



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A

***PRÁCTICA PROFESIONAL EN EL DEPARTAMENTO DE
GESTIÓN AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA CARBONIFERA
DE SAMACÁ S.A.S BOYACÁ***

INCARSA S.A.S

LIZETH CAMILA OCHOA GUTÉRREZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL
TUNJA
2022



C.I. MILPA S.A



INCARSA S.A S

**PRÁCTICA PROFESIONAL EN EL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN AMBIENTAL DE
LA INDUSTRIA CARBONÍFERA DE SAMACÁ S.A.S BOYACÁ**

LIZETH CAMILA OCHOA GUTIÉRREZ

Informe final de pasantía para optar al título de Ingeniera Ambiental

Director

Ing. Lina Patricia Vega

Codirector

Ing. Javier Geovany López

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

INGENIERIA AMBIENTAL

TUNJA

2022

TABLA DE CONTENIDO

1. Resumen	5
2. Introducción.....	6
3. Objetivos.....	8
3.1. <i>Objetivo general</i>	8
3.2. <i>Objetivos específicos</i>	8
4. Marco referencial	9
4.1. <i>Marco contextual</i>	9
4.1.1. <i>Generalidades de la empresa</i>	9
4.1.2. <i>Objetivos de la empresa</i>	10
4.1.3. <i>Localización</i>	10
4.1.4. <i>Estructura organizacional</i>	11
4.2. <i>Marco conceptual</i>	13
4.3. <i>Marco teórico</i>	16
4.4. <i>Marco legal</i>	19
5. Desarrollo de la pasantía	24
5.1. <i>Actividades realizadas</i>	24
5.2. <i>Metodología</i>	27
5.3. <i>Desarrollo de actividades</i>	28
6. Resultados.....	38
7. Conclusiones.....	70
8. Recomendaciones	72
9. Bibliografía	73

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización de Samacá Boyacá	10
Ilustración 2. Localización Planta Milpa 1	11
Ilustración 3. Organigrama INCARSA S.A.S enfocado Procesos Práctica académica	12
Ilustración 4. Yacimiento de carbón en Boyacá	18
Ilustración 5. Metodología del trabajo	27
Ilustración 6. Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP compacta	34
Ilustración 7. Patio de acopio Milpa 1	39
Ilustración 8. Planta lavadora Santa María	39
Ilustración 9. Molino Vertical.....	40
Ilustración 10. Mezcla de carbón	41
Ilustración 11. Hornos tipo Solera.....	42
Ilustración 12. Hornos tipo Colmena.....	42
Ilustración 13. Cribas Milpa 1	43
Ilustración 14. Inducción al personal que ingresa.....	46
Ilustración 15. Día del árbol Milpa IV	47
Ilustración 16. Charlas pre turno temas ambientales	47
Ilustración 17. Programa Guardianes del Medio Ambiente	48
Ilustración 18. Toma de cloro libre	49
Ilustración 19. Muestra de Agua potable	56
Ilustración 20. Sedimentador Santa María.....	57
Ilustración 21. Identificación Rombo de seguridad de materiales peligrosos	64
Ilustración 22. Etiqueta para identificación de residuos peligrosos	65
Ilustración 23. Etiquetado dentro del almacén de RESPEL	66
Ilustración 24. Etiquetado dentro del almacén de RESPEL	66
Ilustración 25. Vivero Milpa I	68

CONTENIDOS DE TABLAS

Tabla 1. Actividades realizadas durante la practica laboral	25
Tabla 2. Elementos de filtración	33
Tabla 3. Matriz identificación de aspectos e impactos	43
Tabla 4. Cronograma de charlas de responsabilidad ambiental.....	46
Tabla 5. Clasificación de residuos peligrosos	58
Tabla 6. Clasificación e identificación de las características de peligrosidad	59
Tabla 7. Identificación de las fuentes y caracterización de los residuos	60
Tabla 8. Cuantificación de la generación año 2021	61
Tabla 9. Categorías de Generadores de RESPEL.....	62
Tabla 10. Media móvil RESPEL	62
Tabla 11. Matriz DOFA	68

CONTENIDOS DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Control de calidad de agua potable casino enero 2021	50
Gráfica 2. Control de calidad de agua potable casino abril 2021	50
Gráfica 3. Control de calidad de agua potable casino mayo 2021	51
Gráfica 4. Control de calidad de agua potable casino noviembre 2021	51
Gráfica 5. Control de calidad de agua potable casino diciembre 2021	52
Gráfica 6. Control de calidad de agua potable casino febrero 2021	52
Gráfica 7. Control de calidad de agua potable casino marzo 2021	53
Gráfica 8. Control de calidad de agua potable casino junio 2021	53
Gráfica 9. Control de calidad de agua potable casino julio 2021	54
Gráfica 10. Control de calidad de agua potable casino agosto 2021	54
Gráfica 11. Control de calidad de agua potable casino septiembre 2021	55
Gráfica 12. Control de calidad de agua potable casino octubre 2021	55

SIGLAS

DGA: Departamento de gestión ambiental

INCARSA: Industria carbonífera de Samacá

PGIRESPEL: Plan de gestión integral de residuos peligrosos

PTAP: Planta de Tratamiento de Agua Potable

ANEXOS

Anexo 1. Formatos de auditorías realizadas.

Anexo 2. Formato operación y dosificación PTAP.

Anexo 3. Formato calidad del agua.

Anexo 4. Formato toma de muestra de agua potable.

Anexo 5. Formato de limpieza de sistemas hidráulicos.

Anexo 6. Infografía “Residuos que se gestionan de manera especial”.

Anexo 7. Infografía “día mundial del reciclaje”.

Anexo 8. Infografía “día mundial del medio ambiente”.

Anexo 9. Programa de orden y aseo.

Anexo 10. Infografía “¿Cuál es tu huella ecológica?”.

Anexo 11. Infografía “medidas para el uso racional del agua”.

Anexo 12. Instructivo de seguridad “arreglo de conexiones hidráulicas, tuberías PVC, tuberías galvanizadas y mangueras de polietileno.

Anexo 13. Documento Excel de calidad del agua del casino.

Anexo 14. Informe método de aspersión en la planta Santa María.

Anexo 15. Bitácoras.

1. Resumen

La minería de carbón es la principal producción económica en Colombia. Por varios años se han realizado estas actividades de extracción y producción de coque en Boyacá dado que cuenta con una alta diversidad geológica. En este departamento esta es una actividad económica muy importante, permitiendo la expansión y calidad de vida de muchos habitantes (Rocha, 2018). Sin embargo, un sector también criticado debido a los impactos ambientales que genera, siendo uno de los principales sectores en afectación de los recursos naturales de la región.

Toda empresa que realice actividades extractivas como la de la minería de carbón debe cumplir con la normatividad vigente emitida por las autoridades ambientales como las corporaciones autónomas regionales quienes verifican y controlan aquellos permisos afines con el manejo adecuado de los recursos naturales. Entre ellos están los permisos de vertimientos, emisiones atmosféricas y concesión de aguas superficiales o subterráneas, junto con la ejecución de planes de manejo ambiental.

El plan de trabajo desarrollado durante el acompañamiento como pasante en la empresa INCARSA S.A.S, giró en torno al cumplimiento de estos requisitos de las autoridades ambientales. Se realizó el apoyo a procedimientos como: visitas técnicas, auditorías internas, mesas de trabajo y elaboración de conceptos técnicos entre otros. Frente a la problemática inicial se tuvo como objetivo el acompañamiento práctico y administrativo en cada una de las actividades realizadas por el departamento de Gestión Ambiental de la industria carbonífera de Samacá S.A.S.

2. Introducción

las actividades económicas son esenciales para la existencia y sostenibilidad de las comunidades, pero tienen un impacto en los ecosistemas que las rodean, sin embargo, Muchos de estos comportamientos van más allá de proporcionar un beneficio y tienen consecuencias no deseadas a nivel medio ambiental (Vargas, Bustos, & Ordoñez, 2017).

Colombia es uno de los países con mayores reservas de carbón en América Latina ya que cuenta con 1586 millones de toneladas de este mineral, lo cual permite que se garantice la obtención y producción del mismo por más de 20 años, siendo suficientes para la participación a gran escala en el mercado internacional del carbón. La producción carbonífera a nivel nacional, es una fuente generadora de insumos para industrias cementeras, químicas, siderúrgicas y de producción de coque, lo que indica que es una actividad generadora de empleo y que aporta directamente al desarrollo económico y social del país, puesto que cubre el 7% de las necesidades energéticas del mismo (García, Maya, & Bustamante, 2021).

En Colombia se producen dos tipos de carbón: el térmico que es utilizado como fuente de combustible, sometándose a un proceso de incineración para dar paso a la producción de vapor de agua y posteriormente la generación de energía en forma de calor. Por otro lado, se produce el carbón metalúrgico cuyo uso principal es para la producción química en las industrias de siderúrgica, y coque, usado para producir acero. El carbón metalúrgico en su mayoría es exportado directamente o transformado en coque; el cual tiene diferentes usos dependiendo de su granulometría, su resistencia y reactividad (Sanabria & Morales, 2020)

Las regiones mineras del departamento de Boyacá se distribuyen biogeográficamente en la región andina, es decir, en la cordillera oriental por donde corren los ríos Magdalena y Meta. Veintisiete de los 123 municipios del departamento se dedican a la industria minera, lo que representa el 22 % de las fuentes económicas de las unidades administrativas. Sogamoso, Tuta, Paipa y Samacá se encuentran entre los 27 municipios

que realizan actividades extractivas y que más aportan al PIB departamental (Zamora, 2020).

En el municipio de Samacá, gran parte de la economía depende de esta actividad. Sin embargo, esta actividad repercute en el ecosistema, afectando la calidad de vida de los habitantes y la conservación de los recursos naturales aledaños al lugar de producción minera. Lo anterior debido a que algunas industrias no cuentan con permisos ambientales vigentes para el desarrollo de sus actividades, es por esto que se implementan planes de manejo ambiental para la mitigación de impactos generados, atendiendo cada uno de los permisos ambientales que exigen las autoridades correspondientes, con el fin de promover el desarrollo sostenible. (Maurer & Polanía, 2009)

INCARSA S.A.S es una empresa líder en seguridad industrial y salud en el trabajo; enfocada, en la prevención de los riesgos en los procesos, dedicándose a la explotación del carbón metalúrgico en minería subterránea y al procesamiento del mismo para la producción de coque siderúrgico de la más alta calidad en Colombia gracias a sus composiciones químicas y granulometría, todas estas actividades productivas generan en el medio ambiente grandes impactos, principalmente la emisión de gases de efecto invernadero, generación de residuos sólidos y residuos peligrosos, afectación al suelo y así como la sobreutilización del recurso hídrico, por lo que las corporaciones autónomas regionales han diseñado procedimientos que permitan el seguimiento y control de estas actividades, teniendo en cuenta cada uno de los procedimientos requeridos para el mejoramiento ambiental, fundando un compromiso en cuanto al cumplimiento de los trámites correspondientes y de acuerdo a la normatividad ambiental vigente, previendo la conservación los recursos naturales renovables y el medio ambiente. Por tal motivo este trabajo hace énfasis en realizar un acompañamiento como pasante en INCARSA S.A.S con el fin de proponer un plan de gestión Integral de Residuos Peligrosos, realizar un diagnóstico de los consumos y pérdidas del agua en las actividades productivas y efectuar inspecciones desde un punto de vista ambiental a cada uno de los procesos de producción de la coquización.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Brindar un acompañamiento práctico y administrativo en cada una de las actividades realizadas por el departamento de Gestión Ambiental de la industria carbonífera de Samacá S.AS.

3.2. Objetivos específicos

- Proponer un Plan de Gestión Integral de residuos peligrosos (PGIRESPEL).
- Analizar el seguimiento y control ambiental de los procesos de producción que se encuentran dentro de la planta.
- Realizar un diagnóstico de los procesos de suministro de agua de la planta Milpa 1 desde el punto de vista ambiental.
- Adaptar estrategias de producción más limpia para el uso adecuado y eficiente del agua, energía y residuos sólidos en los procesos de producción.

4. Marco referencial

4.1. Marco contextual

4.1.1. Generalidades de la empresa

C.I. MILPA S.A (comercializadora Internacional Milpa S.A) nace en el año 1993 con el nombre “Inversiones Milpa LTDA”, en la que se considera la cuarta generación de Milpa, en el municipio de Samacá. En el año 1991 Milpa entra en el mercado internacional del coque con gran éxito, permitiendo la expansión de la empresa, a consecuencia de esto nace INCARSA S.A.S como una empresa aliada siendo líder en seguridad industrial y salud en el trabajo; orientada a la prevención de riesgos operacionales, en la que su operación se centra en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca, siendo el epicentro de la producción de carbón y coque metalúrgico, llegando a ser uno de los grandes productores líderes de coque metalúrgico en Colombia, por la calidad del carbón, siendo aliados estratégicos de industrias de: siderurgia, ferroaleaciones, fundición, cemento entre otras (C.I. MILPA S.A., 2021)

MISION

Dedicar toda la capacidad de nuestro talento humano a la explotación del carbón metalúrgico en minería subterránea y al procesamiento del mismo para la producción de coque siderúrgico de la más alta calidad en Colombia y una de las mejores a nivel mundial con diferentes composiciones químicas y granulométricas, cumpliendo siempre con los más altos estándares de calidad y velando de manera continua por la seguridad integral de nuestros colaboradores, el entorno social y ambiental.

VISION

Ser la empresa más productiva, mejor tecnificada y de mayor reconocimiento como prestadora de servicios para la industria carbonífera de minería subterránea y de producción de coque del país, por los productos de óptima calidad, por la seguridad integral en el desarrollo de sus procesos operativos y administrativos, y por la excelencia en la atención de sus clientes.

4.1.2. Objetivos de la empresa

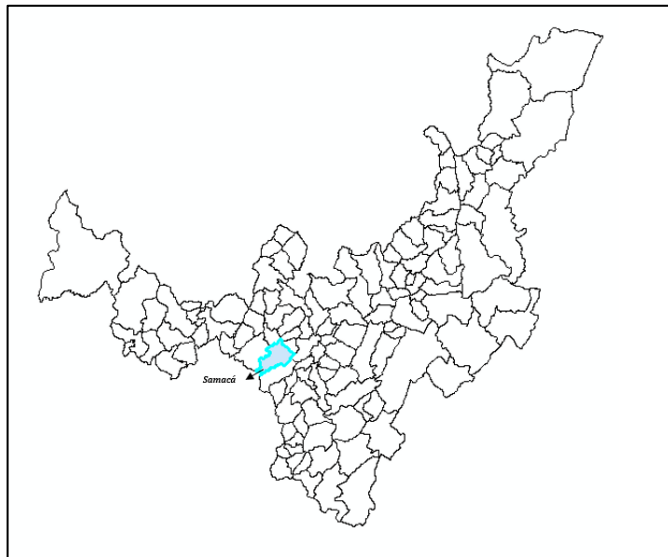
La empresa INCARSA SAS genera el carbón metalúrgico siendo este la materia prima fundamental para la producción de coque y este, del acero, dado que se garantiza los mejores procedimientos, por el cual solo se puede lograr con exploración, transformación y un gran equipo de expertos que permitan realizar extracciones seguras, garantizando la eficiencia tanto en la calidad y económico sin dejar de un lado los aspectos sociales y ambientales.

4.1.3. Localización

La práctica laboral relacionada con las labores afines a la ingeniería ambiental fue desarrollada en diferentes plantas de las Empresa INCARSA SAS localizada en su gran mayoría en el municipio de Samacá- Boyacá, Colombia.

El municipio de Samacá se encuentra ubicado en la provincia centro del departamento de Boyacá a 30Km de la capital del departamento (Tunja) con un punto de referencia de 5°29'43.01" N y 73°29'07.81" O.

