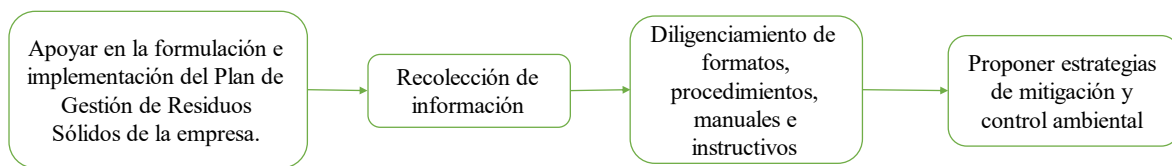


Fuente: Autor

Para realizar la gestión documental, se siguió la metodología que se observa en la Figura 4, donde inicialmente se hizo un reconocimiento de todos los oficios entregados a Corpoboyacá, clasificando los permisos y licencias ambientales para así tener toda la información necesaria y organizada para realizar una matriz en donde se consideró el tipo de documento, la fecha de radicación y la de modificación, adicionalmente, agregar observaciones para cada uno de los documentos en caso de necesitar actualización. Posteriormente se realizó un informe interno para los directivos en donde se especificó las fechas importantes para la puesta al día de la documentación ambiental. Finalmente se consideró la urgencia de actualización de los requerimientos solicitados y se inició con la respuesta de estos, para posteriormente ser radicados en Corpoboyacá.

Fase 3. Desarrollo e implementación del PGIRS

Figura 5. Metodología para dar cumplimiento al objetivo N°3



Fuente: Autor

Así como se observa en la Figura 5, para cumplir con este objetivo se realizó una recolección de información primaria en cada uno de los frentes de trabajo dentro de la empresa, para posteriormente hacer la formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS; luego se ejecutó la implementación de este aplicando las actividades propuestas dentro del documento ejecutando estrategias de mitigación y control ambiental respecto a los residuos producidos en la empresa en sus distintas áreas operativas y administrativas; adicionalmente se realizó la socialización con todos los trabajadores y se les dio a conocer los cambios en los puntos ecológicos y la gestión y clasificación adecuada para todos los residuos generados.

DESARROLLO DE LA PRACTICA PROFESIONAL

Durante el proceso la práctica profesional en el marco de la organización Ciprodyser S.A.S se relacionaron actividades teórico prácticas que se cumplieron de acuerdo con el perfil profesional del ingeniero ambiental, aplicando conocimientos previos a las diferentes áreas de trabajo del departamento ambiental. Para el cargo otorgado se especifican las siguientes actividades de acuerdo con los objetivos planteados:

1. **Objetivo 1:** Acompañar los procesos operativos y administrativos que desarrolla el departamento ambiental de la empresa Ciprodyser S.A.S

- 1.1. Supervisión del manejo del recurso hídrico.
- 1.2. Supervisión de actividades ambientales complementarias por parte de auxiliares ambientales y coordinación de actividades de embellecimiento paisajístico.

- 2. **Objetivo 2:** Estructurar la gestión documental de los permisos y licencias ambientales con los que cuenta la empresa, con el fin de llevar un control definido.
 - 2.1. Realización de matriz de documentación ambiental de la empresa.
 - 2.2. Actualización de documentos ambientales requeridos por la corporación autónoma de Boyacá, para posterior radicación.

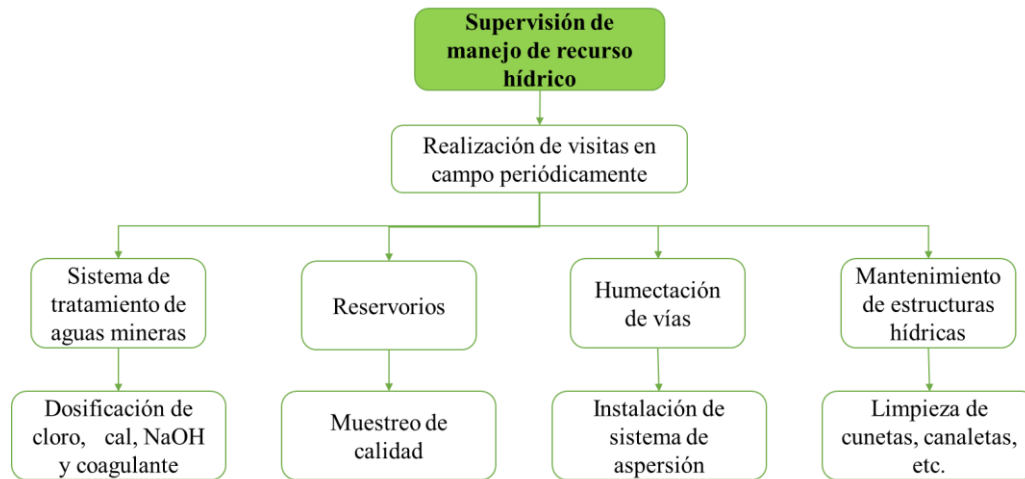
- 3. **Objetivo 3:** Apoyar en la formulación e implementación del Plan de Gestión de Residuos Sólidos de la empresa.
 - 3.1. Realización de PGIRESPEL y PGIRS.
 - 3.2. Educación al personal en materia ambientales y modificaciones implementadas dentro de la empresa.

EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES

Etapas 1

1.1. Supervisión del manejo del recurso hídrico

Figura 6. Supervisión de manejo del recurso hídrico



Fuente: Autor

El manejo del agua industrial obtenida de las labores de la minería es uno de los factores de mayor importancia ambientalmente hablando ya que esta es contaminada por gran cantidad de minerales y material particulado disuelto, por lo que requiere de un muy buen tratamiento para que llegue a cumplir con las condiciones de calidad óptimas para ser usada en otras actividades de la misma producción, principalmente en la planta lavadora o el apagado del carbón. Para llevar un control de esto, se realizaron las siguientes actividades dentro de la empresa para controlar el manejo y calidad del recurso.

1.1.1. Sistema de tratamiento de aguas mineras

Para el manejo del sistema de tratamiento de aguas mineras se hizo una revisión de condiciones de la estructura en general; este se encuentra constituido por un desarenador, seguido por una torre de aireación de tres niveles con la intervención del coquecillo en cada uno de estos, allí se inicia la dosificación de cal o hidróxido de calcio; posteriormente se encuentra el tanque de sedimentación en donde se agrega el coagulante, el cloro y el hidróxido de sodio; luego pasa un segundo tanque de sedimentación y finalmente un tanque de almacenamiento, que al completar cierto nivel activa automáticamente las bombas que envían el agua tratada a los reservorios. Al realizar este reconocimiento se evidencia la necesidad de mejora en la estructura del aireador y una modificación en su funcionamiento

para mejorar su eficiencia, es por ello por lo que se coordinó el desmonte, construcción e instalación de una nueva torre de aireación, en mejor material y con un nivel más para una cama de coquecillo.

1.1.2. Manejo de reservorios

Para el manejo de los reservorios se debe hacer un análisis mensual de la calidad del agua que se recolecta allí luego de pasar por el sistema de tratamiento, para verificar la calidad en la que es almacenada o si necesita de aireación como método adicional para mejorar y luego poder ser utilizada en los frentes de trabajo que lo requieren.

