

**Programa de “producción más limpia” aplicado a la Institución Educativa Caña Brava -
Sede K ubicada en el municipio de Rionegro, Santander**

Gabriela Barrera Quintero - 2192166

Maria Fernanda Niño Villamizar - 2192180

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniería Industrial

Director

Juan Camilo López Vargas

Doctor en Ingeniería

Codirectora

Lady Joana Rodríguez Sepúlveda

Doctora en Ingeniería

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga,

2025

Dedicatoria

En primer lugar, doy gracias a Dios por guiarme y brindarme la sabiduría necesaria para recorrer este camino permitiéndome culminar esta etapa. Así mismo, agradezco al pilar fundamental de mi vida, mis padres, quienes, con su apoyo y amor incondicional, permitieron que fuera posible dar por terminado este ciclo académico. A mi abuela, quien siempre creyó en mí y con sus palabras de aliento me recordaba cuánto podía lograr, aunque ya no esté físicamente, su amor sigue iluminando mi camino. A toda mi familia, por cada palabra de ánimo que me impulsó a seguir adelante. A mi compañera de tesis y amiga Mafe porque a pesar de los obstáculos que se presentaron siempre demostró que con esfuerzo se podía alcanzar con éxito este proyecto.

Gabriela Barrera Quintero

Primero, agradezco a Dios por brindarme la sabiduría y la fortaleza para culminar con éxito esta etapa tan importante de mi vida. A mis padres, quienes son mi mayor ejemplo de amor, resiliencia, valentía y perseverancia, pues su apoyo incondicional fue fundamental en este camino y, sin ellos, nada de esto habría sido posible. Gracias por enseñarme a creer en mí y a nunca rendirme. A Cokie, cuya lealtad y compañía han llenado mis días de felicidad, recordándome siempre el valor de las pequeñas cosas. A quienes no me acompañan físicamente, pero que soñaron con verme convertida en profesional, porque su amor y enseñanzas siguen vivos en mi corazón. A mi amiga y compañera de tesis, Gaby, con quien compartí no solo este proyecto, sino también el esfuerzo y la dedicación a lo largo de la carrera, cuyo compromiso y palabras de aliento fueron clave para alcanzar esta meta.

Maria Fernanda Niño Villamizar

Agradecimientos

Agradecemos a nuestro director de proyecto, PhD. Juan Camilo López Vargas, por su invaluable labor como docente, por guiarnos en cada reto presentado en la ejecución de este proyecto, asimismo por su paciencia y dedicación durante este largo proceso.

Por otro lado, agradecemos a la Institución Educativa Caña Brava por brindarnos la oportunidad y el espacio para llevar a cabo el desarrollo de este proyecto en sus instalaciones, de igual manera a la colaboración de cada uno de los miembros de la comunidad educativa porque fueron fundamentales para la realización y culminación exitosa de nuestro trabajo.

Por último, expresamos nuestro agradecimiento a las integrantes de la organización Focus, quienes han sido fundamentales en nuestras vidas, con quienes hemos compartido experiencias inolvidables y muchos momentos de alegría que atesoraremos por siempre.

Maria Fernanda Niño Villamizar y Gabriela Barrera Quintero

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	16
Cumplimiento de los objetivos	17
1. Presentación de la Institución Educativa Caña Brava.....	18
1.1 Misión de la Institución Educativa Caña Brava.....	19
1.2 Visión de la Institución Educativa Caña Brava	19
1.3 Mapa de procesos de la Institución Educativa Caña Brava	20
1.3 Localización.....	20
2. Planteamiento del problema.....	21
3. Objetivos.....	23
3.1 Objetivo General.....	23
3.2 Objetivos Específicos.....	23
4. Marco de Referencia.....	24
4.1 Marco de antecedentes.....	24
4.2 Marco teórico.....	26
4.2.1 Desarrollo sostenible.....	26
4.2.2 Producción más limpia PML	27
4.2.3 Herramientas de diagnóstico.....	29
4.2.4 Mejoramiento de procesos	30
5. Metodología del proyecto	31
5.1 Fase Uno: Diagnóstico.....	31