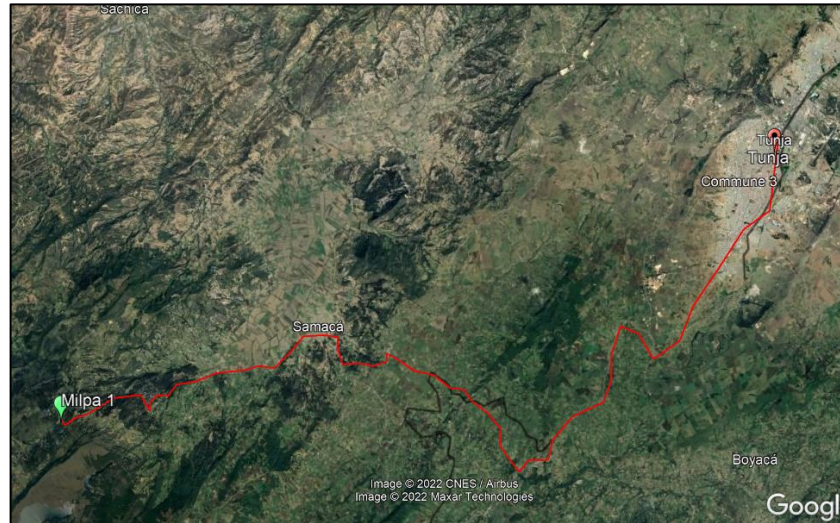
Ilustración 1. Localización de Samacá Boyacá



Fuente: autor

Donde esta tuvo lugar en diferentes plantas con las que cuenta la empresa en la vereda Loma Redonda, así mismo la gran mayoría de actividades a desarrollar fueron en la planta MILPA 1 localizada en la vereda Loma Redonda a 13,5 Kilómetros del municipio de Samacá. 5°27'59.08"N, 73°33'22.70"O.

Ilustración 2. Localización Planta Milpa 1

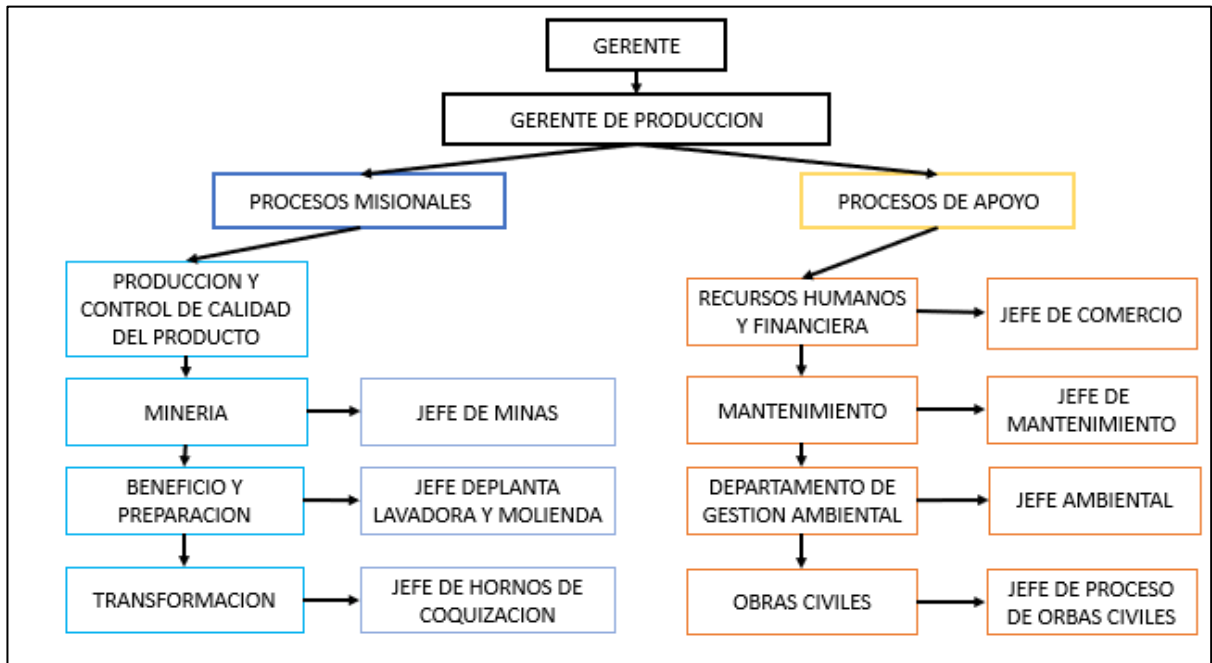


Fuente: Google Earth

4.1.4. Estructura organizacional

INCARSA S.A.S presenta dentro de su estructura organizacional un extenso número de cargos de producción, haciendo un enfoque en los departamentos que intervinieron en el desarrollo de la práctica académica a continuación se muestra un organigrama general:

Ilustración 3. Organigrama INCARSA S.A.S enfocado Procesos Práctica académica



Fuente: autor

El departamento de Gestión Ambiental está encargado de promover la conservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible de la región en cada uno de los procesos de producción de la empresa, mejorando continuamente y estableciendo lineamientos frente a la protección de los recursos naturales, optimizando así la calidad de vida del sector teniendo en cuenta cada uno de los requisitos legales vigentes.

Este proceso de apoyo aporta y juega un gran papel dentro de la empresa ya que identifica, evalúa, controla y reduce los impactos ambientales que se generan por la extracción de carbón y producción de coque, así mismo el desarrollo de estrategias para disminuir estos impactos como principalmente emisiones atmosféricas, contaminación en el recurso hídrico y toma de este para las actividades mineras y procesos de coquización, el manejo integral de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.

CI MILPA S.A cuenta con una serie de aliados estratégicos que permiten el correcto desarrollo de actividades de comercialización, en donde INCARSA S.A.S como empresa prestadora en la etapa de la práctica laboral, hace parte del grupo de aliados junto con

otras empresas más encargadas de producir la materia prima, transformarla en coque y transportarlo al puerto en el departamento del Atlántico.

4.2. Marco conceptual

La empresa INCARSA S.A.S se compromete a garantizar el bienestar general y el progreso en la calidad de vida del sector minero, a través del cumplimiento de la normatividad vigente y demás normas complementarias. Entre ellos el código de minas *Ley 685 de 2001* siendo este de gran importancia para el buen desarrollo de la extracción de carbón y producción de coque metalúrgico sin afectar o generar un daño a los recursos naturales siendo estos bienes de origen natural disponibles para contribuir al progreso de las sociedades y bienestar de manera indirecta o directa, siendo la base de vida del planeta (Marcano, 2009).

La actividad minera subterránea y la producción de coque, generan un alto impacto negativo a nivel ambiental como en la salud de las personas, sin embargo, impacta positivamente a nivel socioeconómico puesto que los aspectos productivos de la empresa acogen a nivel interno, mano de obra campesina, lo cual garantiza la mejora de la calidad de vida de las personas que laboran. En cuanto a los impactos negativos anteriormente mencionados, INCARSA S.A.S se preocupa por abarcar la mayor cantidad posible de medidas preventivas y/o de mitigación, identificando y realizando una valoración de la gravedad de estas afectaciones siempre que se tengan en cuenta los factores externos y así determinar medidas de compensación, corrección, mitigación y prevención (La Rotta & Torres, 2017).

La gestión ambiental tiene como objetivo resolver, mantener, prevenir y fortalecer el desarrollo sostenible, afín con el uso racional de los recursos naturales siendo participe la empresa mediante acciones que tiendan a disminuir el impacto generado por las actividades mineras (León G, 2005).

Por tal motivo se realizan auditorías ambientales a los procesos de producción siendo este un procedimiento mediante el cual se analiza y se evalúa las prácticas y operaciones de las empresas o proyectos, relacionado con el uso de los recursos

naturales y bienes públicos teniendo en cuenta el uso de los requisitos requeridos y políticas ambientales (Alaña, Moran, & Sanmatin, 2017).

La huella de carbono trata la dimensión del impacto de todos los gases de efecto invernadero producido por actividades antrópicas en el medio ambiente; limitando la huella en las empresas y así abarcando cada uno de los procesos que genere estas emisiones dentro de la misma, teniendo en cuenta el protocolo para la identificación de emisiones y demás que generen impactos en el cambio climático (Schneider & Samaniego, 2010).

Actividades como el proceso de coquización, generan contaminación atmosférica que se caracteriza por el cambio de las características químicas y físicas de la atmosfera, aumentando las concentraciones de los contaminantes en un tiempo determinado y afectando la calidad de vida de las personas y el medio ambiente, si bien es cierto, los contaminantes se dividen en primarios y secundarios; en los primarios se encuentra el dióxido de azufre, monóxido de carbono, amoníaco, partículas en suspensión, compuestos orgánicos volátiles y metales pesados, los cuales se caracterizan por emitirse directamente a la atmosfera, en cuanto a los contaminantes secundarios se encuentra inmerso el ácido sulfúrico y el dióxido de nitrógeno que se forman mediante procesos químicos atmosféricos que actúan sobre los contaminantes primarios (Bellón & Benitez, 2013).

Así mismo, INCARSA S.A.S, se ve obligada a hacer uso del recurso hídrico para posibilitar el desarrollo de sus procesos productivos. De acuerdo al Decreto 1076 de 2015, estos recursos hídricos se dividen en aguas superficiales, subterráneas, marinas y meteóricas, y son parte fundamental para el desarrollo de la vida y de algunas actividades económicas (Iglesias & Martinez, 2011), de tal manera la empresa se suministra de agua superficial, transportada por fuentes como arroyos y ríos que pueden variar a lo largo del tiempo, de tal forma el agua fluye por medio de la gravedad, afectada por el relieve, la vegetación, la geología y el clima hasta su punto final de

aprovechamiento (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2014).

En Colombia, el aumento de las actividades industriales, domésticas, agropecuarias y demás, han forjado preocupaciones a lo largo del tiempo por los grandes impactos generados a los recursos naturales, por lo que una de las posibles soluciones se sustenta en la implementación de un modelo económico que gire en torno al buen uso y conservación del medio ambiente, en el cual se instaura una revisión y análisis de cada uno de los procesos de producción, optimizando el consumo de estas materias primas como la energía, el agua, así como la disposición de los residuos generados con el fin de mitigar los impactos ambientales derivados de dichas actividades (Varón, 2013).

Por todo lo anteriormente mencionado, se hace necesario incorporar el concepto de producción más limpia teniendo en cuenta que establece estrategias ambientales dirigidas a los procesos, productos y servicios, que buscan reducir los riesgos en las personas y el medio ambiente, incorporando así, la sostenibilidad y sustentabilidad en todo el proceso productivo (Bernal , Beltran , & Marquez, 2015).

La generación de residuos sólidos actualmente es una de las problemáticas que más afecta la estabilidad ambiental. La implementación de prácticas operativas que integren el concepto de reciclar algunos materiales presentes en los residuos, es la clave para éxito en el control y manejo de residuos sólidos, ordinarios y especiales. (vidrio, papel, cartón, chatarra y otros materiales) generados por las actividades de producción, consumo y sobre todo un inadecuado manejo (Galvis, 2016), a medida que aumenta la generación de residuos sólidos se implementan varios programas para la cuantificación y control de estos como programas, estrategias de separación en la fuente y demás, con el fin de minimizar su nivel de producción, dentro de estos programas se encuentra los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos que tienen como objetivo reducir y aprovechar los residuos derivados de actividades productivas, cuantificación y la disposición final.

En este caso, la empresa INCARSA S.A.S, debe llevar a cabo un Sistema de Gestión integral de residuos peligrosos donde las acciones de operación, control, planeación, administración y seguimiento, se establecen para prevenir la generación de residuos e instaurar su correcta disposición final, con el objetivo de obtener beneficios ambientales (Incontec Internacional), en este caso, se fundamenta este sistema para el tratamiento de residuos teniendo en cuenta que, por sus cualidades infecciosas, corrosivas, explosivas, tóxicas o radioactivas puede causar un riesgo o daño en la salud de las personas y el medio ambiente (Martinez, 2005).

4.3. Marco teórico

La industria del carbón en Colombia

Colombia cuenta con gran riqueza en su biodiversidad y con dos grandes provincias geotécnicas en su marco geológico que comprenden la región andina y amazónica, siendo propias de yacimientos de minerales, metales básicos, productos mineros industriales, uranio, rocas ornamentales y carbón. Con el paso del tiempo Colombia ha incrementado e intensificado la economía basada en la extracción de estos minerales, teniendo en cuenta que se cataloga como una de las grandes actividades de producción que generan desarrollo económico principalmente en las zonas rurales (Diaz, 2017).

El sector minero en Colombia representa una cifra alta en cuanto a exportaciones, y es un tema de gran discusión ya que a pesar de que significa beneficios económicos y sociales, también implica riesgos, amenazas, y efectos ambientales, culturales, y políticos.

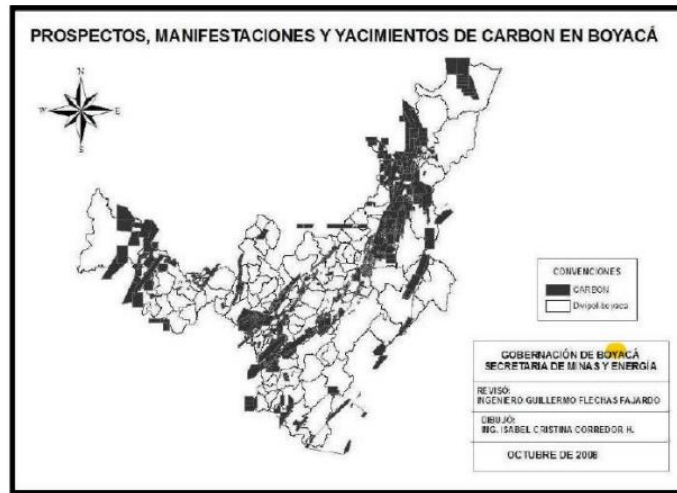
Cabe resaltar que la competitividad internacional de la industria minera de un país depende de muchos factores que están relacionados directamente con las políticas públicas, mientras que otros están fuera del control de ese país. El potencial productivo de la minería es esencial para atraer a los empresarios, sin embargo, Colombia está por debajo de Brasil, México, Perú y Chile lo que implica un bajo movimiento productivo en torno a la industria extractivista (Cárdenas & Reina, 2008).

Sin embargo, Colombia cuenta internamente con una gran escala de actividades mineras centralizadas principalmente en las PYMES. Las empresas medianas cuentan con un 26% de participación, las pequeñas con un 72% y las grandes con un 2%, donde los departamentos con mayor número de minas en pequeña escala es Boyacá sin permisos legales adecuadamente de más o menos 10 años de producción, por lo cual se catalogan como minería tradicional que no ha sido formalizada, por ende según las autoridades ambientales se ha consolidado como uno de los problemas por los cuales se ve afectado el medio ambiente (Guiza, 2013).

Minería en Boyacá

Colombia se posiciona como uno de los países con mayores reservas de carbón, siendo de gran importancia para los países extranjeros y sus grandes inversiones, ya que cuenta con minerales como el bituminoso y antracita, especialmente para utilizados en la industria térmica y generación de energía debido a su alto potencial calorífico. De tal manera, las exportaciones de carbón en Colombia suman más de cincuenta millones de dólares, consolidándose como uno de los productos con mayor potencial de exportación, en pocas palabras el sector minero representa una verdadera viabilidad para los inversionistas extranjeros y para el desarrollo del país, pero no hay que dejar de lado las grandes afectaciones que se están generando tanto a la salud de las personas como al medio ambiente (Diaz, 2017). El departamento de Boyacá se encuentra dentro del cuarto productor de carbón en Colombia y cuenta con posibilidades de expandirse más de un 4%, donde se encuentra carbón a lo largo y ancho del departamento como se evidencia en la Ilustración 4.

Ilustración 4. Yacimiento de carbón en Boyacá



Fuente: (Buitrago, 2020)

La minería de carbón en Boyacá fue apareciendo lentamente mientras se descubría el potencial minero y la capacidad carbonífera de la región, toda esta producción y extracción de mineral permitió la apertura y producción de Termo Paipa y Termo Sochagota, debido al potencial minero del municipio de Samacá, teniendo en cuenta que se desarrollaron actividades mineras por muchos años, lo cual aportó grandes beneficios no solamente al departamento, sino al país en general, siendo una de las fuentes principales económicas de población seguido del cultivo de cebolla, papa, habas, entre otros. El carbón según el Esquema de Ordenamiento Territorial se encuentra catalogado como una de las grandes reservas de mejor calidad del departamento, lo cual es de gran importancia ya que al destacarse por esta calidad (metalúrgica) ha dado origen a nuevas producciones de coquización a grandes escalas, sin embargo al tener muchas salidas de producción, la tecnología en el municipio es escasa, repercutiendo en el ecosistema y la población (Terranova, Gonzalez, & Rueda, 2022).

Impactos ambientales de la minería

Debido a las etapas de obtención del carbón, explotación minera, transporte, almacenamiento, transformación y consumo, se han desencadenado grandes

problemas ambientales, en donde la alta demanda ha generado el aumento de exploración, causando riesgos en el medio ambiente en especial a los páramos que constituyen una importante reserva y abastecimiento del recurso hídrico. Los riesgos se intensifican debido a la minería a gran escala que se encuentra cerca de estos ecosistemas, la minería ilegal y la falta de normatividad estricta y delimitación correcta para el cuidado del mismo (Rocha, 2018).