1.1.3. Humectación de vías

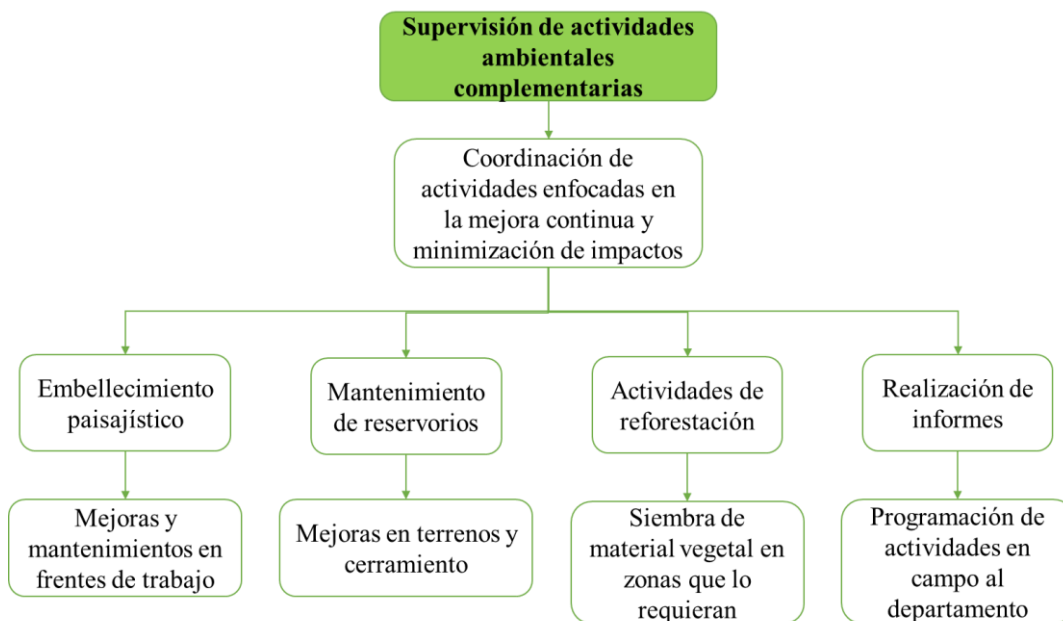
Durante el periodo de práctica profesional, se presentó una época de sequía, por lo que fue necesario realizar la implementación de aspersores en las vías externas e internas de la empresa, ya que el movimiento de maquinaria amarilla y todo tipo de transporte de carga terrestre que pasa por la zona generaba un aumento importante en la producción de material particulado o polvo, por lo que se requería implementar una medida de control para esta problemática.

1.1.4. Mantenimiento de estructuras hídricas

Se realizó la coordinación y el acompañamiento a los auxiliares ambientales en actividades de limpieza de sistemas hidráulicos, es decir, cunetas, escalinatas, canaletas y en el mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas mineras (limpieza de tanques y recolección de lodos). También se llevó a cabo la supervisión de arreglos en los diferentes espacios de producción de la empresa teniendo en cuenta las recomendaciones del departamento de salud y seguridad.

1.2. Supervisión de actividades ambientales complementarias

Figura 7. Supervisión de actividades ambientales complementarias



Fuente: Autor

1.2.1. Embellecimiento paisajístico

Para las mejoras visuales de la empresa, se realizaron actividades de construcción de muros de contención en el área del sistema de tratamiento y en el campamento, posteriormente se pintó teniendo en cuenta los colores representativos de la empresa (verde, blanco y negro). Así mismo, se realizó mantenimiento en la pintura de los pasamanos y barandas en los distintos frentes de trabajo, como una actividad conjunta con el departamento de salud y seguridad, por lo que se usaron colores de advertencia, es decir, negro y amarillo.

1.2.2. Mantenimiento de reservorios

La planta cuenta con 5 reservorios con un gran volumen de almacenamiento de agua tratada y captada por escorrentía, por lo que era necesario realizar el cerramiento perimetral de estos como medida de protección. Esto se debe hacer instalando postes a una distancia de 2.5 metros y 5 líneas de alambre de púas, añadiendo las respectivas señalizaciones a cada uno de

estos. Adicionalmente, se hizo una mejora en el terreno por una problemática de desbanca miento realizando un relleno de tierra negra y siembra de algunos árboles para mejorar la compactación del suelo.

1.2.3. Actividades de reforestación

Se realizó una jornada de reforestación dirigida por el departamento ambiental, donde se invitó a todo el personal para que sembraran una planta por medio de una socialización, donde se trató el tema de la importancia de esta actividad para el ambiente y los estándares de vida. Se determinó un área específica en el perímetro de la entrada principal de la empresa, donde se adecuó el suelo, se añadió fertilizante y se entregaron las plántulas a cada colaborador para que la sembrara. Para esto, se determinó una distancia promedio de 80 cm entre las plantas para que tuvieran un espacio adecuado de crecimiento, ya que se usó la especie *Dodonaea viscosa* o hayuelo, que es un arbusto que no cuenta con una raíz muy extensa y al ser una planta ornamental se considera de alta resistencia a la contaminación. Adicionalmente se realizó la instalación de un sistema de riego, conectado a los aspersores encargados de la humectación vial, cumpliendo una función de 360 grados, donde se generó un ahorro de agua con doble beneficio.

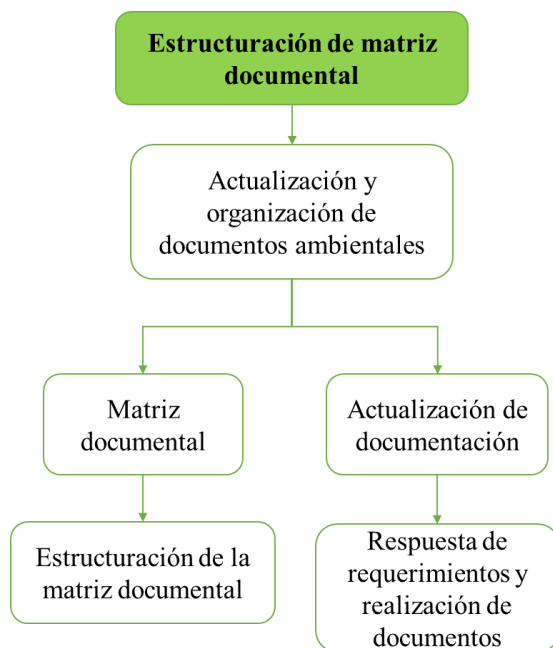
1.2.4. Realización de informes

La empresa cuenta con una organización semanal para las actividades del departamento de HSEQ, por lo que se debían realizar informes de cumplimiento de tareas y cronograma para la siguiente semana de trabajo, con las labores a ejecutar por los auxiliares ambientales, teniendo en cuenta las necesidades urgentes y procesos de mejora en los diferentes frentes de trabajo. Los informes se presentaban con la información puntual y un registro fotográfico de las actividades realizadas, para así llevar un seguimiento de los procesos de mejora continua. Adicionalmente se contaba con la realización de una inspección semanal en cada área de trabajo, para reconocer las necesidades que requerían intervención del departamento ambiental, para incluir esto en la programación de cada auxiliar.

Etapa 2

2.1. Matriz de documentación ambiental

Figura 8. Estructuración de matriz documental



Fuente: Autor

2.1.1. Matriz documental

Se realizó una revisión de documentos y expedientes ambientales de las diferentes licencias, permisos e informes. Para su organización se destinaron diferentes carpetas de archivo físico clasificándolo por tipo de documento y fecha de radicación. Luego de esto se estructuró una matriz documental, donde se tuvo en cuenta el tipo de documento, la fecha de radicado, la actualización con una clasificación de colores, donde se consideró el verde como “actualizado”, amarillo como “pendiente” de actualización y naranja como “no requiere” al ser un informe o documento puntual, finalmente una columna de observaciones en caso de requerirlas.