Las emisiones sobre la atmósfera a causa de estas actividades generalmente durante algunas etapas como la transformación y transporte, generan una diversidad de material particulado como cenizas y dióxido de carbono; así mismo se producen una gran serie de gases como el metano, carbono, dióxido de azufre y nitrógeno.

Por otro lado, para la extracción de carbón y transformación se necesitan grandes cantidades de agua, es por esto que se cataloga como el recurso más impactado, debido a los vertimientos ácidos de las minas que contaminan los cuerpos de agua subterráneas y superficiales, dada su composición y su contenido de sales, sedimentos y metales pesados, los cuales generan un cambio fisicoquímico al agua como el aumento de la turbidez y pH (García, Maya, & Bustamante, 2021).

También se presentan afectaciones y alteraciones en los suelos, causando hundimiento, cambios en la topografía, cambios en las características fisicoquímicas del suelo y así mismo inestabilidad en los terrenos; la flora y fauna no queda atrás debido a que los montajes de las plantas de producción minera causan remoción de la capa vegetal afectando cualquier especie nativa, generando variaciones en la textura del suelo, aumentando la deforestación, erosión y la calidad de vida del sector, sin embargo las plantaciones de eucaliptos también contribuyen con la erosión del suelo por la acumulación de estériles, que son residuos de la explotación del carbón e impiden el crecimiento vegetal (Rocha, 2018).

4.4. Marco legal

De acuerdo a lo determinado por las autoridades competentes el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Minas y Energía la empresa

INCARSA SAS comprende una amplia gama de decretos, leyes y resoluciones, acuerdos, circulares y políticas en el cual se tienen en cuenta para los distintos procesos productivos que se realizan dentro de la empresa.

Código de minas

La *ley 685 de 2001* mediante la cual se expide del código de minas, por el cual fomenta la búsqueda y aprovechamiento de los recursos mineros de propiedad estatal y privada; donde estas actividades satisfacen la demanda interna y externa de los mismos y que a su vez se ejecute las normas de explotación racional de los recursos naturales no renovables y del medio ambiente llevando a cabo un concepto claro de desarrollo sostenible y del fortalecimiento económico y social del país (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2001).

Así mismo la *Ley 1382 de 2010* habla de los aspectos más importantes de la actividad minera en Colombia en términos ambientales donde define las zonas en las que se puede efectuar la actividad minera sin generar un impacto grave a los ecosistemas alterando la sostenibilidad en la región; busca modificar el otorgamiento de concesiones mineras y minería artesanal con requerimientos de licencia ambiental para estas aspiraciones con el fin de proteger los páramos y ecosistemas, además, la implementación de un plan nacional de ordenamiento minero enfocando la localización de la población y los bienes de uso ambiental del suelo (Ley 1382 de 2010, 2010).

De acuerdo con la resolución 1023 de 2005, por el cual se adopta el protocolo para el monitoreo y seguimiento de información sobre uso de Recursos Naturales Renovables para el sector de manufacturero es decir documentación como Guías Ambientales con el fin de apoyar la gestión ambiental de proyectos, obras o actividades en el caso de la minería bajo tierra (Rubiano , 2012). Cabe destacar que dentro de estas actividades mineras se prioriza la seguridad y el control de las personas capaces de llevar a cabo el régimen con el fin de cuidar la salud de los trabajadores y la supervisión y dirección técnica de cada uno de los responsabilidades a realizar en la minería como la elaboración de informes de accidentes de trabajo y realizar mensualmente

diagnósticos, lo anterior se expide por el reglamento de seguridad en las labores subterráneas que se encuentra dentro del “Decreto 1335 de 1987” (Decreto 1335 de 1987, 1987).

Legislación ambiental

En la actualidad el país cuenta con una legislación ambiental, debido a las actividades productivas legales e ilegales que se generan es por esto que se implementan las siguientes para la protección y uso adecuado de los recursos naturales:

El otorgamiento de permisos de legislación ambiental se entiende por autoridad ambiental competente, de acuerdo con el Decreto 3930 del 2010 en el cual se encuentran: a) Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible; b) Las Corporaciones Autónomas Regionales y las de Desarrollo Sostenible; c) Los municipios, distritos y áreas metropolitanas cuya población dentro de su perímetro urbano sea igualo superior a un millón de habitantes; d) Las autoridades ambientales de que trata el artículo 13 de la Ley 768 de 2002 (Maurer & Polanía, 2009)

La empresa cuenta con la necesidad de utilizar el recurso hídrico, donde el Decreto 1076 de 2015 define el recurso hídrico como las aguas superficiales, subterráneas, marinas y meteóricas, siendo fundamental para el desarrollo de la vida y de algunas actividades para la economía (Iglesias & Martinez, 2011), de tal manera la empresa se suministra de agua superficial en el cual se encuentra en la superficie terrestre, transportándose por medio de caminos como arroyos y ríos que pueden variar a lo largo del tiempo, de tal forma el agua fluye por medio de la gravedad afectado por el Relieve, la vegetación, la geología y el clima hasta su punto final el mar (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2014).

El *Decreto 2811 de 1974* nos habla de la protección de los recursos naturales y renovables, en el cual cada una de las personas posee derecho de un ambiente sano y por esto se tienen en cuenta algunos factores que deterioran el ambiente como la contaminación del agua, suelo, aire y fauna y flora, en el cual se previenen problemas

ambientales por medio de adopción de medidas para minimizar los daños que se realizan al medio ambiente (Decreto 2811 de 1974, 1974). Análogamente el *Decreto 1090 de 2018* reglamenta el Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el cual establece resguardar la diversidad e integridad del ambiente, especialmente mantener los ecosistemas y fomentar a educación ambiental para incentivar a las personas de gozar un ambiente sano, planificando el desarrollo y protegiendo los recursos naturales, para garantizar un desarrollo sostenible (Decreto 1090 de 2018, 2018).

Por tal motivo la *Ley 79 de 1986* relata la conservación de agua y otras disposiciones como protección de áreas de reserva forestal protectora (*Ley 79 de 1986, 1986*), debido a lo anterior se rige la *Ley 373 de 1997* establece el programa para el uso eficiente de ahorro y ahorro del agua, donde se deberán implementar programas en coordinación con Las Corporaciones Autónomas y Regionales además las autoridades ambientales encargadas del buen manejo del recurso. La empresa INCARSA SAS realizar el reúso del agua utilizadas, de origen superficial, subterráneo y lluvias, en cualquier actividad que genera afluentes líquidos, donde se utilizan para actividades primarias y secundarias como apagado de hornos y riego de plantas (*Ley 373 de 1997, 1997*)

Por otro lado, el permiso que otorga la Autoridad Ambiental para obtener el derecho de aprovechar el recursos hídrico ya se superficial como quebradas, lagos, lagunas, represas entre otros y subterráneas como pozos y aljibes para actividades como abastecimiento, riego y silvicultura, uso industrial, generación de electricidad, explotación petrolera, explotación minera y tratamiento de minerales, agricultura y pesca, uso medicinal y demás teniendo en cuenta la *Resolución 0324 de 2015* “por el cual se fijan las tarifas para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de licencias, permisos, concesiones, autorizaciones y demás” en donde la Industria carbonífera cuenta con este permiso debido a los procesos de minería y lavado de carbón que se realizan para la producción de coque (*Resolución 0324 de 2015, 2015*).

Así mismo la empresa cuenta con el consentimiento de emisiones atmosféricas en el cual lo concede la CAR, mediante un acto administrativo para que cualquier persona

natural o jurídica puede realizar emisiones al aire dentro de los límites permisibles señalados en el *Decreto 948 de 1995* “por el cual reglamenta la protección y control de la calidad del aire y la generación y emisión del ruido”, el control a emisiones de ruido ya sean continuas, de impacto o transitorias se regula por establecer estándares los cuales tengan diferentes particularidades de emisiones de ruido ambiental a los lugares donde se genera, en la industria carbonífera el ruido de maquinaria industrial se clasifica entre A y B, por otro lado, las emisiones de fuentes fijas para actividades industriales tendrá un término de duración de cinco años; por el cual se clasifican en cuatro categorías de contaminantes donde deberá adoptar tecnologías limpias en el que se precisaran los aspectos técnico, económico y financieros (*Decreto 948 de 1995, 1995*)

Según el *Decreto 1575 de 2007* se rigen las características, enseres y periodicidades del control y vigilancia para la calidad del agua para el consumo humano, donde se da cumplimiento al Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano IRCA, siendo este el riesgo al no cumplimiento de las características fisicoquímicas y microbiológicas para el consumo humano; este cálculo se realiza con una muestra de agua recolectada en la red de distribución determinando así un índice promedio mensual del sistema de acueducto (*Decreto 1575 de 2007, 2007*).

Debido a la generación de residuos sólidos A partir de cada uno de los procesos de producción se lleva a cabo un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos por el cual la *Resolución 754 de 2014* “adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos” donde acoge la formulación de este plan de gestión en los municipios y esquemas territoriales, la evaluación, seguimiento, control y actualización del PGIRS, siendo incorporado en los planes de desarrollo municipales dentro de los presupuestos anuales; así mismo este evaluará la posibilidad del aprovechamiento de residuos sólidos y promover el material reciclable en la cadena productiva (*Resolución 754 del 2014, 2014*)

Análogamente el *Decreto 4741 de 2005* “por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral” dentro de las actividades de la empresa se generan residuos peligrosos por el cual se implementa un PGIRESPEL con el fin de clasificar, caracterizar e identificar los tipos de residuos generados, su peligrosidad y almacenamiento, se da cumplimiento debido a que la generación de estos aumenta los daños tanto en la salud de las personas como en el medio ambiente cuando se realiza una mala disposición final, por tal motivo se es responsable el generador de cumplir con las obligaciones establecida y garantizar el manejo integral de los residuos o desechos peligrosos (Decreto 4741 de 2005, 2005).

5. Desarrollo de la pasantía

5.1. Actividades realizadas

La práctica laboral fue realizada en la Industria Carbonífera de Samacá S.A.S Boyacá en el tiempo establecido del 1 de septiembre al 31 de diciembre del año 2021, dirigida bajo la supervisión del Coordinador ambiental el Ingeniero sanitario Javier Geovany López y las Ingenieras ambientales Tania Alejandra Alfonso y Leidy Paola Buitrago desempeñándose como supervisoras. El propósito de la pasantía se basa principalmente en la ejecución y apoyo de todas aquellas actividades propuestas por el Departamento de Gestión Ambiental, empleando y reforzando los conocimientos teóricos obtenidos a lo largo del programa de Ingeniería Ambiental, contribuyendo a la potencialización de competencias que brinden apoyo directo a los procedimientos realizados por la industria. Dentro de las actividades realizadas se llevó a cabo la elaboración de informes, correos, diligenciamiento de formatos, charlas, visitas de campo a cada uno de los procesos productivos de la empresa como inspecciones, mantenimientos, verificación de procesos, supervisión entre otros como se evidencia en Tabla 1.

Tabla 1. Actividades realizadas durante la práctica laboral

ACTIVIDADES	DESCRIPCION
Visitas	Se realizó seguimiento desde un punto de vista ambiental por medio de visitas de campo a cada uno de los procesos de producción relacionadas con el cumplimiento de actividades propuestas por el Departamento de Gestión Ambiental para el mejoramiento ambiental. Cada una de estas actividades fueron realizadas por los supervisores de cada proceso, en el cual se prestaba la colaboración de los auxiliares ambientales para su ejecución.
Auditorías Ambientales	Mensualmente se ejecutaron inspecciones con el fin de tener en cuenta cada uno de los impactos ambientales que se generan en cada uno de los procesos, con el fin de realizar un diagnóstico de los daños y así formular acciones que permitan mejorar el componente ambiental, relacionadas con el uso eficiente y ahorro de agua y energía, gestión adecuada de residuos sólidos, programa de orden y aseo, generación de emisiones atmosféricas entre otros.
Inspecciones a campo de los sistemas hidráulicos	Se ejecutaron inspecciones a tanques de almacenamiento, cunetas, escalinatas, cajas de sedimentación, trampa de grasas y reservorios de la planta Santa María y Milpa 1 debido a las condiciones climáticas del municipio de Samacá, en la vereda Loma Redonda donde se encuentra ubicada la empresa.
Toma de muestra para la calidad del agua	Se efectuó la toma de muestra de agua para cloro residual del casino Milpa 1 con el fin de realizar un diagnóstico de calidad del agua analizando cada uno de los compuestos químicos disueltos y que pueden modificar las propiedades fisicoquímicas de la misma encontrándose el cloro residual en un valor permisible entre 0,2 y 1.0 mg/lit. Así mismo se realizó la toma de muestra de agua potable del grifo del casino para ser enviada a un laboratorio certificado para el análisis fisicoquímico y microbiológico.

<p>Operación y control de Planta de Tratamiento de Agua Potable convencional</p>	<p>Se ejecutaron visitas para la operación y control de la PTAP compacta tres veces por semana, en donde se realizaba la debida dosificación y control de los medidores de consumo de agua.</p>
<p>Actualización de información del PGIRESPEL</p>	<p>Se tomaron datos en campo de entrega de residuos sólidos peligrosos a la empresa gestora con el fin de actualizar la información del plan de gestión integral de residuos peligrosos, además la implementación de etiquetado y marcación del lugar de almacenamiento de estos mismos.</p>
<p>Supervisión de labores de auxiliares ambientales</p>	<p>Se realizó el acompañamiento como supervisión a labores de los auxiliares ambientales como: limpieza de sistemas hidráulicos (cunetas, escalinatas, cajas de sedimentación, trampa de grasas, tanques de almacenamiento, tubos), arreglos y conexiones de accesorios hidráulicos, embellecimiento de áreas, siembra y cuidado de las plantas e implementación de señales, entre otros.</p>
<p>Educación ambiental</p>	<p>Se acompañó al DGA con una inducción desde el punto de vista ambiental cada quince días (15) al nuevo personal que ingresaba a laboral en la empresa. Así mismo el acompañamiento al programa implementado por Corpoboyacá y la Fundación Milpa para todos los niños de colegios y escuelas del municipio de Samacá.</p>
<p>Elaboración de informes</p>	<ul style="list-style-type: none"> a) Diagnóstico y registro de datos del micromedidor de agua con el fin de tener en cuenta el consumo de los reservorios y planta de tratamiento de agua potable para actividades como apagado de hornos, así mismo del casino y oficinas. b) Diligenciamiento de formatos para el control de cada operación o actividad realizada. c) Diagnóstico de la calidad del agua de la Planta de Tratamiento de Agua Potable por medio de un análisis grafico de pH y cloro residual.

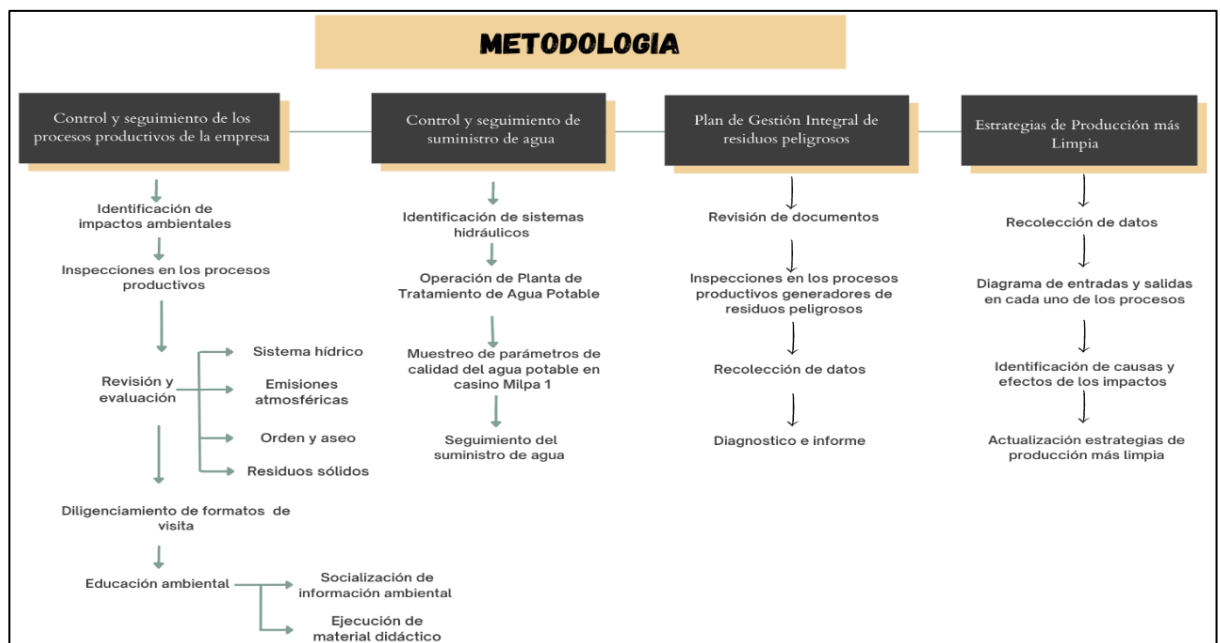
	<p>d) Recolección de información y desarrollo de un informe del sistema de aspersión de la planta Santa María.</p> <p>e) Se actualizo el instructivo de seguridad para el “arreglo de conexiones hidráulicas tuberías PVC, tubería galvanizada y mangueras de polietileno”</p>
Otras	Capacitaciones, charlas, archivo, diapositivas, letreros, afiches, folletos, videos.

Fuente: Autor

5.2. Metodología

La metodología empleada para la ejecución de las actividades de la práctica laboral en la empresa INCARSA S.A.S se evidencia en la Ilustración 5 y se divide en cuatro etapas: Control y seguimiento de los procesos productivos de la empresa, control y seguimiento del suministro de agua de la empresa, implementación de un Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos y la adaptación de estrategias de Producción más Limpia.

Ilustración 5. Metodología del trabajo



Fuente: Autor

5.3. Desarrollo de actividades

5.3.1. Control y seguimiento de los procesos productivos de la empresa.

La explotación del carbón es una de las grandes actividades mineras del municipio de Samacá, consolidándose como el primordial componente para dar inicio a la producción del coque, puesto que ha generado grandes oportunidades de empleo no solamente al municipio, sino al departamento de Boyacá, donde es exportado y utilizado en diferentes países como materia prima en la industria metalúrgica (Buitrago, 2020). Es importante destacar que los mayores impactos y afectaciones que genera esta actividad de coquización en el municipio son la degradación del paisaje, la afectación al sistema hídrico y las emisiones atmosféricas alterando y afectando permanentemente el ecosistema.

Para el desarrollo se tiene en cuenta cada uno de los procesos productivos de la empresa; Beneficio, transformación y grupos de apoyo entre los cuales se hallan equipos indispensables como la planta lavadora, molino convencional y vertical, laboratorio, hornos de coquización, almacén, taller de mantenimiento de maquinaria amarilla entre otros, en donde se identificaron cada uno de los componentes ambientales en el área de evaluación, para llegar a la caracterización de aspectos e impactos por medio de una matriz de aspectos e impactos ambientales, posteriormente se realizaron auditorías ambientales mensualmente con una visita de campo a cada uno de los procesos con el supervisor de planta, se generaron acciones que permitieron mejorar el componente ambiental, relacionadas con el uso eficiente y ahorro de agua, la gestión integral de residuos sólidos y peligrosos, orden y aseo, generación de emisiones atmosféricas, entre otros, por medio de formatos de análisis como se evidencia en el Anexo 1.

Según los criterios de evaluación para cada uno de los procesos, se implementó de forma similar el método de evaluación para la gestión de los residuos sólidos, donde la planta Milpa 1 y Santa María cuentan con un depósito de almacenamiento de residuos

aprovechables, aparatos eléctricos y electrónicos RAEEES, no aprovechables, con el propósito de ser recolectados en un solo lugar.

Se acompaña con la supervisión del conteo y pesaje de residuos orgánicos, donde el 10% de estos residuos son llevados al lumbricultivo con el que cuenta la empresa, de igual forma, se realizó un procedimiento equivalente con los residuos aprovechables como los envases plásticos, tapas y cartones junto con un diagnóstico de la cantidad de residuos generados.

En concordancia con el decreto 4741 de 2005, que reglamenta el manejo de los residuos o desechos peligrosos y habla de los compromisos del generador, donde se debe mantener actualizada la información y ser registrada, se implementa en INCARSA S.A.S, un registro cuantitativo de los residuos que se generan al año; así como los residuos peligrosos que genera el taller de mantenimiento de maquinaria amarilla que son llevados a un cuarto de almacenamiento de RESPEL, en el cual se supervisa la recolección, pesaje y descripción de cada uno de los residuos peligrosos por parte de la empresa gestora, así como la entrega de residuos eléctricos y electrónicos seis veces al año. El día 12 de septiembre se hace partícipe de la última entrega de estos residuos donde se cumple la supervisión al conteo y pesaje de estos residuos siendo entregados a la empresa gestora. Debido a estas inspecciones ambientales se generan campañas, programas y charlas de educación ambiental que se definen a continuación:

- **Día del árbol:**

Se participó en una jornada de reforestación con la compra de 100 especies de *Holly liso* cumpliendo así con el programa establecido por la empresa “*siembra un árbol siembra vida*”, ejecutando una campaña de siembra y dando charlas de la importancia del cuidado, preservación y e incentivos alusivos a la siembra de árboles para cada uno de los trabajadores como horneros, supervisores, personal de servicios generales, ingenieros entre otros.

- **Programa guardianes del medio ambiente:**

Se ejecutó un acompañamiento a la Fundación Milpa por medio del Departamento de Gestión ambiental al programa de guardianes del medio ambiente con el fin de dar a conocer a los niños de colegios y escuelas de zonas rurales la cartilla “*Bosques, Comunidades y Aves*” e implementar y concientizar sobre la importancia del cuidado del agua, aire, suelo, fauna y flora.

- **Riesgo químico:**

El Departamento de Gestión Ambiental realizó una jornada donde se llevaron a cabo charlas técnicas en torno a la disposición final de residuos peligrosos, el manejo, almacenamiento, etiquetado, los riesgos tanto en la salud de las personas como en el medio ambiente y su clasificación como tóxicos, comburentes, inflamables, extremadamente inflamables y corrosivos.

- **Gestión integral de residuos sólidos:**

Se evidencia la mala gestión y disposición final de los residuos sólidos en cada uno de los puntos ecológicos de los procesos de producción, debido a esto se realizaron charlas lúdicas por medio de materiales y/o presentaciones didácticas con el fin de informar y recordarle al personal de la empresa la correcta separación en la fuente, dando a conocer el nuevo código de colores con el fin de que se convierta en un hábito cotidiano.

- **Día de la educación ambiental:**

El Departamento de Gestión Ambiental realizó una jornada ambiental en el cual se ejecutaron charlas técnicas y actividades lúdicas con el fin de concientizar al personal de trabajo de la importancia de la educación ambiental para la optimización de sus labores, en la toma de decisiones hacia la protección del medio ambiente, haciendo énfasis en la crítica situación actual del planeta por las actividades generadoras de afectaciones a los ecosistemas.

- **Orden y aseo:**

Mensualmente el Departamento de Gestión Ambiental actualiza el material didáctico del programa implementado como orden y aseo con el fin de recordar a los trabajadores la manera correcta de conservar un ambiente agradable y motivarlos para que se hagan partícipes de esta iniciativa encaminada a la clasificación, organización, higienización, bienestar personal y autodisciplina, por medio de la elaboración de carteles, infografías y socializaciones resaltando la importancia de la implementación de este programa en cada uno de los procesos.

- **Inducción al integro de personal de la empresa:**

Se realizaron charlas informativas al nuevo personal que ingresa a trabajar a la empresa, en donde se resalta algunas actividades que realiza el Departamento de Gestión Ambiental dentro de la empresa como el manejo ambiental, los permisos ambientales, los aspectos e impactos ambientales que generan los procesos de producción, funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable y Agua residual, la importancia de separar en la fuente, programas ambientales como: *“cada botella cuenta”, “siembra un árbol, siembra vida”, “cero icopor”, “Guardianes del medio ambiente”, “reciclando ando”, y “lechas ganas al ambiente”* , almacenamiento, riesgos y un buen manejo de los residuos peligrosos, plan de establecimiento y manejo forestal.

5.3.2. Control y seguimiento de suministro de agua.

La empresa INCARSA S.A.S cuenta con una Planta de Tratamiento de Agua Potable-PTAP convencional construida en poliéster reforzado con fibra de vidrio PRFV con latitud 5°27'53,80" N y longitud 73° 33'14,72" O, con una capacidad de 1,5 LPS- 5,4 m³/h, en donde el agua cruda posee características como turbiedad, color, sólidos suspendidos, dureza, pH y presencia de coliformes totales y fecales. De acuerdo a lo

anterior, se establece que el diseño de la Planta de Tratamiento de Agua Potable debe incluir las siguientes operaciones unitarias.

- **Torre de aireación y oxidación:** en este proceso el agua cruda debe ponerse en contacto con el aire con el fin de modificar la concentración de sustancias volátiles y absorber metales pesados como el hierro y magnesio que contiene el agua. Sobre las bandejas de la torre se vierte el agua cruda; de tal forma que se genere una caída del agua a la bandeja.
- **Mezcla rápida:** está constituida por una caja en PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) cuya función es la de mezclar de manera rápida y homogénea el coagulante (sulfato de aluminio Líquido), actuando de tal manera que desestabilice las partículas coloidales que dan al agua la turbiedad y el color.
- **Floculación:** aglomeración de partículas coloidales, las cuales aumentan de tamaño y de peso, formando flóculos. Este proceso se desarrolla de una manera lenta con el fin de evitar el rompimiento de flóculos formados; el agua floculada se recoge en una canaleta superior y luego va a la zona de decantación.
- **Sedimentación:** permite la decantación rápida de los flóculos por medio de módulos de sedimentación, inclinados a 60° permitiendo una velocidad de sedimentación de 5.5 m³/m²/hora.
Esta cámara de flóculos cae al fondo por su peso permitiendo una rápida clarificación del agua, posteriormente el agua se recoge en la parte superior mediante una canaleta pasando al filtro.
- **Filtración:** eliminar los sólidos suspendidos y los flóculos que hayan podido pasar al sedimentador y que no alcanzaron a ser decantadas en el mismo. Este se encuentra compuesto por arenas de diferentes granulometrías, carbón y

antracita. La velocidad de filtración varía entre $120\text{m}^3/\text{m}^2/\text{día}$ y se compone de los siguientes elementos:

- a. Cámara de entrada de agua del colector de clarificación unida con brida.
- b. Una cámara de entrada a zona filtro.
- c. Lechos filtrantes compuestos por gravas, arenas y antracitas.
- d. Tubos colectores de agua filtrada recubiertos por PRFV con ranuras roscadas para recibir las boquillas.
- e. Boquillas colectoras de agua de 0,4 mm en propileno.
- f. Cono central del filtro que recoge el agua filtrada a cámara de agua de lavado.
- g. Accesorios para desfogue del filtro, tubo de salida de agua filtrada y sistema de regulación de lavado.

Tabla 2. Elementos de filtración

DESCRIPCION	ALTURA (cm)	CANTIDAD (Kg)
Grava 1/2 "	8	150
Grava 1/4"	4	50
Grava 1/8"	4	50
Arena 12-20	6	100
Arena 20-30	15	300
Antracita	15	150
TOTAL		800

fuentes: autor

Ilustración 6. Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP compacta



Fuente: autor

El objetivo general de la pasantía fue brindar apoyo en cada una de las actividades que realiza el Departamento de Gestión Ambiental de la empresa *INCARSA S.A.S* incorporando la supervisión y el manejo de la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP compacta dado que se pone en marcha dos veces a la semana durante 24 horas con el fin de abastecer cinco tanques de 10000 litros para uso del casino y del personal de la empresa, cada vez que se ejecutaba esta operación respectivamente se llevaba un debido control por medio de los formatos expuestos en el anexo 2, de igual forma se supervisó la aplicación y medición adecuada de la dosificación del coagulante y el desinfectante por medio de un formato que evalúa los procedimientos del instructivo de seguridad y salud en el trabajo que se encuentra en el anexo 3, de acuerdo a lo anterior se realiza la revisión de los tanques de almacenamiento de sulfato de aluminio e hipoclorito de sodio, por consiguiente se llenan los tanques de 250 litros a la mita de

agua y se le añade al primer tanque 20 litros de sulfato de aluminio y al segundo 13 litros de hipoclorito de sodio, luego se dejan llenar al tope de agua mezclando correctamente, y por último se realiza una revisión a las bombas dosificadoras con el fin de que no quede fuga alguna de aire.

Durante la práctica laboral se realizó toma de muestra de cloro residual y pH por medio del *Kit de cloro libre tipo disco HACH- CN66F* al agua en el casino de la planta Milpa 1, catalogado como el método más rápido y sencillo para evaluar el cloro residual. En esta prueba se vierte un reactivo de cloro a una muestra de agua, que la tiñe de color rojo, donde la intensidad de color se compara con una tabla de color modelo para determinar la concentración de cloro en el agua, entre más intensa es la tonalidad, mayor es la concentración de cloro en el agua, luego de esto se diligencia un formato anexo 4 para llevar un control diario.

De igual forma para controlar y mejorar la calidad del agua para consumo humano el Departamento de Gestión Ambiental envía una muestra de agua del grifo del casino mensualmente a un laboratorio certificado por el IDEAM a la ciudad de Duitama, dando a conocer un análisis microbiológico y fisicoquímico, básicos como turbidez, color aparente, pH, cloro residual libre, coliformes totales y *Escherichia coli*. Se realiza la toma de muestra de agua a finales de cada mes, teniendo en cuenta que el principal uso es el consumo humano. De acuerdo a lo anterior, se debe flamear la boca del grifo dejando escurrir el agua libremente por algún tiempo, luego de esto se llena la bolsa hasta el tope, sin pegarlo a la llave, dejando una pequeña cámara de aire en la parte superior. Así mismo se realiza para el análisis fisicoquímico donde se tomó el recipiente plástico y se procedió a llenarlo parcialmente con la muestra, se tapa y agita para enjuagar y desocuparlo de igual forma repitiendo esta operación por lo menos dos (2) veces antes de llenar y tapar definitivamente el recipiente y por último se envía dentro de una caja de icopor refrigerante con el respectivo formato diligenciado (cadena de custodia de toma y recepción de muestra de agua) GT-AG-01 como lo muestra anexo 5.

La empresa cuenta con ocho (8) reservorios los cuales dos (2) de ellos son destinados para consumo humano y necesidades como baños y lavado de manos, y los seis (6) restantes para apagado de hornos y demás necesidades de los procesos de producción. Periódicamente se realiza un recorrido a los reservorios para identificar y evaluar el nivel de consumo en las actividades de la empresa y evaluar si cada uno de ellos se están abasteciendo de manera eficaz sin exceder el punto de rebose. Cada ocho (8) días se diligencia un respectivo informe. Igualmente se realiza periódicamente una revisión a sistemas hidráulicos como cunetas, trampa de grasas, escalinatas, tanques de almacenamiento, cajas de sedimentación, pozos entre otros diligenciando respectivamente un formato adjunto en el anexo 6.

5.3.3. Plan de gestión integral de residuos peligrosos RESPEL.

El plan de gestión integral de residuos peligrosos se basa en un control y cuantificación de los residuos peligrosos generados por alguna actividad, en el cual se identifican las siguientes características: corrosividad, explosividad, reactividad, toxicidad, inflamabilidad y patógenos. Estas condiciones pueden generar afectaciones para la salud de las personas, así como la fundamentación de grandes impactos negativos al medio ambiente debido a un uso inadecuado y mala disposición final. INCARSA S.A.S cuenta con un plan de gestión integral de residuos peligrosos RESPEL con el fin de identificar las fuentes generadoras en cada proceso de producción y cuantificar la generación de estos anualmente. Siguiendo el objetivo de la práctica laboral en torno al acompañamiento continuo al Departamento de Gestión Ambiental a la vigilancia y registro de recolección de estos residuos por parte de la empresa gestora PROSAMCOL S.A.S, se realizó el procedimiento tres veces del año 2021, donde se contribuyó a la actualización de este plan de gestión integral de residuos peligrosos con la búsqueda de información de archivos de las entregas anteriores, enfocando principalmente la cuantificación, pesaje y tipo de residuo como aceites usados, filtros de aceite, filtros de aire, filtros de combustible, borras, residuos contaminados con hidrocarburos, cartones, aserrín, plásticos contaminados y recipientes contaminados por aceites. Así mismo se hizo un aporte adicional a la problemática ambiental, proponiendo un

diagnóstico y actualización de datos por medio de un informe, que establece la importancia del etiquetado en la caseta de acopio de residuos peligrosos que se encuentra en el taller de mantenimiento de maquinaria amarilla y surtidor de la planta Milpa 2 con el fin de evitar accidentes y cumplir con la normatividad vigente.