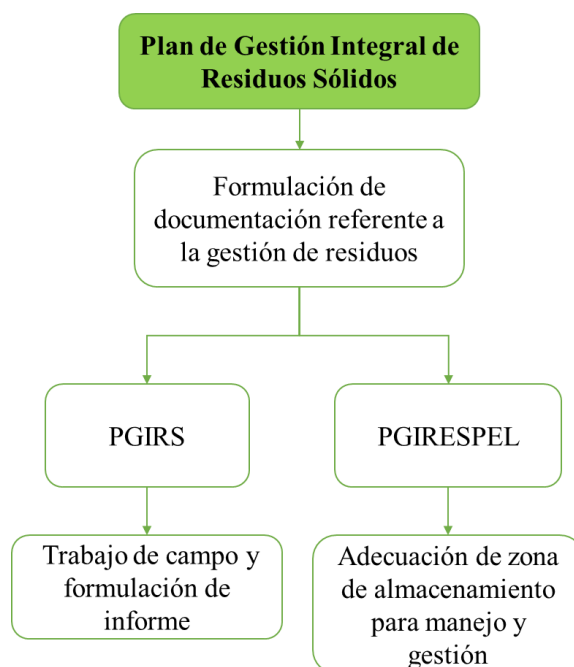
2.1.2. Actualización de documentación

Para el control documental se deben seguir los lineamientos del Sistema de Gestión Ambiental para mantener organizados y actualizados todos los archivos referentes a permisos, licencias e informes, por lo que al completar la matriz de documentación se hizo un reconocimiento de los documentos que requerían actualización, es por ello que se inició con la revisión de información clave para realizar la redacción y respuesta de todos estos requerimientos para posteriormente ser radicados en la Corporación Autónoma de Boyacá – Corpoboyacá.

Etapa 3

3.1. Formulación e implementación del Plan de Gestión de Residuos Sólidos

Figura 9. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos



Fuente: Autor

3.1.1. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos

El PGIRS es una herramienta donde se establece la planeación de acciones para el manejo de los residuos sólidos, donde se instauran objetivos, metas, programas, actividades, proyectos

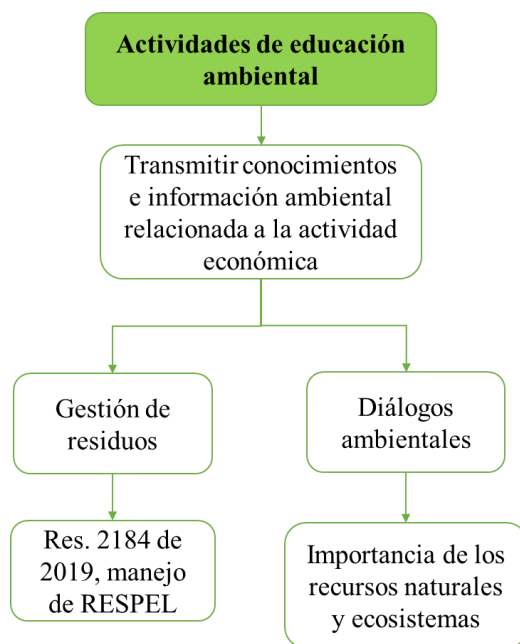
y se definen los recursos para dar su cumplimiento y optima implementación en la empresa. Para esto se tuvo en cuenta la Res. 754/2014 expedida por el Ministerio de Vivienda y MinAmbiente.

3.1.2. Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos

El PGIRESPEL es el método de control sobre los residuos peligrosos generados en las diferentes actividades de producción, dentro de estos se consideran aquellos que poseen características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables y patógenas, que en términos generales le puede causar gran impacto a la salud humana y el ambiente si no se hace un buen uso y una correcta disposición final de estos. Es por ello por lo que se le propuso a la empresa Ciprodyser S.A.S formular y ejecutar un Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos, en el que se tuvo que hacer un recorrido en los frentes de trabajo para realizar una identificación de los residuos peligrosos que se generaban en cada espacio y las necesidades específicas para la adecuación de la zona de almacenamiento.

3.2. Educación ambiental

Figura 10. Educación ambiental



Fuente: Autor

3.2.1. Gestión de residuos

La gestión de los residuos aprovechables y no aprovechables, es uno de los temas de mayor importancia dentro de una empresa, ya que es esto lo que puede llegar a causar mayor impacto ambiental, por esta razón es necesario contar con un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos no peligrosos, que posteriormente fue socializado con el personal por medio de varias jornadas de educación ambiental, dando a conocer el PGIRS y el manejo de los puntos ecológicos instalados en los diferentes frentes de trabajo de acuerdo a la resolución 2184 de 2019 impuesta por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo del país.

3.2.2. Diálogos ambientales

Para complementar el plan de trabajo se programaron varios diálogos ambientales, donde se socializo con todo el personal temas de interés como la importancia de los recursos naturales, el cuidado de los ecosistemas, los beneficios que aportan los páramos y los frailejones, etc. Estas jornadas se realizaban en las horas de la mañana antes de iniciar labores en los diferentes frentes de trabajo. Adicionalmente se hizo acompañamiento en las inducciones y reinducciones realizadas por la empresa, donde se daba conocimiento del Sistema de Gestión Ambiental implementado por la organización.

5. RESULTADOS OBTENIDOS

La práctica profesional se desarrolló en el departamento ambiental de la empresa Ciprodyser S.A.S por un periodo de 4 meses, completando la presentación de 18 bitácoras revisadas y aprobadas por el jefe inmediato y el director de pasantía. En este apartado se presenta cada uno de los resultados obtenidos en las diferentes actividades realizadas para dar cumplimiento a los objetivos planteados.

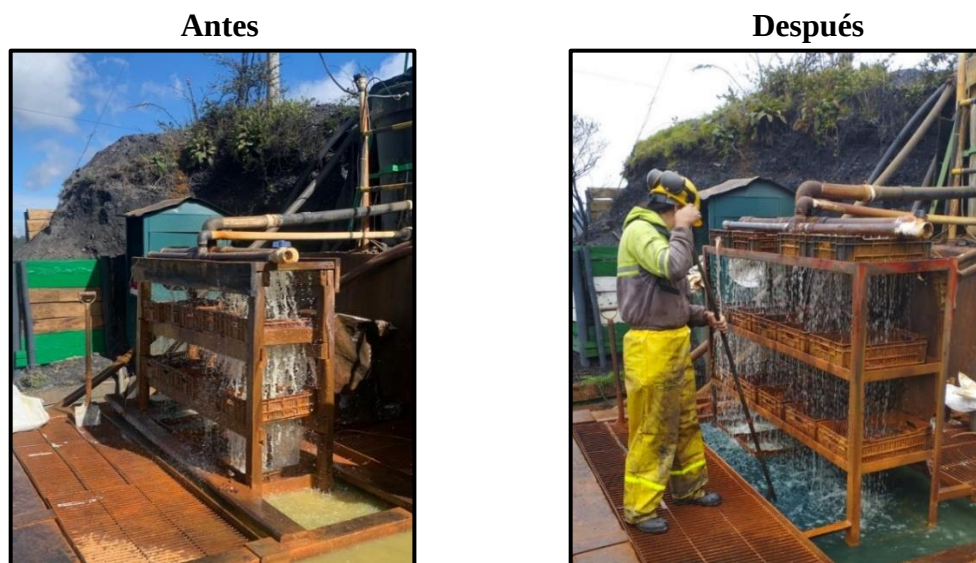
Etapas 1

1.1. Supervisión del manejo del recurso hídrico

1.1.1. Sistema de tratamiento de aguas mineras

La participación práctica y técnica aplicada al sistema de tratamiento de aguas mineras fue reflejada en la coordinación de dosificación del cloro, Hidróxido de calcio, coagulante (Mackenflocc II), hidróxido de sodio (soda cáustica) y coquecillo. Se realizó el acompañamiento en el diseño de mejoramiento del aireador usado en el sistema de tratamiento, donde se propuso realizar un nivel más para implementar las canastillas de coquecillo cuya función es tener mayor captación del hierro disuelto en el agua y el aumento de la concentración del oxígeno; inicialmente se contaba con 3 niveles donde cada uno de ellos almacenaba coquecillo y allí mismo se añadía el hidróxido de calcio al 75% de pureza. Para el mes de enero se realizaron las modificaciones añadiendo un 4 nivel y una estructura metálica que permitió tener mejor estabilidad y un tiempo de tratamiento en caída más largo, así mismo a partir del mes de enero, se empezó a usar el hidróxido de calcio con una concentración del 90% mejorando y aprovechando la acción del aireador, estos cambios se pueden ver en la Ilustración 5 donde se tiene una vista del antes y el después de la torre de aireación, que inicialmente tenía una estructura de madera.