5.3.4. Estrategias de producción más limpia

La empresa INCARSA S.A.S cuenta con cuatro procesos a nivel productivo: la explotación, beneficio, transformación y grupos de apoyo. en cada uno de ellos se generan impactos debido a que sus actividades se encuentran relacionadas con la extracción de carbón y transformación del mismo como se habló anteriormente, durante la práctica laboral se acompañó al Departamento de Gestión Ambiental en la optimización de la gestión ambiental responsable por medio de la instauración de políticas y estrategias de Producción más limpia, así como mejoras en el proceso, buenas prácticas operativas, mantenimiento de equipos, reutilización y reciclaje con el fin de contribuir al cumplimiento de la legislación ambiental.

En primer lugar, el proceso de explotación se atribuye sus actividades a la minería subterránea para la extracción de carbón para el cual el punto de vista ambiental se lleva a cabo por ingenieros de minas y ambientales, por otro lado, el proceso de producción de beneficio constituye la planta lavadora, molino convencional y vertical, patios de acopio donde se lava el carbón y se muele para ser llevado al siguiente procedimiento, la transformación resulta de la producción del coque para el cual se lleva el carbón molido a los hornos de coquización de tipo solera y colmena, se procede a realizar la clasificación y cargue y por último se encuentran los grupos de apoyo como el taller de mantenimiento de maquinaria amarilla, obras civiles, oficinas y parte administrativa.

En cada uno de estos procesos se implementan estrategias de producción más limpia con el fin optimizar recursos, mejorar el nivel de competitividad, producción y rendimiento, lo anterior por medio del acompañamiento y actualización de algunas estrategias de producción más limpia teniendo en cuenta las inspecciones realizadas

mensualmente a cada uno de los procesos para ejecutar un diagrama de entradas y salidas, definiendo cada uno de los procesos de producción, identificando las causas y efectos de los aspectos ambientales que genera las actividades y apoyando la actualización de las estrategias de producción más limpia en algunos procesos.

6. Resultados

6.1. Control y seguimiento de los procesos productivos de la empresa.

Se partió de la definición de los puntos de evaluación de los procesos de coquización, especificando cada una de las características de la explotación del mineral y todo lo que el proceso conlleva. El carbón es un mineral empleado como combustible fósil, que se divide en distintas categorías dependiendo su porcentaje de carbono (Mora, 2015). El carbón metalúrgico parte del carbón bajo volátil, carbón medio volátil y carbón alto volátil. Debido a lo anterior el coque es un combustible que se forma a partir de la pirolisis del carbón metalúrgico en los hornos de coquización a temperaturas de 800 y 1400 grados centígrados, sustentando su uso principalmente en la fabricación de acero de las siderúrgicas.

PROCESOS PRODUCTIVOS DE INCARSA S.A.S

a) Patios de acopio:

Una vez extraído el material de la mina el carbón metalúrgico se transporta a los patios de acopio de la Planta Santa María depositándose en pilas con una altura de tres metros aproximadamente, protegidas con módulos con el fin de evaluar su calidad y ser llevado al proceso de lavado o entrar directamente a la zona de mezclas.

Ilustración 7. Patio de acopio Milpa 1



Fuente: autor

b) Lavado de carbón

El carbón que fue examinado mediante análisis de laboratorio permite establecer la calidad de estos carbones, en donde si el valor de ceniza es superior al 10% van a la planta lavadora; pero si el valor es menor este entra directamente a la zona de mezclas. Este proceso es implementado debido a que el carbón sufre una mezcla con otros minerales inertes afectando la calidad del producto final (coque), por lo cual se aplica dicho procedimiento de lavado de carbón para retirar tales materiales.

Ilustración 8. Planta lavadora Santa María



Fuente: autor

c) Mezcla y molienda

El material debe poseer algunas particularidades químicas y físicas antes de ser llevado al proceso de coquización, de acuerdo a lo anterior, se hace necesario mezclar los diferentes tipos de carbones para obtener una fórmula de calidad que ya se encuentra establecida; ya mezclados siguen al proceso de molienda donde son triturados hasta llegar a la granulometría ideal para ser llevados al procedimiento de coquización.

Ilustración 9. Molino Vertical



Fuente: autor

Ilustración 10. Mezcla de carbón



Fuente: autor

d) Coquización

Las plantas de coquización realizan la combustión del carbón a altas temperaturas entre 900 a 1200 grados centígrados con una duración de 48 a 72 horas dependiendo de la carga con la que sea llenado el horno. Los hornos tipo colmena se caracterizan por ser de forma circular y de colmena como su nombre lo indica, con el fin de irradiar el calor uniformemente, cuenta con una puerta de salida donde el producto es extraído manualmente y en la parte superior una puerta para poder nivelar el carbón y graduar la entrada del aire, por otro lado los hornos tipos solera son una modificación de los colmena, en busca de perfeccionar la calidad del producto y ser más eficiente, se caracterizan por ser de forma rectangular con puertas a ambos extremos donde el coque es expulsado por medio de una empujadora o barra y es enfriado a través de una torre de apagado mediante dispersión de agua durante 8 minutos.

Ilustración 11. Hornos tipo Solera



Fuente: autor

Ilustración 12. Hornos tipo Colmena



Fuente: autor

e) Cribado

El coque es transportado en tolvas para ser llevado por medio de bandas a las cribas, separando los diferentes tamaños que son previamente solicitados por el cliente, finalmente se distribuye en vehículos de carga con capacidad de 35 toneladas para ser llevado al puerto o industrias.

Ilustración 13. Cribas Milpa 1



Fuente: autor

Teniendo en cuenta los procesos productivos descritos anteriormente, se analizaron los aspectos e impactos que generan los métodos de producción como lo muestra la matriz de identificación de impactos (Tabla 3)

Tabla 3. Matriz identificación de aspectos e impactos

Procesos	Actividades	Aspectos ambientales identificados	Impactos ambientales identificados
Beneficio	Planta lavadora	Consumo de agua	Agotamiento de los recursos naturales
		Consumo de energía	
		Emisión de polvo	Contaminación atmosférica
		Residuos sólidos	Contaminación del suelo
			Perdida del suelo y cobertura vegetal
		Ruido	Contaminación auditiva
	Montaje	Perdida de cobertura vegetal, especies nativas y hábitad de animales	
	Molino vertical y convencional	Material particulado	Contaminación atmosférica
		Emisiones atmosféricas	Enfermedades respiratorias
		Residuos sólidos	Cambio en las propiedades fisicoquímicas del suelo
Contaminación del agua			

Transformación	Hornos de coquización	Consumo de agua	Agotamiento de los recursos naturales
		Consumo de energía eléctrica	Cambio paisajístico
			Afectación a la flora y fauna
		Residuos peligrosos	Contaminación de las fuentes hídricas
			Cambio paisajístico
		Afectación en la salud de las personas	
Levantamiento de cobertura vegetal	Afectación a la fauna y flora		
Gases nocivos	Generación de lluvia acida		
Grupos de apoyo	Taller de mantenimiento de maquinaria amarilla	Residuos peligrosos	Cambio en las propiedades fisicoquímicas del suelo
		Consumo de agua	Contaminación del recurso hídrico
	Obras civiles	Generación de residuos de demolición y construcción	Cambio de propiedades fisicoquímicas del agua
			Contaminación de la fuente hídrica
		Perdida del suelo	
	vibraciones	Perdida de cobertura vegetal	
	Administración	Residuos sólidos	Perdida del suelo
		Consumo de agua	Cambio paisajístico
		Consumo de agua	Cambio de propiedades fisicoquímicas del agua

Fuente: autor

El Departamento de Gestión Ambiental efectúa “inspecciones” desde un punto de vista ambiental programadas dentro de un plan de Auditorías internas que se basa en los reportes presentados y actividades para el mejoramiento del área de trabajo de cada uno de los procesos de producción, por ende, se realizan visitas de campo a cada uno de estos procesos con el fin de reducir los impactos mencionados anteriormente y prolongar actividades de mejora por medio de tareas como:

- Evacuación de escombros.
- Arreglo y mantenimiento de módulos laterales.
- Evacuar residuos peligrosos como aceites y grasas que se encuentran en el área.
- Evacuación y programación de descargue de chatarra y jornadas de recolección de residuos sólidos.

- Programar limpiezas de sedimentadores, sumideros, trampas de grasas, cajas de sedimentación entre otros.
- Adecuar kits antiderrames con los insumos necesarios para evitar derrames de residuos peligrosos.
- Mantenimientos de hornos, boquillas, pisos, ductos y cámaras de post combustión.
- Confinamiento de bandas, tolvas y molinos.
- Altura permisible establecida dependiendo la granulometría de las pilas de carbón y coque.
- Selección en la fuente, adecuación de los puntos ecológicos.
- Corregir fugas de mangueras, cambiando registros y ajustando abrazaderas.
- Instalar señalización pertinente para el cuidado y prevención.
- Arreglo de cajones de acopio de cenizas y material evitando que se generen regueros.
- Implementación del programa de orden y aseo de las áreas de trabajo.
- Actividades de ornato y embellecimiento de áreas.
- Uso eficiente y ahorro de agua y energía.
- Capacitaciones y charlas desde un punto de vista ambiental al personal de cada proceso.

Debido a las actividades mencionadas anteriormente, el DGA apoya principalmente aquellas enfocadas en la realización de charlas de educación ambiental, por lo que se procede a realizar un cronograma de capacitaciones de responsabilidad ambiental para el año 2022 y diseño de infografías y documentos expuestos en la Tabla 4. Por otro lado, se efectuaron charlas cada 15 días en torno a cada uno de los procesos de producción con el fin de generar conciencia y recordar la importancia del buen uso y disposición final de los residuos sólidos y peligrosos, el riesgo químico, así como la relevancia de los días conmemorativos en materia ambiental del calendario ambiental, de igual forma se incluye el programa de orden y aseo y por último se realizan inducciones al personal nuevo de la empresa con el propósito de dar a conocer el proceso que desarrolla el

Departamento de Gestión Ambiental, destacando la importancia de la implementación de educación ambiental que realiza la empresa, además del acompañamiento al programa “Guardianes del medio ambiente” como se muestra en las Ilustraciones 14-15-16-17.

Tabla 4. Cronograma de charlas de responsabilidad ambiental

CRONOGRAMA CHARLAS DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL AÑO 2022		
Enero	Acuerdos sostenibles “Corpoboyacá”	
Febrero	Política de gestión ambiental INCARSA S.A.S	
Marzo	Residuos que se gestionan de manera especial	Anexo 7
Abril	Permisos ambientales	
Mayo	Día mundial de reciclaje	Anexo 8
Junio	Día mundial del medio ambiente	Anexo 9
Julio	Programa de orden y aseo	Anexo 10
Agosto	Reciclaje, clasificación de residuos	
Septiembre	Contaminación por ruido	
Octubre	Cuál es tu huella ecológica	Anexo 11
Noviembre	Contaminación atmosférica y mecanismo de reducción	
Diciembre	Medidas para el uso racional del agua	Anexo 12

Fuente: autor

Ilustración 14. Inducción al personal que ingresa



fuentes: autor

Ilustración 15. Día del árbol Milpa IV



Fuente: autor

Ilustración 16. Charlas pre turno temas ambientales



Fuente: autor

Ilustración 17. Programa Guardianes del Medio Ambiente



Fuente: autor

Finalmente se realizó un instructivo como aporte a la empresa para la seguridad y el buen uso de herramientas para arreglo y conexiones hidráulicas de tuberías PVC, tuberías galvanizadas y manguera de polietileno como se observa en el anexo 13.

6.2. Control y seguimiento de suministro de agua.

El departamento de Gestión Ambiental en una de sus actividades, realiza la operación y control de la Planta de Tratamiento de Agua Potable compacta, dentro la operación se encuentra la dosificación del coagulante (sulfato de aluminio) y desinfectante (hipoclorito de sodio), cálculo de consumos y análisis de calidad del agua a través de muestra de agua potable diaria. De acuerdo a lo anterior se inicia la operación y control de la PTAP compacta durante un periodo comprendido entre el 10 de septiembre hasta el 31 de diciembre del año 2021. A nivel operativo se realiza una dosificación adecuada de los productos químicos correspondientes para el tratamiento debido a las propiedades y características que trae el agua del punto de captación, lo anterior por medio de vía húmeda con bombas dosificadores mediante el uso de tanques plásticos

de 250 litros para mezcla de los mismos; el coagulante (sulfato de aluminio), tiene como función desestabilizar los coloides presentes en el agua con una concentración del 7%, si la fuente de captación es el reservorio 2 % y 10% si la fuente de captación es del reservorio 1. De acuerdo a lo mencionado se consensa un aumento con el fin de mejorar la turbidez como propiedad física del agua. Por otro lado, se manipula el hipoclorito de sodio para eliminar las bacterias presentes en el agua, donde esta pasa filtrada al tanque de sedimentación y de allí es conducida al tanque de almacenamiento, en este trayecto se aplica hipoclorito de sodio con una concentración del 10%.

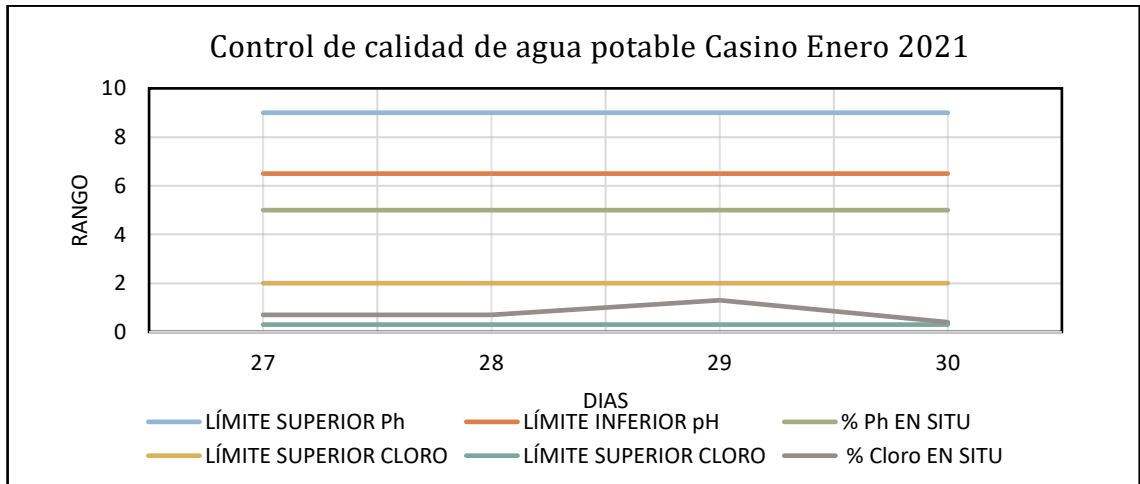
Análogamente, durante el periodo de práctica se realizan tomas de muestra de cloro libre diariamente, por medio del *Kit de cloro libre tipo disco HACH- CN66F* y pH Ilustración 18. Las muestras se toman directamente del grifo y se destinan para el consumo; de tal manera se realiza un análisis específicamente de la calidad del agua potable del lugar del casino del año 2021 anexo 14 donde los meses de enero, abril, mayo, noviembre y diciembre cumplieron con valores entre los rangos 0,3 a 2 mg/L establecidos por la resolución 2115 del 2007 y el Decreto 1575 de 2007, por otro lado el pH del agua para consumo humano, deberá estar comprendido entre 6,5 y 9.0 en el cual el agua del grifo del casino arroja un valor aproximado entre 4,5 y 5 como lo exponen las siguientes gráficas.