Ilustración 5. Torre de aireación



Fuente: Autor

Adicionalmente, se realizó la implementación de jornadas de lechadas de Cal en el tanque de sedimentación del sistema de tratamiento de aguas mineras; en la Ilustración 6 se evidencia la preparación de una solución concentrada de hidróxido de calcio que se añadía para eliminar la turbiedad y neutralizar el pH en las épocas de lluvia, cuando el color se veía afectado a causa del aumento de caudal.

Ilustración 6. Preparación de lechadas de Cal

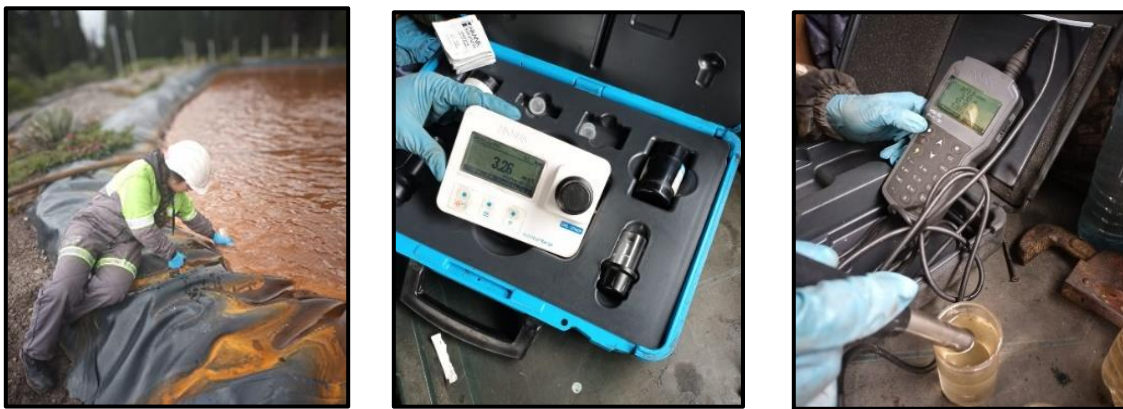


Fuente: Autor

1.1.2. Manejo de reservorios

Para el control de calidad se realizaron muestreos mensuales del agua tratada que se almacenaba en los reservorios para determinar sus características de pH y hierro disuelto, teniendo en cuenta la temperatura y la presión atmosférica, estos resultados se observan en la Tabla 6, donde se realizaron dos muestreos iniciales para determinar las necesidades en el mejoramiento de parámetros de calidad y posteriormente un control de estos para verificar la eficiencia de los cambios implementados.

Ilustración 7. Procedimiento de análisis de calidad



Fuente: Autor

Es por ello por lo que para el tratamiento de 3,79 lt/seg de caudal promedio que ingresan al sistema se propuso realizar un cambio en el hidróxido de calcio pasando de un 75% de pureza al 90%, que fue aplicada en las canastillas del aireador a partir de la última semana de noviembre en una cantidad de 50 kg diarios, así como el control de goteo automático de la soda cáustica y de cloro donde se usaba 1 ml/h, es decir 20 gotas por minuto en promedio. En la Tabla 6 se evidencian los resultados obtenidos del análisis mensual realizado al agua tratada, donde se considera de mayor importancia el control del pH y el hierro disuelto.

Tabla 6. Resultados de calidad del agua (Sistema de tratamiento)

Mes de muestra	°C	pH	Presión atm (psi)	Hierro - Fe (mg/l)
Noviembre	19,39	3,26	9,922	3,52
Noviembre (2)	17,45	3,36	9,915	3,23
Diciembre	12,19	3,32	9,809	3,26
Enero	13,92	3,92	9,810	3,14
Febrero	18,09	3,40	9,926	2,77
Marzo	21,26	3,57	10,011	2,51

Fuente: Autor

De esta forma se determinó la eficiencia en el cambio de la estructura del aireador y de la mejora en la pureza del hidróxido de calcio, ya que al comparar los resultados de hierro presentes en el agua para la segunda mitad del mes de noviembre se observa una disminución satisfactoria, sin embargo, para enero donde se implementó el nuevo nivel, es evidente el óptimo resultado que esto generó al tratamiento.

1.1.3. Humectación de vías

Para el control de material particulado generado por la maquinaria amarilla y los vehículos de carga pesada que se movilizan en las vías internas y externas de la planta de producción, se solicitó al departamento ambiental implementar un sistema de humectación vial, ya que la época de sequía presentada en los meses de noviembre, diciembre y enero, generó gran dispersión de polvo, provocando afectaciones a la salud y a la calidad respiratoria de los trabajadores; es por esto por lo que se coordinó la instalación de 12 aspersores alrededor de la empresa, donde su línea de alimentación era el agua tratada de los reservorios que se encontraban en la parte baja de la planta. De esta forma se cumplió a satisfacción con las necesidades de la zona, generando beneficios para los habitantes cercanos y una optimización en la calidad del espacio de trabajo.

Ilustración 8. Sistema de humectación de vías



Fuente: Autor

En la Ilustración 8 se evidencia el sistema de humectación vial instalado, que fue planeado para ofrecer doble beneficio, ya que se hizo uso de aspersores de 360 grados para así aportar también el riego a las plantas sembradas en el perímetro de la empresa y brindarles las condiciones apropiadas para su óptimo crecimiento y desarrollo.

1.1.4. Mantenimiento de estructuras hídricas

La empresa cuenta con una gran cantidad de estructuras hídricas, entre canales y cunetas que permiten el manejo de las aguas lluvia, es por esto por lo que requieren de mantenimiento periódico para optimizar su funcionamiento, por esta razón se implementaron jornadas de limpieza ejecutadas por los auxiliares ambientales, quienes limpiaban todas estas estructuras. Adicionalmente se programaron actividades de mantenimiento al sistema de tratamiento de aguas mineras, donde se realizaba la depuración de lodos y se almacenaban en un espacio adecuado para posteriormente hacer uso de estos como abono en las diferentes zonas de arborización de la empresa; para esto se destinaba un tanque de sedimentación cada dos días, para garantizar el cumplimiento de los parámetros de la calidad del agua tratada y no alterar sus características.

Ilustración 9. Mantenimiento de estructuras hídricas



Fuente: Autor

1.2. Supervisión de actividades ambientales complementarias

1.2.1. Embellecimiento paisajístico

Durante la práctica profesional se realizó la coordinación de diferentes actividades de embellecimiento de acuerdo con las necesidades que se presentaban, en la Ilustración 10 se evidencia un muro de contención que se realizó en la parte alta del sistema de tratamiento ya que se estaba presentando derrumbe, adicionalmente se pintó con los colores representativos de la empresa (verde, negro y blanco) para dar un mejor aspecto y a la vez reducir el riesgo.

Ilustración 10. Muro de contención



Fuente: Autor

Por otra parte, se realizaron mantenimientos en las barandas y pasamanos de los diferentes frentes de trabajo, dándoles una capa de pintura teniendo en cuenta los colores de advertencia (amarillo y negro), esto con la intención de cumplir con los requerimientos por parte del departamento de salud y seguridad.

Ilustración 11. Mantenimiento de pintura



Fuente: Autor

De esta forma se aportó a la mejorar de la apariencia visual de los espacios de la planta, aportando a la seguridad y reducción de riesgos que se pueden presentar en las zonas de producción de la empresa.