Ilustración 18. Toma de cloro libre



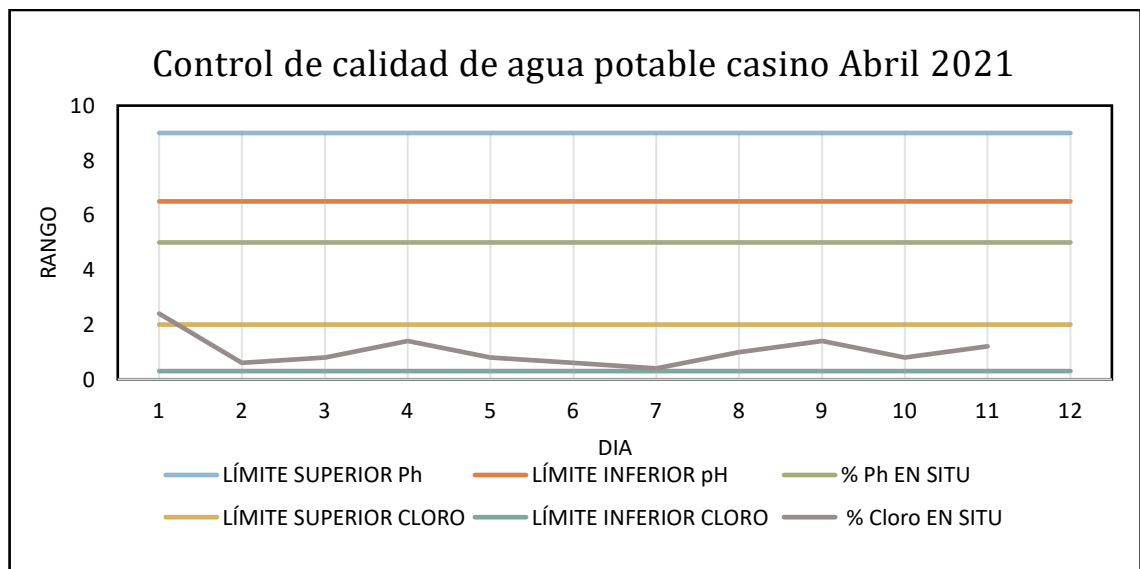
Fuente: autor

Gráfica 1. Control de calidad de agua potable casino enero 2021



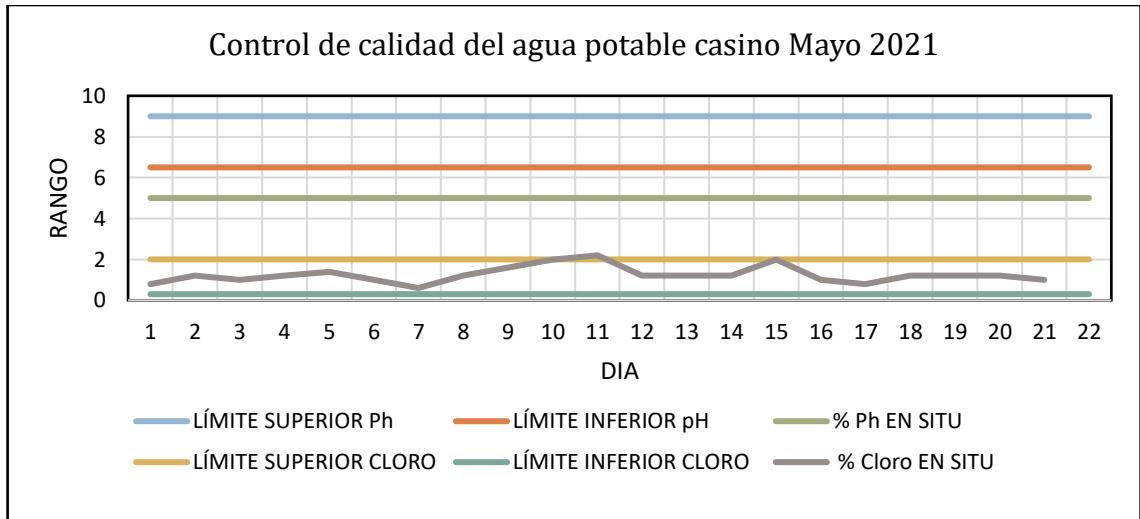
Fuente: autor

Gráfica 2. Control de calidad de agua potable casino abril 2021



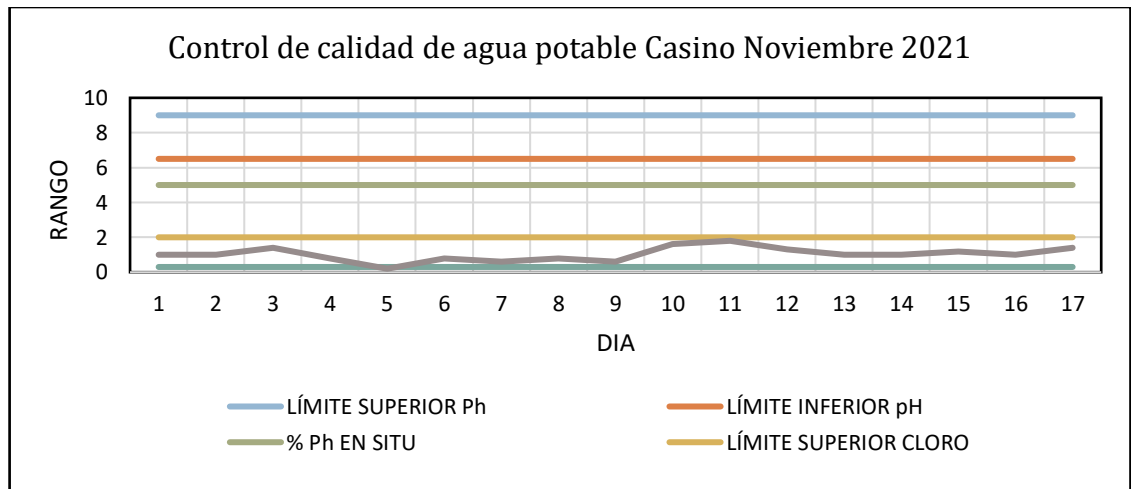
Fuente: autor

Gráfica 3. Control de calidad de agua potable casino mayo 2021



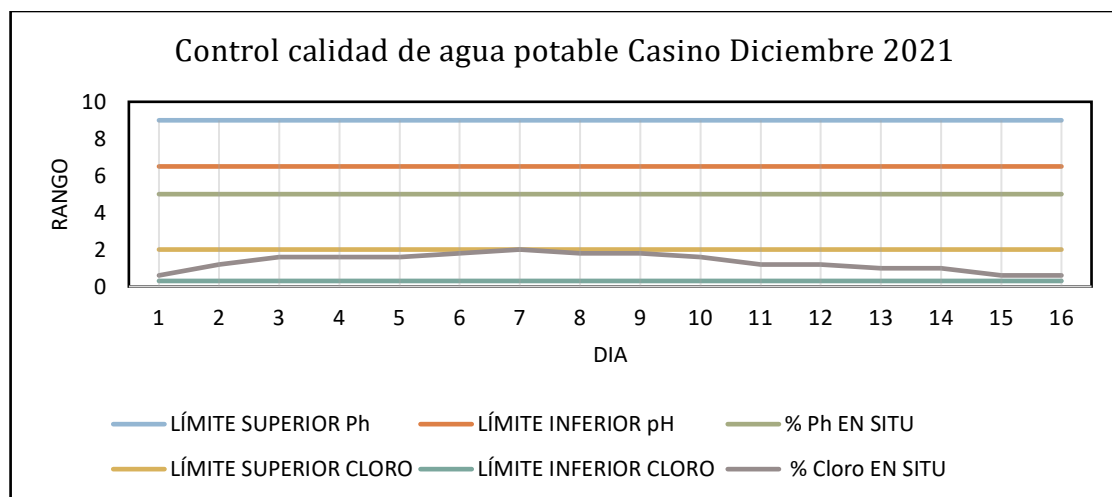
Fuente: autor

Gráfica 4. Control de calidad de agua potable casino noviembre 2021



Fuente: autor

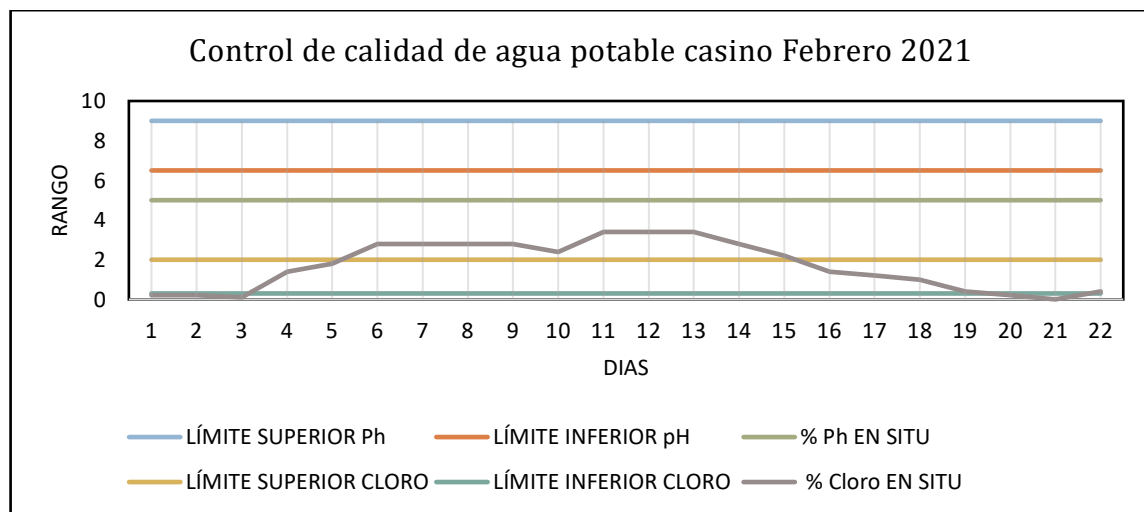
Gráfica 5. Control de calidad de agua potable casino diciembre 2021



Fuente: autor

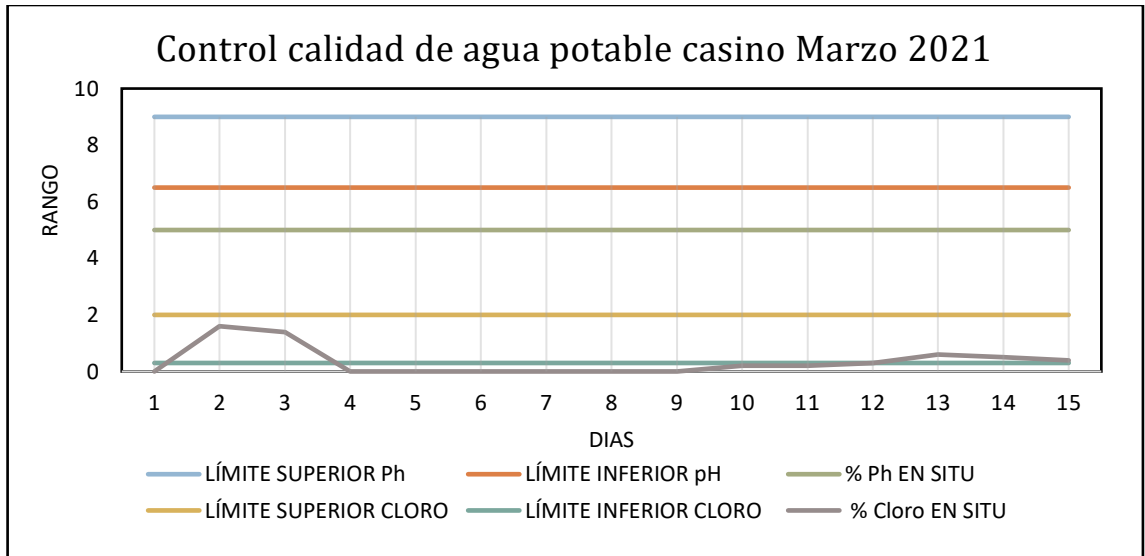
Los meses de febrero, marzo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre arrojaron valores de cloro residual por debajo y por encima de los límites permisibles por la resolución como lo muestran las gráficas 6,7,8, 9, 10,11, 12.

Gráfica 6. Control de calidad de agua potable casino febrero 2021



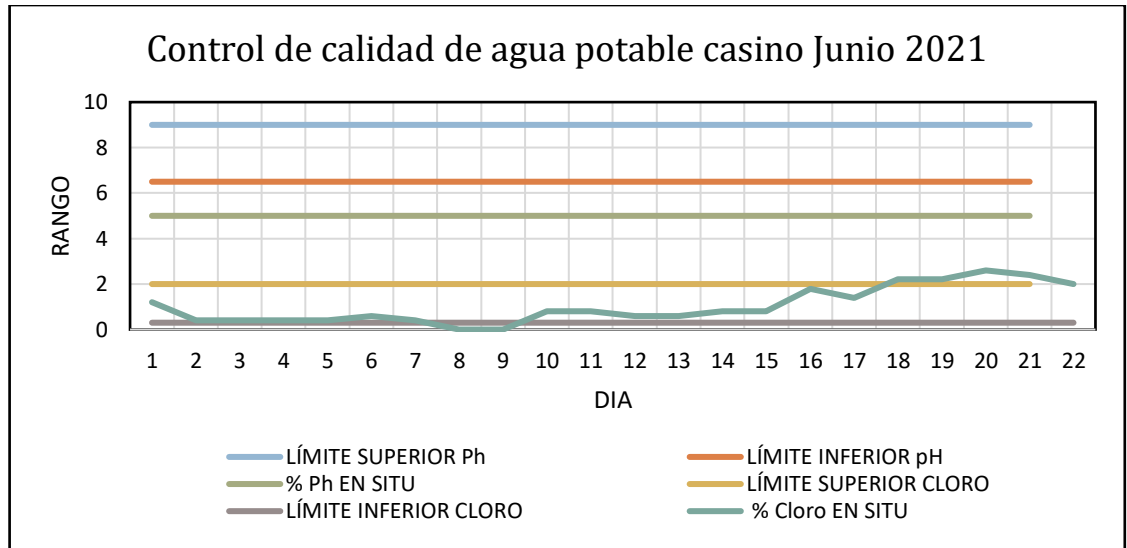
Fuente: autor

Gráfica 7. Control de calidad de agua potable casino marzo 2021



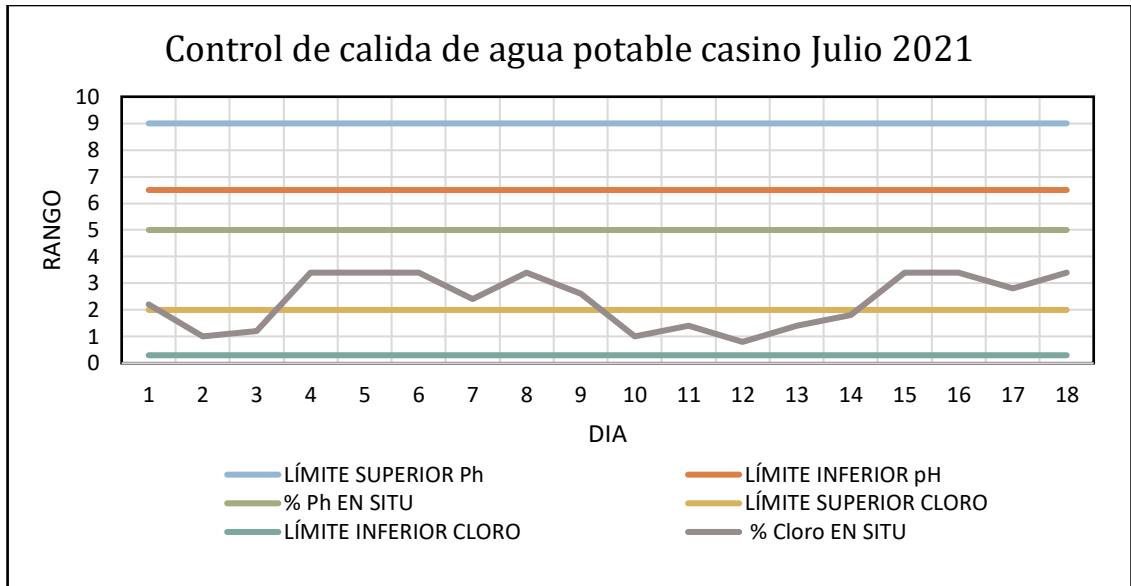
Fuente: autor

Gráfica 8. Control de calidad de agua potable casino junio 2021



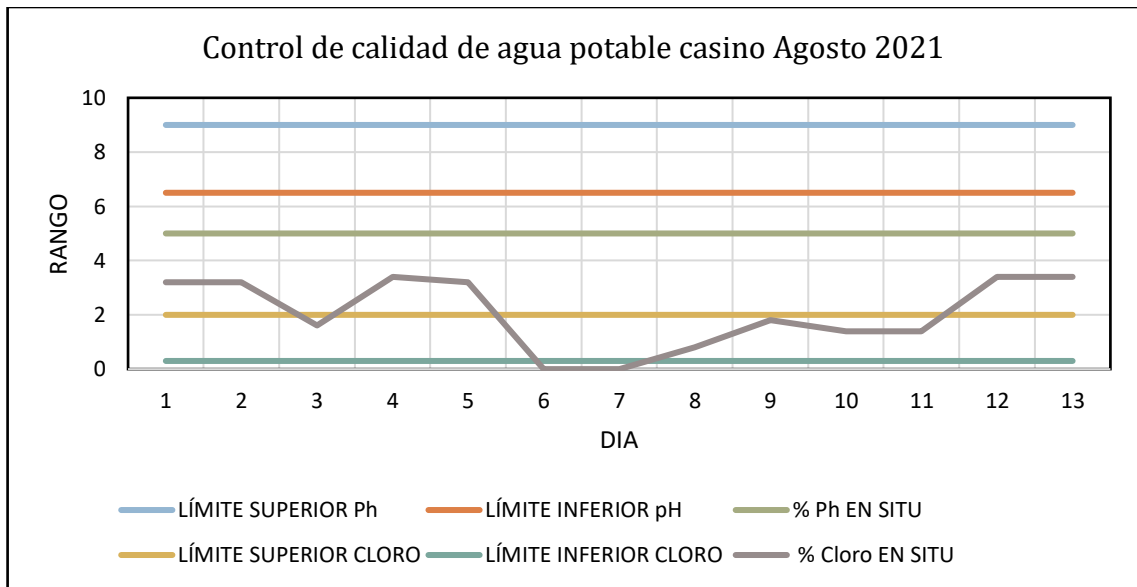
Fuente: autor

Gráfica 9. Control de calidad de agua potable casino julio 2021



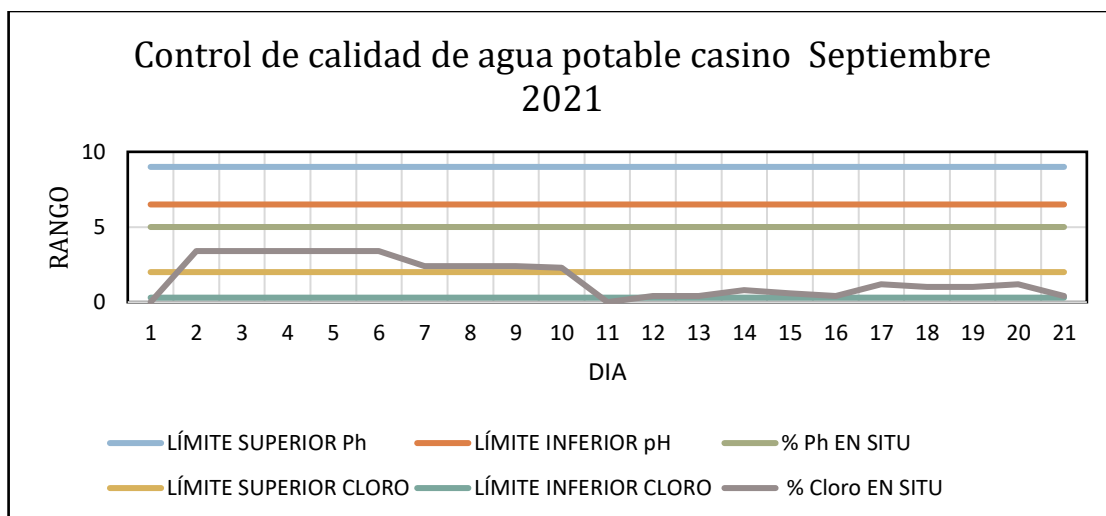
Fuente: autor

Gráfica 10. Control de calidad de agua potable casino agosto 2021



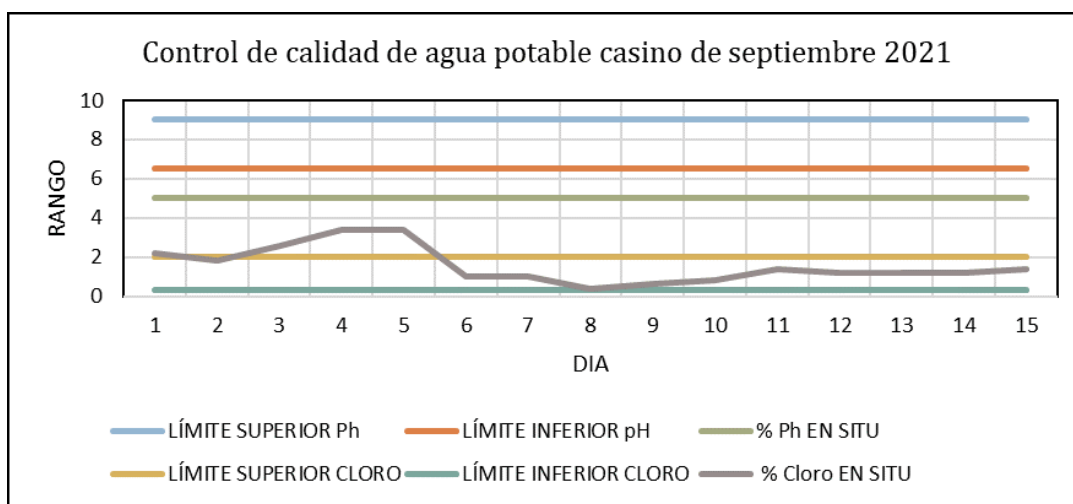
Fuente: autor

Gráfica 11. Control de calidad de agua potable casino septiembre 2021



Fuente: autor

Gráfica 12. Control de calidad de agua potable casino octubre 2021



Fuente: autor

Por otro lado, se efectúa una toma de muestra de agua potable al grifo del casino según lo estipula la normatividad vigente, el cual se envía a un laboratorio certificado por el IDEAM donde analizan las variables microbiológicas y fisicoquímicas caracterizadas dentro de los valores máximos aceptables; el Índice de Riesgo de Calidad del Agua para consumo humano (IRCA) señala que el agua caracterizada tiene un nivel de riesgo: MEDIO.

Ilustración 19. Muestra de Agua potable



Fuente: autor

Debido a los valores arrojados fuera del límite permisible se opta por realizar una variación de concentración del coagulante y desinfectante con el fin de obtener valores dentro del rango. Posteriormente se efectúa una contribución a la investigación de análisis para el “Acuerdo verde” implementado por Corpoboyacá, para el que todas las industrias mineras de carbón deben implementar y así reducir los impactos ambientales, sociales y económicos. Consecutivamente, se realiza una visita a la planta Santa María con el fin de recolectar información del proyecto de aspersión a bandas, vías, pilas y planta lavadora, fuente de captación, tipo de aspersor, altura y posición (ver anexo 15). Del mismo modo se ejecutó un acompañamiento de visitas de campo con el fin de realizar un seguimiento al suministro de agua y sistemas hidráulicos como reservorios, tanques de almacenamiento, cunetas, escalinatas, sumideros, trampa de grasas, entre otros.

Ilustración 20. Sedimentador Santa María



Fuente: autor




6.3. Plan de gestión integral de residuos peligrosos RESPEL.



Para la modernización del Plan de gestión integral de residuos peligrosos RESPEL del año 2021, se realiza la respectiva recolección de información teniendo en cuenta la normatividad vigente y cada uno de los ítems importantes para el diagnóstico de residuos peligrosos generados por la empresa INCARSA S.A.S como se muestran a continuación.

A) CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

La gestión integral de los residuos peligrosos generados en las instalaciones de la empresa INCARSA S.A.S., depende en gran medida de la correcta identificación de los mismos, es por esto que se clasifican de acuerdo al Anexo III del Decreto 4741 de 2005 como lo muestra la Tabla 5.

Tabla 5. Clasificación de residuos peligrosos

TIPO DE RESIDUO	CARACTERISTICAS	PICTOGRAMAS DE PELIGROSIDAD
Reactivo	<p>Característica que presenta un residuo o desecho que cuando se mezcla con otros elementos, compuestos, sustancias o residuos genera las siguientes propiedades:</p> <p>a) Genera vapores, gases y humos tóxicos por los cuales provocan afectaciones a la salud humana o al medio ambiente.</p> <p>b) Dentro de sus componentes, como aquellas sustancias tales como peróxidos, sulfuros, cianuros donde liberan gases en cantidades suficientes afectando la salud de las personas y el medio ambiente.</p>	
Explosivo	<p>Se considera que un residuo o producto es explosivo cuando en estado sólido o líquido reacciona con emisión de gases a temperatura, presión y velocidad ocasionando afectaciones a la salud de las personas y medio ambiente, tiene como características producir una reacción explosiva a temperaturas de 25 °C y presión de 1.0.</p>	
Inflamable	<p>Particularidad que presenta un residuo o desecho cuando en presencia de una fuente de combustión, puede arder bajo ciertas condiciones de presión y temperatura. Tiene como características que cuando es un producto químico líquido su punto de inflamación es inferior a 60 °C y con una inflamación a una temperatura de 20 °C los productos químicos a gas.</p>	
Infeccioso	<p>Residuo o desecho con características infecciosas por el cual se considera peligroso cuando posee agentes patógenos como los microorganismos (bacterias, parásitos, virus y hongos) y otros agentes con suficiente virulencia y concentración como para causar enfermedades en los seres humanos o en los animales.</p>	
Radioactivo	<p>Se entiende por residuo radioactivo, cualquier material que contenga compuestos y elementos con una actividad, capaces de emitir de forma directa o indirecta, radiaciones Ionizantes de naturaleza electromagnética que en su interacción con la materia produce ionización.</p>	

<p>Toxico</p>	<p>Se considera residuo tóxico de su capacidad es provocar efectos biológicos causando daño a la salud humana y al ambiente. Para este efecto se consideran tóxicos los residuos o desechos que se clasifican de acuerdo con los criterios de toxicidad.</p>	
<p>Corrosivo</p>	<p>Residuo o desecho que, por acción química, causa daños graves en los tejidos vivos que estén en contacto o en caso de fuga puede dañar gravemente otros materiales.</p>	

Fuente: adaptado de Decreto 4741 (Ministerio de ambiente, 2005)

De acuerdo a lo anterior se obtiene la siguiente clasificación:

Tabla 6. Clasificación e identificación de las características de peligrosidad

RESIDUOS GENERADOS	CLASIFICACION	PELIGROSIDAD
Baterías de vehículos	Y31	Toxico-corrosivo
Aceites usados	Y8	Inflamable
Filtros de aceites	Y8	inflamable
Filtros de aire	Y18- A4140	Tóxico-inflamable
Canecas metálicas contaminadas	Y8	Inflamable
Estopas, aserrín, cartón, plásticos impregnados con aceites y grasas	Y8	Inflamable
Grasas	Y17	Inflamables
Recipientes impregnados con pinturas y solventes	A4130	Tóxico e inflamable
Latas de aerosoles	Y3- A4010	Inflamables-tóxico
Cartuchos de impresoras	A4070 A1180	Tóxico
Pilas	A1180 Y23 A1170	Tóxico
Luminarias	A1180	Toxico
RAEES	A1180	Tóxico
Herbicidas	A4130	Inflamables
Medicamentos vencidos	Y3	Tóxico

Residuos hospitalarios	Y1	Tóxico
------------------------	----	--------

Fuente: autora

El área del Departamento de Gestión ambiental realizó un inventario de los residuos peligrosos generados en las diferentes áreas de INCARSA S.A.S. de acuerdo a los macroprocesos anteriormente mencionados.

Tabla 7. Identificación de las fuentes y caracterización de los residuos

Proceso	Residuos
Explotación	Aceites usados
	Baterías
	Grasas
	RAEES
Beneficio	Aceites usados
	Baterías
	Canecas metálicas contaminadas
	Papel y cartón contaminados
Transformación	Aceites usados
	Filtros de aire
	Lodos contaminados
Grupos de apoyo	Aceites usados
	Filtros de combustión
	Filtros de aire
	Baterías
	Residuos hospitalarios
	RAEES
	Latas
	Envases contaminados
	Papel y cartón contaminados
	Luminarias
	Pilas
	Cartuchos
	Pinturas
	Fertilizantes
Herbicidas	

Fuente: DGA

La siguiente tabla muestra la cuantificación de algunos residuos peligrosos generados en el año 2021 por la empresa.

Tabla 8. Cuantificación de la generación año 2021

RESIDUOS PELIGROSOS		
FECHA DE ENTREGA	RESIDUO	CANTIDAD KG
16/04/2021	ACEITE USADO	17820
	FILTROS DE ACEITE	220
	FILTROS DE AIRE	180
	FILTROS DE COMBUSTIBLE	270
	BORRAS	380
	RESIDUOS CONTAMINADOS CON HD	390
24/07/2021	ACEITE USADO	2380
	FILTROS DE ACEITE	180
	FILTROS DE AIRE	200
	FILTROS DE COMBUSTIBLE	160
	BORRAS	480
	RESIDUOS CONTAMINADOS CON HD	120
10/10/2021	RAEES	570
9/12/2021	FILTROS DE ACEITE	280
	FILTROS DE AIRE	260
	FILTROS DE COMBUSTIBLE	240
	BORRAS	610
	ACEITE USADO	3590
	SOLIDOS CONTAMINANDOS CON HD	580
TOTAL		28910

Fuente: autor

Para establecer el registro acorde a las medidas de la norma, se calcula la media móvil y el promedio de los últimos seis meses de las cantidades pesadas, con la información de la generación mensual, de tal forma que la entidad como generadora pueda ubicarse en la categoría de generador que le corresponda (Angulo & Peña, 2018).

A continuación, se relaciona los tipos de generadores establecida por la normatividad vigente.

Tabla 9. Categorías de Generadores de RESPEL

CATEGORÍA	GENERACIÓN DE RESIDUOS O DESECHOS PELIGROSOS (PROMEDIO PONDERADO Y MEDIA MÓVIL DE LOS ÚLTIMOS SEIS MESES DE LAS CANTIDADES PESADAS)
Gran Generador	≥ 1.000 kg/mes Respel generados
Mediano Generador	> 100 kg/mes Respel generados < 1.000 kg/mes
Pequeño generador	> 10 kg/mes Respel generados < 100 kg/mes

Fuente: Decreto 4741 (Ministerio de Ambiente, 2005)

De acuerdo a la generación de residuos peligrosos que se están cuantificando se tiene que:

Tabla 10. Media móvil RESPEL

MES	Kg/mes	Media Móvil
Enero	0	-
Febrero	0	-
Marzo	0	-
Abril	19260	-
Mayo	0	-
Junio	0	-
Julio	3520	3796,666667
Agosto	0	3796,666667
Septiembre	0	3796,666667
Octubre	570	681,6666667
Noviembre	0	681,6666667
Diciembre	5560	1608,333333
Promedio generación de RESPEL		2393,611111
Clasificación		
GRAN GENERADOR		

Fuente: autora

Teniendo en cuenta la información anterior, la empresa está generando alrededor de 28910 kg/año de residuos peligrosos que están siendo entregados a empresas certificadas, y de acuerdo a la media móvil se tiene que 2393,6 kg se generan al mes, lo

que hace que la empresa se clasifique en gran generador al producir más de 1000 kg mensuales. Dentro de este plan de gestión se hace necesario contabilizar el total de residuos peligrosos generados en las diferentes dependencias además de llevar registros mensuales, con el fin de realizar un seguimiento y control sobre estos residuos

B) ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN

Las alternativas de prevención y minimización de los impactos ambientales por la generación de residuos peligrosos se definen a continuación:

- *Reducción en la fuente:* se define con el fin de mitigar que se genere el residuo y para ello se debe implementar un uso correcto, reflexivo y racional de los insumos, cambio o sustitución de sustancias con las que se pueda trabajar sin implicar una alta tasa de contaminación
- *Aprovechamiento:* poner en práctica el uso del reciclaje de los residuos peligrosos por medio de algún tratamiento en el cual se pueda aprovechar
- Capacitar a los funcionarios y contratista.
- Segregar desde la fuente los residuos peligrosos y no peligrosos generados.
- Cuantificar la generación de residuos peligrosos y no peligrosos.

C) MANEJO INTERNO DE LOS RESIDUOS

Frente al manejo interno de residuos peligrosos, teniendo en cuenta la responsabilidad por los impactos que puede causar el manejo inadecuado de los residuos al medio ambiente, se asegura que su almacenamiento cause el menor impacto posible como el envasado, movilización interna, almacenamiento y rotulado

Rotulado y etiquetado de los residuos dentro del deposito

Se implementa un etiquetado de seguridad para el depósito de residuos peligrosos del Taller de mantenimiento de maquinaria amarilla para identificación de peligrosidad y tipo de residuo peligroso como lo traza el Decreto 4741 del 2005. El almacén debe contar con envolturas y recipientes para depositar los residuos peligrosos que se vayan

generando debido a las actividades diarias y se debe contar con recipientes identificados para los siguientes residuos:

- Filtros de aceite usados
- Filtros de aire impregnado de aceite
- Envases plásticos vacíos
- Recipientes impregnados con pinturas y solventes
- Baterías
- Estopas, aserrín, cartón, plásticos impregnados con aceites y grasas
- Aceites usados

La identificación de cada recipiente y área de almacenamiento deberá emplearse de acuerdo a la etiqueta expuesta en la Ilustración 22, teniendo en cuenta la peligrosidad, indicando por medio de una X el tipo, la característica de peligrosidad y el uso adecuado de los elementos de protección personal EPP, por otro lado, en cada una de las etiquetas se implementan una combinación de código de color y escala numérica con el fin de describir la severidad del riesgo que trae consigo los contenedores de sustancias químicas y peligrosas; para el llenado del rombo en la etiqueta se deberá tener en cuenta la siguiente ilustración:

Ilustración 21. Identificación Rombo de seguridad de materiales peligrosos



Fuente: Norma NFPA 704

Ilustración 22. Etiqueta para identificación de residuos peligrosos



IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSO

INCARSA S.A.