1.2.2. Mantenimiento de reservorios

Para tener un control óptimo del uso del recurso hídrico dentro de la empresa, se realizó una revisión de todas las conexiones de tubería realizadas a los 5 reservorios con lo que cuenta la empresa, de esta forma, se programaron y coordinaron los arreglos necesarios en donde se encontraron fugas por fisuras o daños en los accesorios hidráulicos, por lo que se redujeron las pérdidas de caudal al momento de distribuir el agua tratada en el sistema. Adicionalmente se realizó el cerramiento de cada uno de los reservorios con la instalación de postes a una distancia promedio de 2.5 metros con una profundidad de 60 cm para asegurar su estabilidad y el montaje de 5 líneas de alambre de púas para completar el cercado; así mismo, se colocaron los debidos avisos de advertencia y nombre del reservorio, esto se evidencia en la Ilustración 12, donde se observa el proceso de montaje y resultado final de la actividad.

Ilustración 12. Mantenimiento de reservorios



Fuente: Autor

1.2.3. Actividades de reforestación

La reforestación es una de las actividades que genera gran impacto positivo al ambiente, gracias a la producción de oxígeno y captación de carbono que realizan las plantas, es por esto que se realizó una jornada de reforestación con plántulas ornamentales y nativas, en su mayoría hayuelo, en donde se aportaron indicaciones de cómo se deben sembrar los árboles y dirigiendo el proceso desarrollado por los trabajadores, donde se entregó una planta a cada uno de ellos y se le explico como sembrarla teniendo en cuenta la distancia y profundidad de cada agujero, considerando el método de siembra a tresbolillo. Así mismo, se gestionó la instalación de un sistema de riego en conjunto con la humectación vial para garantizar el crecimiento óptimo de las plántulas.

Ilustración 13. Jornada de reforestación



Fuente: Autor

Posteriormente (Ilustración 14) se realizaron jornadas de cuidado, en donde los trabajadores revisaban el crecimiento de su planta y se realizaba el acompañamiento para la puesta de fertilizante (obtenido por el proceso de compostaje que se realiza en la empresa) y control de crecimiento de cada una de las plantas.

Ilustración 14. Jornada de cuidado



Fuente: Autor

De acuerdo con la última jornada de cuidado realizada durante el periodo de práctica, se realizó un análisis de mortalidad de las plantas del 3%, siendo un valor bastante bajo, sin embargo, esto se presentó en la zona cercana a los reservorios ya que en la época de lluvia se presentó un desbordamiento que arrastro a las plantas provocando esta pérdida.

1.2.4. Realización de informes

La realización de informes fue una de las actividades de apoyo que se debían realizar en el departamento ambiental, donde se daba conocimiento de las tareas realizadas por cada uno de los auxiliares ambientales como de los ingenieros por medio de evidencia fotográfica, adicionalmente se presentaba el cronograma semanal, donde se organizaban y programaban todas las tareas faltantes usando el formato presentado en la Ilustración 15. Esto se realizaba para dar conocimiento al equipo de HSEQ el avance o culminación de actividades, para así

mismo generar el cronograma de acompañamiento por parte del departamento de SST en caso de requerirlo.

Ilustración 15. Cronograma e informe semanal

Programación Departamento de Gestión Ambiental						
Actividades plan de trabajo del 27 de febrero al 4 de marzo 2023						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Responsable: DANIEL TEJEDOR Asesor Ambiental	Diálogo de seguridad	Diálogo de seguridad	Diálogo de seguridad	Diálogo de seguridad	Diálogo Ambiental	Diálogo de seguridad
Observaciones:	► Realización de mural ► Sistema de tratamiento ► Cercado reservorios	► Sistema de tratamiento ► Realización de mural	► Trabajo en colmena	► Realizar jarllón en pozo de lodos ► Inspección en hornos	► Cercado de reservorios ► Realizar comederos	► Recolección de residuos ► Limpieza de tanques
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Responsable: HAROLD GARCÍA FISCAL TÉCNICO	Diálogo de seguridad	Diálogo de seguridad	Diálogo de seguridad	Diálogo de seguridad	Diálogo Ambiental	Diálogo de seguridad
Observaciones:	► Estructura del SGA	► Estructura del SGA ► Aterros	► Estructura del SGA	► Estructura del SGA	► Estructura del SGA	► Estructura del SGA ► Revisión informe universitario
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Responsable: LINA MARIA GOMEZ Asesor Ambiental	Diálogo de seguridad	Diálogo de seguridad	Diálogo de seguridad	Diálogo de seguridad	Diálogo Ambiental	Diálogo de seguridad
Observaciones:	► Trabajo en Pedregal	► Cercado de reservorios ► Reparación y mantenimiento de sendero (molino)	► Sistema de tratamiento ► Recolección de residuos sólidos ► Abir desague pozo de lodos	► Trabajo en Pedregal	► Cercado de reservorios ► Orden y aseo e inspección molinos	► Limpieza tanques sistema de tratamiento
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Responsable: GERARDO CHAVEZ PEÑA Asesor Ambiental	Diálogo de seguridad	Diálogo de seguridad	Diálogo de seguridad	Diálogo de seguridad	Diálogo Ambiental	Diálogo de seguridad
Observaciones:	► Cercado de reservorios ► Mantenimiento al polvoin	► Cercado de reservorios ► Limpieza en bascula	► Recolección de botellas ► Abir desague pozo de lodos	► Sistema de tratamiento ► Realizar jarllón en pozo de lodos	► Trabajo en San Cayetano	► Recolección de residuos

Informe DGA		
REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ACTIVIDADES	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	ORIENTACIONES GENERALES
	Se realizó mantenimiento en sistemas de tratamiento, coordinación y organización de molinos, mantenimiento, limpieza de canales, instalación en pozos, riego y respuesta en el área de cultivo.	
	Se realizó subvención a SGA, revisión de reportes de cumplimiento, revisión de registros, informe y gestión de recursos en corporación y diseño de infraestructura de "Normas obligatorias para el ingreso a la planta".	
	Se realizó cercado en reservorios, recolección de residuos, limpieza de canales y recolección de residuos y agua e inspección en molinos.	
	Se realizó recolección de residuos, organización en grupos, mantenimiento de infraestructura y en los alrededores en las corporaciones e inspección en terreno.	
	Puentes (Puentes)	
	Se realizaron actividades de aseo y mantenimiento a diferentes áreas de la empresa, limpieza en canales, cercado de reservorios y diálogo ambiental.	

Fuente: Autor

Al finalizar cada mes, se realizaba un informe tipo presentación que se compartía con los diferentes departamentos administrativos de la empresa, para dar a conocer los avances, cumplimientos y establecer las metas para el siguiente mes de trabajo, adicionalmente, en caso de requerir intervención específica del departamento ambiental en algún frente de trabajo, también se daba a conocer el requerimiento y se proponía la fecha de intervención con el encargado de la zona.

Etapa 2

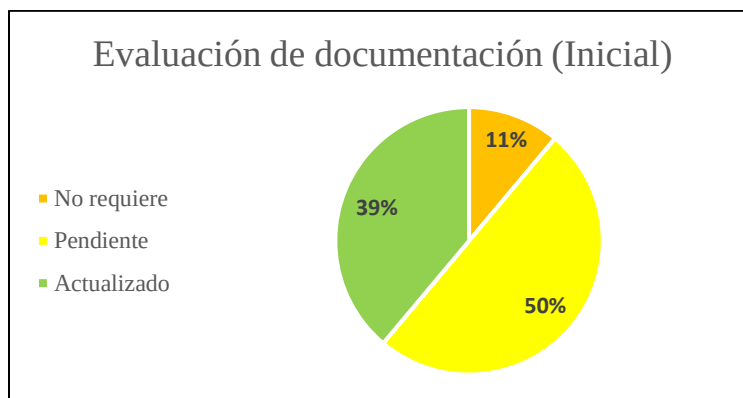
2.1. Matriz de documentación ambiental

2.1.1. Matriz documental

Se realizó el reconocimiento de documentación ambiental existente y las fechas en que fueron radicados ante la corporación autónoma de Boyacá, así mismo se hizo una clasificación por

color en donde se determinaba la necesidad o no de realizar actualizaciones (ver anexo). En la Gráfica 1 se observa una representación de los resultados obtenido en el análisis inicial de documentación, en donde se determinó que un 50% requería actualización o elaboración como requerimiento de la corporación autónoma del departamento - Corpoboyacá.