ÁREA GENERADORA: _____

NOMBRE: _____ FECHA: _____

C	R	E	T	I

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL REQUERIDO:







Fuente: autor

El lugar donde se encuentren ubicados los recipientes deberá señalizarse y establecer en la parte superior de cada uno de estos, el nombre del residuo que corresponda, para que siempre se ubiquen en el lugar asignado como se muestra a continuación:

Ilustración 23. Etiquetado dentro del almacén de RESPEL



Fuente: autor

Ilustración 24. Etiquetado dentro del almacén de RESPEL



Fuente: autor

Se deberá efectuar charlas de seguridad y actualización a cada uno de los trabajadores con el fin de informarles la implementación de las etiquetas de seguridad dentro del almacén de residuos peligrosos, el debido manejo de los mismo y el diligenciamiento y

lectura de las etiquetas de seguridad; además el código de cada uno, los pictogramas de identificación y la peligrosidad de los residuos que se generan como se desarrolla en la Tabla 5.

6.4. Estrategias de producción más limpia.

En los diferentes sectores se ha registrado un alto desempeño en la parte industrial minera y transformación, generando un alto crecimiento económico y social en el sector, sin embargo la producción de coque no solo trae beneficios ya que la afectación que produce al medio ambiente es indiscutible y se reflejan por medio de la emisión de contaminantes atmosféricos, vapores y gases como sulfuro de hidrogeno, dióxido de azufre, monóxido de carbono, hidrocarburos entre otros, así como también la afectación al recurso hídrico por medio de vertimientos y generación de residuos sólidos y peligrosos.

En primer lugar se tenía previsto el análisis de las entradas y salidas de cada proceso de producción pero debido al tiempo de terminación de la práctica laboral no se realizó completamente la actividad de seguimiento de estrategias de producción más limpia, sin embargo como aporte y recomendación como pasante de la empresa INCARSA S.A.S se implementa una matriz DOFA con el fin de llevar a cabo una mejor planeación estratégica que lleve al Departamento de Gestión Ambiental a minimizar las amenazas, el fortalecimiento de las debilidades dentro del DGA, el aprovechamiento de aquellas oportunidades y las fortalezas internas que posee.

Dentro de otras actividades relacionadas se realizó el acompañamiento al DGA en la integración de final de año que realiza la industria como la elaboración de juegos, actividades lúdicas, meterás con material reciclable, ruletas, stand de fotos, entre otros, con temas de importancia ambiental y programas de incentivación ambiental que posee la empresa con el fin de recordar al personal de trabajo la importancia del cuidado de los recursos naturales y dar a conocer cada uno de los impactos ambientales que generan todas las actividades mineras de carbón y de producción de coque.

De igual forma el acompañamiento en la cría y control de lombrices rojas o californianas, que a través de sus procesos metabólicos producen el humus considerado como uno de los mejores abonos orgánicos, de tal forma se llevó un control y pesaje en la recolección de los residuos orgánicos y el tiempo para extraer la materia orgánica descompuesta desde la parte inferior hasta la superior debido a su descomposición, teniendo en cuenta su pH, humedad y temperatura para su aprovechamiento. Finalmente después de un lapso de dos días se realiza la recolección del humus con una característica parecida a la tierra sin haber elementos como cascaras y hojas para ser llevado al vivero y huerta. Por el cual también se realizó un acompañamiento para el mantenimiento preventivo del mismo semanalmente, sembrando hortalizas y semillas con el fin de aprovechar e implementar estrategias de sostenibilidad para embellecimiento de la empresa.

Ilustración 25. Vivero Milpa I



Fuente: autor

Tabla 11. Matriz DOFA

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
-No se renuevan con disciplina los sistemas de información. -Falta de formación en temas de mejoramiento ambiental al personal.	-Crecimiento constante de la industria. -Buena elaboración técnica y profesional en temas de industria, proceso y temas relacionados.

<ul style="list-style-type: none"> -Ejecución de rotulados a los productos químicos que se utilizan dentro de la empresa. - Implementación del Sistema globalmente armonizado SGA. -Requerimiento a los proveedores de fichas de seguridad de los productos químicos que se utilizan diariamente en el ámbito de la producción. 	<ul style="list-style-type: none"> -Ser generador del desarrollo de alta tecnología de la región. -Calidad humana de los trabajadores. -Condiciones físicas de la empresa para implementar proyectos. -La propuesta de mecanismos de Desarrollo Limpio, componen una gran oportunidad para aumentar los ingresos de la industria y así se reducen las emisiones de Carbono generadas en la planta.
FORTALEZAS	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> -Tiene buena estructura organizacional. -Cualidad positiva hacia el cambio y mejoramiento continuo. -Poseen recursos económicos para inversión en el campo ambiental -Interés en minimización de residuos peligrosos. -Espacios para los trabajadores como: pausas activas, pre turnos, seguridad en el trabajo. -Sentido de pertenencia de los trabajadores para el desarrollo fundamental de programas ambientales. -Realizar tareas en el tiempo programado. 	<ul style="list-style-type: none"> -Situación económica del país -Incremento económico de productos y materiales. -Deflación de producción de materia prima. -Sanciones por superar niveles permisibles de emisiones. -Aumento en los costos de producción de coque y demás arreglos por parte de los contratistas. -Reducción en el presupuesto para actividades de tipo ambiental.

Fuente: autor

7. Conclusiones

En Colombia la actividad minera es una de las principales fuentes de ingresos y generación de empleo en los municipios. Sin embargo, no se da aún la importancia de la conservación protección del medio ambiente, teniendo en cuenta que se prefiere sacrificar los recursos naturales y generar afectaciones a los ecosistemas. Por esta razón las personas relacionadas con estas actividades no se comprometen o no asimilan una defensa al medio ambiente, quizá por falta de interés o falta de conocimiento.

Al realizar diferentes actividades dentro del Departamento de Gestión Ambiental de la empresa, se evidenció que cada una de estas encamina al cumplimiento de diferentes parámetros que comprenden aspectos sociales, logísticos, administrativos y económicos. Para el logro de los objetivos ambientales de la entidad es importante proponer soluciones inmediatas, demostrando las capacidades integrales de un profesional y resaltando el trabajo conjunto a la hora de su ejecución.

Se realizaron visitas de campo a cada uno de los procesos productivos, incorporando una perspectiva ambiental, desarrollando y reforzando conocimientos sobre la producción de coquización y algunos procedimientos que se tienen en cuenta para la extracción del carbón. En su desarrollo se adquirieron grandes habilidades mediante la interacción y puesta en práctica de todos los conocimientos adquiridos a lo largo del proceso de aprendizaje de la ingeniería, además de complementar los conocimientos del personal que acompaña cada una de las actividades.

Se realizó la supervisión de cada una de las actividades propuestas por el Departamento de Gestión Ambiental con el fin de mantener el funcionamiento y mejoramiento organizacional a nivel ambiental y así contribuir a la minimización de impactos negativos a nivel productivo. De acuerdo a lo anterior, se hizo posible llevar a cabo los tramites de permisos ambientales de acuerdo a la normatividad vigente en cada uno de los casos e inspecciones encaminadas hacia el desarrollo de Auditorías internas con el fin de responsabilizarse en el manejo de personal, adquiriendo aptitudes y actitudes necesarias en la labor diaria.

Dentro de las actividades realizadas en la etapa práctica, se desarrollaron capacitaciones, inducciones, diseño de infografías, folletos, jornadas de reforestación, actividades lúdicas de días conmemorativos del calendario ambiental, disposición de los residuos sólidos y residuos peligrosos, con el fin de crear conciencia en torno a la protección y preservación de la biodiversidad y recursos naturales, inculcando y promoviendo a la responsabilidad frente a los ecosistemas.

Para el control y operación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable compacta, se identificaron los procesos de tratamiento entre los que se destacan la sedimentación, floculación, mezcla rápida, filtración y la dosificación respectiva de los productos químicos a utilizar. De acuerdo a lo anterior se establece la importancia a nivel profesional de conocer la normatividad vigente que rige particularmente los lineamientos y requerimientos establecidos para la obtención de la calidad del agua para consumo humano, y las características fisicoquímicas y microbiológicas que deben cumplir con la normatividad.

No fue posible llevar a cabo el objetivo específico *“Adaptar estrategias de producción más limpia para el uso adecuado y eficiente del agua, energía y residuos sólidos en los procesos de producción”*, teniendo en cuenta que el tiempo estimado para la realización de las actividades no fue suficiente y a lo largo de la práctica hubo un incremento de labores solicitadas por el DGA, desarticulando lo plasmado en el cronograma. Sin embargo se desarrollaron otras actividades no específicas inicialmente como la lombricultura en el cual se adapta a diferentes ambientes, tipos de materiales y de alimentos, lo cual es de fácil acceso a estas actividades teniendo en cuenta cada una de las características para un desarrollo óptimo de la lombriz y así cumplir con el proceso de descomposición de los residuos orgánicos, siendo considerada una alternativa autosostenible para ser utilizada en el cuidado de las zonas verdes de la empresa.

8. Recomendaciones

Durante el desarrollo del pregrado se debería iniciar un proceso de iniciación o vinculación con empresas o entes estatales y privados a nivel nacional que aprueben a los estudiantes de último semestre de pregrado con el fin de poner a prueba los conocimientos obtenidos durante la formación profesional en un ambiente laboral real.

Se recomienda al departamento de Gestión Ambiental la organización de documentación de registro y control estrictamente sobre las diferentes actividades que se realizan en cada uno de los procesos, además el seguimiento a las empresas gestoras de la disposición final de los residuos peligrosos.

Se hace necesaria la implementación del Sistema Globalmente Armonizado en la organización, con el fin de sistematizar e inventariar cada uno de los productos químicos que utiliza la empresa, por medio del uso de fichas técnicas en los empaques, clasificación, peligrosidad, manejo adecuado y disposición final para la protección de la salud humana y del medio ambiente.

Proponer e implementar estrategias de educación ambiental dentro de los pre turnos de cada proceso productivo con fin de informar y concientizar al personal con respecto al uso eficiente del agua, de la energía y sobre todo resaltar como separar en la fuente debido a que muchas de las personas que trabajan allí no tienen claridad en la disposición adecuada de los residuos sólidos y peligrosos.

9. Bibliografía

- Alaña, T. P., Moran, G., & Sanmatin, G. (2017). La Auditoría Ambiental como herramienta de control interno en la gestión empresarial. *Universidad y Sociedad*, 14-147.
- Angulo, A., & Peña, A. (2018). *Plan de Gestión de Residuos Peligrosos*. Bogotá.
- Aranjuez, E., & Ordoñez, J. M. (2010). Contaminantes atmosféricos y su vigilancia.
- Bellón, O., & Benitez, D. (2013). Tecnificación de equipos de control y monitorización de material particulado para mejorar la calidad del aire en zonas de explotación de carbón en Bpucá.
- Bernal, A. A., Beltran, C. J., & Marquez, A. F. (2015). Producción más limpia: una revisión de aspectos generales. *Artículos originales*, 10-20.
- Buitrago, J. (2020). Minería, comercio internacional e impactos ambientales en el páramo El Rabanal de Samcá, Boyacá.
- C.I. MILPA S.A. (2021). Obtenido de <http://www.milpa.com.co/index.html>
- Carballo, A., Garcia, M., & Domenech, J. L. (2008). La huella ecológica corporativa: concepto y aplicación a dos empresas pesquera de Galicia. *Revista Galega Economía*, 15-29.
- Cárdenas, M., & Reina, M. (2008). la minería en Colombia: Impacto socioeconómico y fiscal. 75-155.
- Decreto 1090 de 2018. (2018). Por medio del cual se reglamenta el Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Decreto 1335 de 1987. (1987). se expide por el reglamento de seguridad en las labores subterráneas. Bogotá, Colombia.
- Decreto 1575 de 2007. (09 de Mayo de 2007). Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Bogotá, Colombia.
- Decreto 2811 de 1974. (18 de Diciembre de 1974). Decreto 2811 de 1974 "por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Decreto 4741 de 2005. (2005). Decreto 4741 de 2005 "por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral". Bogotá, Colombia.
- Decreto 948 de 1995. (1995). 1995 "por el cual reglamenta la protección y control de la calidad del aire y la generación y emisión del ruido". Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- Diaz, Y. (2017). Impacto ambiental de las actividades extractivas en Colombia. 15-31.
- Galvis, J. A. (2016). Solid waste: The problema, basic concepts and some solution strategies. *Revista Gestión y Region*, 7-28.

- García, R., Maya, S., & Bustamante, E. (2021). Minería de carbón en Colombia: Transformando el futuro de la industria. 51.
- Gómez, C. (s.f). El desarrollo sostenible: conceptos básicos, alcance y criterios para su evaluación.
- Guiza, L. (2013). La pequeña minería en Colombia: Una actividad no tan pequeña. *Universidad del Rosario*.
- Iglesias, A., & Martínez, A. (2011). Significado del recurso hídrico para el ordenamiento territorial. Incontec Internacional. (s.f.). Norma Técnica colombiana.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2014). Aguas Superficiales.
- La Rotta, A. M., & Torres, M. H. (2017). Explotación minera y sus impactos ambientales y en salud. El caso de Potosí en Bogotá. 2-15.
- León G, A. (2005). Gestión ambiental: ¿estrategia para el desarrollo sostenible? *Revista Trabajo Social N°1*, 85-109.
- Ley 1382 de 2010. (09 de febrero de 2010). Por medio del cual se modifica la ley 685 de 2001 código de minas. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- Ley 373 de 1997. (06 de Junio de 1997). Ley 373 de 1997 "Por el cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua". Bogotá.
- Ley 685 de 2001. (s.f.). Código de minas.
- Ley 79 de 1986. (30 de Diciembre de 1986). Ley 79 de 1986 "Por el cual se prevee a la conservación de agua y se dictan otras disposiciones". Bogotá.
- Marcano, J. (2009). Introducción a los recursos naturales.
- Marinez, R. (2010). La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual. *Revista Electrónica*, 16.
- Martínez, J. (2005). Guía para la gestión integral de residuos peligrosos.
- Maurer, M., & Polanía, D. (2009). Contaminación industrial en Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (01 de Agosto de 2001). Ley 685 de 2001. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- Ministerio de Ambiente, V. y. (30 de Diciembre de 2005). Decreto 4741. *Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- Mora, F. (2015). Beneficio de los finos de coque. *Universidad de la Sabana*.
- Resolución 0324 de 2015. (2015). "por el cual se fijan las tarifas para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de licencias, permisos, concesiones, autorizaciones y demás".

- Resolución 754 del 2014. (Noviembre 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 Residuos Sólidos". Bogotá, Colombia.
- Rocha, L. J. (2018). Minería del carbon en Boyacá y sus imactos ambientales. 36-71.
- Rubiano , S. (2012). La regulacion ambiental y social de la Minería en Colombia: comentarios al proyecto de ley de reforma al Código de minas. 16.
- Sanabria, G., & Morales, J. (2020). Criterios de Implementación ISO 14000:2015 Caso de estudios sector procesos de coquización . *padlet*, 8.
- Schneider, H., & Samaniego, J. (2010). La huella de carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. 10-46.
- Terranova, C. A., Gonzalez, J., & Rueda, M. (2022). Evaluación ambiental en el escenario actual y con bonos de carbono: Páramo La Cortadera, Boyacá, Colombia.
- Vargas, N., Bustos, C., & Ordoñez. (2017). Uso y aprovechamiento de los recursos naturales y su incidencia en el desarrollo turístico local sostenible.Caso pasaje. *Revista interamericana de Ambiente y Turismo*.
- Varón, L. M. (2013). La producción más limpia como estrategia de gestión ambiental. *Scielo*.
- Zamora, G. (28 de 10 de 2020). *El sector carbonífero en Boyacá: Impactos de la política de descarbonización de sus socios comerciales*. Obtenido de Crudo Transparente: <https://crudotransparente.com/2020/10/28/el-sector-carbonifero-en-boyaca-impactos-de-la-politica-de-descarbonizacion-de-sus-socios-comerciales/>