Gráfica 1. Evaluación de documentación inicial



Fuente: Autor

Dentro de los documentos que se señalaron como pendientes de actualización se encontraban:

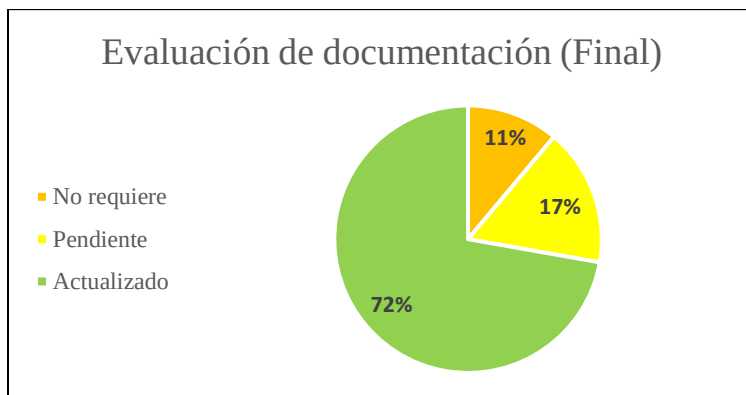
- Actualización de Plan de Manejo Ambiental por parte de la cooperativa
- Seguimiento del Plan de Manejo Ambiental
- Informe de cumplimiento de actividades a corto plazo “Acuerdo Verde”
- Informe de cumplimiento de actividades a mediano plazo “Acuerdo Verde”
- Actualización de cumplimiento RUA
- Informe de gestión RESPEL 2022
- Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)
- Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos (PGIRESPEL)
- Planteamiento del sistema de Gestión Ambiental

2.1.2. Actualización de documentación

Luego del análisis anterior (Gráfica 1), se asignó la realización de algunos de estos documentos para completar la actualización para el año en curso, dado esto se redactó el Plan

de Gestión Integral de Residuos sólidos, el Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos, el informe de gestión RESPEL 2022 y el planteamiento del Sistema de Gestión Ambiental. Al concluir con esta actualización de documentos se realizó un análisis final de la matriz (Gráfica 2), considerando los documentos redactados y radicados en Corpoboyacá.

Gráfica 2. Evaluación de documentación final



Fuente: Autor

Como resultado se observa que hubo un aumento del 33% de actualizados, dentro de los que están:

- Informe de cumplimiento de actividades a corto plazo “Acuerdo Verde”
- Informe de cumplimiento de actividades a mediano plazo “Acuerdo Verde”
- Actualización de cumplimiento RUA
- Informe de gestión RESPEL 2022
- Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)
- Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos (PGIRESPEL)
- Planteamiento del sistema de Gestión Ambiental

Etapas 3

3.1. Formulación e implementación del Plan de Gestión de Residuos Sólidos

3.1.1. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos

Como parte de las actividades propuestas se realizó el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos -PGIRS, donde se tuvo en cuenta la nueva normatividad señalada en la resolución 2184 de 2019 “por la cual se modifica la resolución 0668 de 2016 y se dictan otras disposiciones”, donde se determina la aprobación del código de colores para la clasificación de los residuos sólidos generados en la fuente.

Inicialmente se realizó una recolección de información primaria y secundaria, para realizar cada uno de los ítems que se requieren para la formulación del PGIRS, en donde se deben crear programas para cumplir con las acciones y planes de mejora, enfocándose en las actividades, metas y presupuestos. Es por esto por lo que se inició también con la implementación y cumplimiento de estos programas contando con los recursos aportados por el área administrativa. De esta forma, se coordinó la instalación y adecuación de los puntos ecológicos (Ilustración 16), por medio de la reutilización de galones de coagulante que fueron pintados e instalados por auxiliares ambientales, ya que muchas de estas estructuras se encontraban en malas condiciones.

Ilustración 16. Punto ecológico



Fuente: Autor

También como cumplimiento del programa del PGIRS, se estableció la construcción de un depósito temporal de almacenaje para los residuos sólidos (Ilustración 17), elaborado con ayuda del departamento de mantenimiento, quienes realizaron un cubo metálico con algunas

piezas reutilizadas y teja de aluminio, al que posteriormente se le realizó un cerramiento con poli sombra y fue pintada de color verde. Este depósito se enfocó en el almacenamiento de materiales aprovechables, que son entregados y dispuestos por una empresa recicladora del municipio de Samacá.

Ilustración 17. Depósito temporal de residuos sólidos



Fuente: Autor

También se cuenta con el servicio de SERVITEATINOS SAMACÁ S.A.S E.S.P, quien es el gestor externo que se encarga de la recolección y transporte de los residuos sólidos no aprovechables al relleno sanitario de Pírgua en Tunja, quienes hacen el recorrido por medio de camiones recolectores los viernes cada 15 días, para realizar la disposición final.

3.1.2. Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos

Así mismo se realizó el Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos -PGIRESPEL- donde se consideró la resolución 4741 de 2005 donde se reglamenta la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados, enfocándose en la gestión integral, donde se tuvo en cuenta la necesidad de las mejoras físicas del lugar en donde se almacenan estos elementos usados y la correcta disposición para con estos. Posteriormente se hace entrega de estos documentos a la corporación de Boyacá para su radicación e inicio de implementación en la empresa.

Ilustración 18. Almacenamiento de RESPEL



Fuente: Autor

Se estableció la zona de almacenamiento temporal de los residuos peligrosos, donde se garantizó que contara con las recomendaciones necesarias, como la correcta señalización, la bandeja de contención de aceite usado y los contenedores apropiados para estos elementos. Para la gestión de estos residuos, se hizo la contratación del servicio de recolección con la empresa DESCONT S.A.S E.S.P, quienes se acercaban a la empresa cuando se tuviese una gran cantidad de RESPEL y ellos continuar con una disposición segura de estos residuos. Así mismo, se realizó la gestión de los RAEE que se encontraban almacenado, para posteriormente ser entregados a la empresa encargada de su recolección y disposición final, en la Ilustración 19 se evidencia el proceso de pesaje por clasificación de residuos.

Ilustración 19. Proceso de pesaje RAEE



Fuente: Autor

Como resultado de este proceso se obtuvieron los siguientes datos, que fueron usado en el formato solicitado por Corpoboyacá, como registro Único Ambiental del sector manufacturero RUA para el año 2022.

Tabla 7. Cuantificación de RESPEL

ÁREA GENERADORA	DESCRIPCIÓN	CORRIENTE DEL RESIDUOS	CANTIDAD KG
Zona de mantenimiento automotriz	Filtros de aceite usado	Y8.1	12,8
	Material impregnando con hidrocarburos	Y8.2	5,3
	Filtros de aire	Y8.2	73,2
Elementos de protección personal	Filtros para partículas (respiradores)	Y8.2	32,4
	Guantes impregnando con hidrocarburos	Y8.2	19,7
	Botas impregnando con hidrocarburos	Y8.2	23,7
Mantenimiento general	Recipientes de pintura	A4130.1	51
	Lámparas, luminarias	Y29.2	163,75
	Eléctricos varios	A1180	69,8
	Impresoras	A1180	19,7

Fuente: Autor

En la Tabla 7 se observa el tipo de residuos que se generaba en las diferentes áreas de la empresa, así como la corriente del residuo, dada por la APC-Colombia en el manual de gestión de desechos peligrosos; finalmente se cuenta con la cantidad en kilogramos que fue pesada y posteriormente entregada al gestor correspondiente.

De esta forma se inició con la implementación del PGIRESPEL en la empresa y se aportó a las modificaciones de la zona de almacenaje y la correcta señalización y separación.

3.2. Educación ambiental

3.2.1. Gestión de residuos

Se realizó el acompañamiento y coordinación en la elaboración y ubicación de los puntos ecológicos en las diferentes zonas de la empresa, donde se tuvo en cuenta el código de colores otorgado por la Resolución 2184 de 2019, de esta forma se dio a conocer en cada frente de trabajo el uso adecuado de estos, por medio de charlas y publicaciones en las carteleras de la

empresa donde se invitaba a todo el personal a cumplir con el propósito de realizar una gestión apropiada de clasificación en la fuente de forma optima. Así mismo, en las inducciones y reinducciones realizadas se trataba el tema y se orientaba el uso adecuado de los puntos ecológicos y la importancia de una correcta gestión de los residuos para la salud y el ambiente.

3.2.2. Diálogos ambientales

Se realizaron capacitaciones y diálogos ambientales al personal operativo como administrativo, estos fueron programados una vez al mes, donde se trataron temas de:

- Manejo de residuos sólidos dentro de la empresa: su correcta disposición de acuerdo con el código de colores establecido por el Ministerio de Ambiente en la Resolución 2184 de 2019.
- La importancia de las fuentes hídricas y como proteger, cuidar y conservar.
- La importancia de los árboles para el medio ambiente y sus beneficios a la salud, el suelo y los ecosistemas, así como la necesidad de las reforestaciones como remediación en la industria minera.
- La importancia de los frailejones, como proteger y controlar la industria desarrollada cerca de las zonas de páramo.

Ilustración 20. Diálogos ambientales



Fuente: Autor

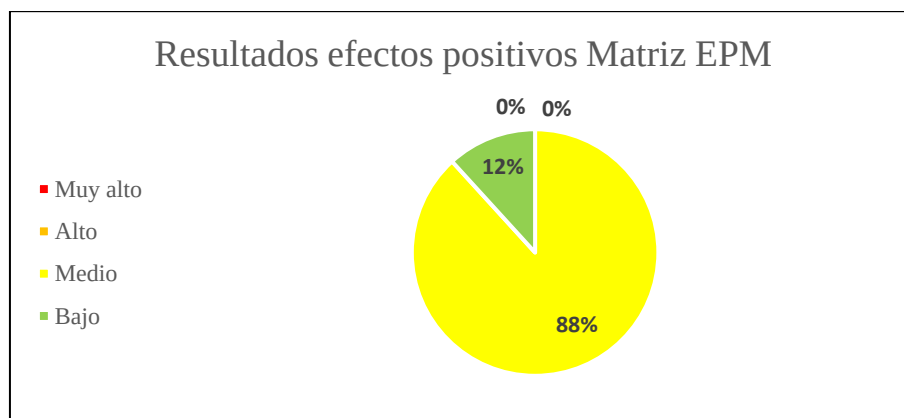
Sistema de Gestión Ambiental

Para el desarrollo del planteamiento del Sistema de Gestión Ambiental de la empresa, se tomó en cuenta la documentación que se fue adelantando de acuerdo al manejo de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, los planes de contingencia y la actualización de datos para el RUA – Registro Único Ambiental –, así mismo, los monitoreos de calidad del aire y emisión del ruido y los avances de las actividades a corto y mediano plazo del “acuerdo verde” por parte de la cooperativa Coprocarbón de Samacá.

Adicionalmente se realizó una evaluación de aspectos e impactos ambientales en donde se identificaron y calificaron, considerando factores en el medio abiótico, medio biótico y medio socioeconómico, así como se realizó un análisis de impactos directos e indirectos dependiendo de la actividad del proceso de operación y de restauración, esta matriz se encuentra en el anexo “Matriz riesgos Ciprodyser S.A.S”.

Así mismo, se realizó una evaluación de impactos ambientales por método directo aplicando la matriz EPM o Arboleda, donde cada criterio es calificado respecto a la clase, presencia, duración, evolución y magnitud; donde finalmente se hace uso de la Ecuación 1, de calibración ambiental y se determina la gravedad o importancia de la afectación que cada factor está causando en la zona, donde también se le da una calificación por color para una mejor interpretación, dando el color rojo los factores que son de mayor importancia ya sea positiva o negativamente, naranja los efectos de gravedad alta y amarillo los de valoración media, siendo así los de tonalidad verde los efectos de baja o muy baja gravedad en cada uno de los procesos productivos, para ver esta matriz dirigirse al anexo “Matriz EPM Ciprodyser S.A.S”.

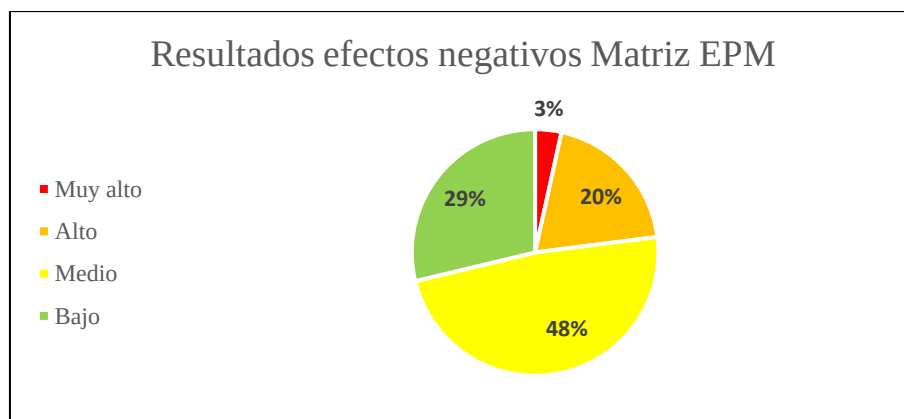
Gráfica 3. Resultados EPM efectos positivos



Fuente: Autor

De acuerdo con los resultados de la matriz EPM en la Gráfica 3, se evidencia la valoración de importancia de diferentes efectos presentes en cada uno de los procesos de la empresa siendo considerados como positivos, específicamente las actividades realizadas en la etapa de restauración, donde se considera el uso apropiado del agua tratada en el sistema, la reconformación paisajística y la revegetación, donde se interpreta un 88% como medio, refiriéndose a la necesidad de intervención ya que no causa gran impacto; así mismo, en el 12% se califica como bajo, ya que no requiere de gran importancia al ser factores que se encuentran bajo control ambiental y social.

Gráfica 4. Resultados EPM efectos negativos



Fuente: Autor

Al referirse a los resultados calificados como efectos negativos en la Gráfica 4 se observa un 3% con factor de gravedad muy alta donde se hace referencia en su mayoría a actividades que afectan la calidad del agua usada en la empresa en los diferentes procesos que la requieren y efectos al aire por parte de los hornos, en los que se observa una afectación mayor al ambiente. De acuerdo con los resultados con calificación media y muy baja, que es el más del 50% se consideran las actividades que no requieren de gran importancia ya que se encuentran controladas donde se contemplan afectaciones al suelo, generación de residuos sólido, altos niveles de ruido y daños a la salud de los trabajadores en su mayoría.

6. CONCLUSIONES

- La coordinación y apoyo técnico de los procesos operativos y administrativos de Ciprodyser S.A.S, permitieron aplicar todos los conocimientos adquiridos durante el pregrado, desarrollando alternativas de control y mitigación de efectos ambientales negativos causados por las actividades productivas industriales, al mismo tiempo que se realizaba la supervisión del trabajo de campo aportando un apoyo a la mejora continua de los procesos para alinearse a un desarrollo sostenible, enfocado en los procesos operativos, donde se genera un compromiso de cumplimiento de las normas y estándares ambientales relevantes para la actividad económica, por medio de la formulación de documentación e informes, así como una matriz documental destinada al control de actualización.
- Es importante contar con un compromiso por parte del departamento ambiental para la intervención directa y constante en todos los frentes de trabajo, para garantizar el mantenimiento y uso adecuado de los recursos naturales, garantizando también la correcta gestión de todos los residuos, ya sea aprovechables y no aprovechables, este acompañamiento buscaba facilitar el intercambio y aporte de información técnica mientras se aportaban recomendaciones de mejora ya que la empresa es consciente de su impacto al medio ambiente y la sociedad, por lo que se buscaba dar cumplimiento con las normativas ambientales y una recompensación al factor social.
- Toda empresa se encuentra obligada a cumplir con ciertos requerimientos ambientales para así garantizar su compromiso con el desarrollo sostenible, en el caso de Ciprodyser S.A.S, Fue necesario tener un conocimiento técnico y normativo que facilitó la formulación de los diferentes permisos y responder los requerimientos de la Autoridad Autónoma de Boyacá – Corpoboyacá. De esta forma se logró la realización de ciertos documentos que aportaron de forma importante a la empresa en el propósito de cumplir con una producción sostenible

y amigable con el ambiente al tener un control y correcto uso de los recursos naturales.

- La formulación del PGIRS y PGIRESPEL fue de gran importancia para la empresa ya que se establecieron los parámetros específicos del manejo de los residuos donde se cubrieron todas las etapas de gestión, es decir, la generación, recolección, transporte, eliminación y reciclaje de residuos.
- La realización de las jornadas de educación ambiental fueron desarrolladas con éxito, completando al 100% los diálogos programados por la empresa, permitiendo que los trabajadores tuviesen una aceptación positiva y una participación en todas las actividades realizadas, demostrando por medio de cuestionarios el óptimo entendimiento en todos los temas tratados; de esta forma se contribuyó a los procesos administrativos ayudando al cumplimiento de las metas ambientales de la empresa.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Samacá. (2020). Plan de Desarrollo Municipal 2020-2023.
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2018). PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS RESPEL (PEGIRESPEL). *PLAN INSTITUCIONAL DE GESTIÓN AMBINETAL PIGA*. Bogotá, Colombia.
- Alfonso Ávila, N. Z. (2016). *Principios Básicos para la Gestión Ambiental* (Tercera ed.). (U. EAN, Ed.) Bogotá, Colombia: Alfaomega.
- Arboleda, J. A. (2005). *Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades*. Medellín, Colombia.
- Arboleda, J. A. (2008). *Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades*. Medellín: El autor.
- Arellano Diaz, J. (2002). Introducción a la ingeniería Ambiental. Primera Edición. *Instituto Politécnico Nacional*, 25. doi:970-15-0783-5
- ASI. (2018). *Carbón coque*. Obtenido de <https://tratamientodeaguas.com.co/servicio/carbon-coque/>
- CEPAL. (2020). Comisión Económica para América Latina y el Caribe. *Acerca de Desarrollo Sostenible*. Organización de las Naciones Unidas.
- Ciprodyser S.A.S (2020). Portafolio empresarial. *Misión y visión*.
- Decreto 1299 de 2008. (22 de Abril de 2008). *Por el cual se reglamenta el departamento de gestión ambiental de las empresas a nivel industrial y se dictan otras disposiciones*. Colombia.
- EPA. (Noviembre de 2022). Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. *La importancia de la educación ambiental*. Obtenido de <https://espanol.epa.gov/espanol/la-importancia-de-la-educacion-ambiental#es>
- Icontec. (2023). *Certificación ISO 14001, Sistema de Gestión ambiental*. Obtenido de <https://www.icontec.org/>
- INEI. (Septiembre de 2020). Instituto Nacional de Estadística e Informática. *Acceso a los servicios básicos en el Perú 2013 - 2019*, 35-42. Lima. Obtenido de

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1756/cap05.pdf

Interapas. (Diciembre de 2014). Sistema de tratamiento de aguas residuales. México.

Juan Pérez, J. I. (2017). Identificación y evaluación de impactos ambientales en el Campus Ciudad Universitaria, Universidad Autónoma del Estado de México, Cerro de Coatepec, Toluca México. *Acta Universitaria*, 27, 3, 36-56. México. doi:10.15174/au.2017.1249

Lamprecht , J. (1997). *Directrices para la implementación de un sistema de Gestión Ambiental*. España: AENOR.

MEFCCA, COSUDE, & CATIE. (2018). Construcción y supervisión de reservorios para captación de escorrentía. *Guía 3. Serie técnica cosecha de agua*. Nicaragua.

MinAmbiente. (2008). *GOV.CO*. Obtenido de Gestión Integral del Recurso Hídrico: <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/calidad/>

MinAmbiente. (2018). *GOV.CO*. Obtenido de Licenciamiento Ambiental: <https://www.minambiente.gov.co>

MinAmbiente. (2018). Piensa un minuto antes de actuar: Gestión Integral de Residuos Sólidos. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Minas y Energía. (2014). Política Nacional para la Formalización de la Minería en Colombia. Bogotá D.C.

Ministerio de Minas y Energía. (2020). *Gobernación de Colombia*. Obtenido de Transformación Minera: <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/transformaci%C3%B3n-minera/>

Municipio de Samacá. (2015). Revisión y ajustes al Esquema de Ordenamiento Territorial. *Documento resumen*. Colombia. Obtenido de https://samacaboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/samacaboyaca/content/files/000021/1027_plan-de-ordenamiento-territorial.pdf

OMS. (2022). Gestión segura de los residuos de la atención de salud. *Resumen*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.

Pineda M, S. I. (1998). *Manejo y disposición de residuos sólidos urbanos*. Bogotá: ACODAL.

- PRODIA. (1999). Glosario de Términos. *Control de Contaminación Ambiental*, 75. (S. d. Sustentable, Ed.) Buenos Aires, Argentina: Programa de Desarrollo Institucional Ambiental.
- República de Colombia. (9 de Mayo de 2007). Decreto 1575 de 2007. Colombia.
- Ruiz Gonzalez, Y., Galán , D., & Chiquillo, D. R. (2019). *Criterios de implementación de ISO 14001:2015 caso de estudio HSEQ - Ciprodyser SA. - Planta de coquización .* padlet.
- Russo, R. (2002). Recursos Naturales, Uso, Conservación, Sostenibilidad e Investigación. *Universidad EARTH*. Obtenido de <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000065.PDF>
- Sidymetal. (2005). *Productos*. Obtenido de Fragua de coque (coquesillo): <https://www.sidymetal.com/fragua.html>
- UPME. (2012). Unidad de planeación minero energética; Ministerio de Minas y Energía. *Cadena del Carbón*.
- Vázquez, C., Batis , A. I., Alcocer, M. I., Gual, M., & Sanchez, C. (1999). *ARBOLES Y ARBUSTOS NATIVOS POTENCIALMENTE VALIOSOS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y LA REFORESTACIÓN*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ecología. México: Conabio. doi:10.13140/RG.2.2.11004.54407

8. ANEXOS

1. MATRIZ DE DOCUMENTACIÓN
 - [1. MATRIZ DE DOCUMENTACIÓN](#)
2. DOCUMENTOS PGIRS Y PGIRESPEL
 - [2. DOCUMENTOS PGIRS Y PGIRESPEL](#)
3. DOCUMENTOS RUA
 - [3. DOCUMENTOS RUA](#)
4. DOCUMENTOS SGA (Matriz de riesgos, Matriz EPM)
 - [4. DOCUMENTOS SGA](#)