5.2	Fase Dos: Formulación del programa PML.....	32
5.3	Fase Tres: Implementación del programa PML.....	32
5.4	Fase Cuatro: Sistema de Indicadores de Gestión.....	32
5.5	Fase Cinco: Socialización de Resultados.....	33
6.	Diagnóstico	33
6.1	Recolección de información y documentación	33
6.2	Análisis de información y aplicación de herramientas de diagnóstico	35
6.2.1	Entrevista	35
6.2.2	Encuesta.....	37
6.2.3	Medición de residuos	41
6.2.4	Medición de consumo.....	42
6.2.5	Consideraciones Ecomapa	47
6.2.6	Ecomapa.....	49
6.2.7	Cumplimiento normatividad ambiental	51
6.2.8	Matriz Vester	52
6.2.9	Árbol de problemas.....	54
6.2.10	Árbol de soluciones.....	55
6.3	Conclusiones del diagnóstico inicial.....	56
7.	Formulación del programa PML.....	58
7.1	Componente Uno. Gestión de residuos.....	60
7.1.1	Módulo Uno: Educación y cultura ambiental en gestión de residuos.....	60
7.1.2	Módulo Dos: Separación de residuos sólidos en la fuente	61

7.1.3 Módulo Tres: Disposición final de residuos	62
7.1.4 Módulo Cuatro: Limpieza y embellecimiento de las instalaciones.	63
7.2 Componente Dos. Manejo eficiente del agua	64
7.2.1 Módulo Uno: Educación y cultura ambiental sobre el manejo eficiente del agua.....	64
7.2.2 Módulo Dos: Reutilización de aguas lluvias	65
7.2.3 Módulo Tres: Instalación de dispositivos para el uso eficiente del agua.....	65
7.3 Componente Tres. Uso racional de la energía eléctrica.....	66
7.3.1 Módulo Uno: Educación y cultura ambiental en el uso responsable de la energía eléctrica	66
7.3.2 Módulo Dos: Instalación de sensores de movimiento	67
8. Implementación del programa PML	68
8.1 Componente Uno: Gestión de residuos.....	68
8.1.1 Módulo Uno: Educación y cultura ambiental en gestión de residuos.....	68
8.1.2 Módulo Dos: Separación de residuos sólidos en la fuente	71
8.1.3 Módulo Tres: Disposición final de residuos	73
8.1.4 Módulo Cuatro: Limpieza y embellecimiento de las instalaciones.	76
8.2 Componente Dos: Manejo eficiente del agua	78
8.2.1 Módulo Uno: Educación y cultura ambiental sobre el manejo eficiente del agua.....	78
8.2.2 Módulo Dos: Reutilización de aguas lluvias	81
8.2.3 Módulo Tres: Instalación de dispositivos para el uso eficiente del agua.....	83
8.3 Componente Tres: Uso racional de la energía eléctrica.....	84
8.3.1 Módulo Uno: Educación y cultura ambiental en el uso responsable de la energía eléctrica	84
8.3.2 Módulo Dos: Instalación de sensores de movimiento	87

9. Sistema de Indicadores de Gestión	88
9.1 Componente Uno: Gestión de residuos.....	88
9.2 Componente Dos: Manejo eficiente del agua	92
9.3 Componente Tres: Uso racional de la energía eléctrica.....	94
10. Resultados	95
10.1 Componente Uno: Gestión de residuos.....	95
10.2 Componente Dos: Manejo eficiente del agua	104
10.3 Componente Tres: Uso racional de la energía eléctrica.....	109
11. Socialización de Resultados.....	113
12. Conclusiones	115
13. Recomendaciones	118
Referencias Bibliográficas	120

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Cumplimiento de los objetivos</i>	17
Tabla 2 <i>Generalidades de la Institución Educativa Sede K</i>	18
Tabla 3 <i>Número de integrantes Institución Educativa Sede K</i>	19
Tabla 4 <i>Normatividad Ambiental</i>	34
Tabla 5 <i>Resumen entrevistas</i>	36
Tabla 6 <i>Propuestas de mejora del cuerpo estudiantil</i>	41
Tabla 7 <i>Volumen de residuos en la Institución. Cifras en Kilogramos (kg)</i>	42
Tabla 8 <i>Tiempos de Consumo</i>	43
Tabla 9 <i>Consumo diario de agua. Cifras en Litros</i>	45
Tabla 10 <i>Consumo por área jornada de la mañana. Cifras en Litros</i>	46
Tabla 11 <i>Consumo por área jornada de la tarde. Cifras en Litros</i>	47
Tabla 12 <i>Matriz Vester</i>	53
Tabla 13 <i>Alternativas seleccionadas</i>	59
Tabla 14 <i>Componente uno, módulo uno.</i>	60
Tabla 15 <i>Componente uno, módulo dos.</i>	61
Tabla 16 <i>Componente uno, módulo tres.</i>	62
Tabla 17 <i>Componente uno, módulo cuatro.</i>	63
Tabla 18 <i>Componente dos, módulo uno.</i>	64
Tabla 19 <i>Componente dos, módulo dos.</i>	65
Tabla 20 <i>Componente dos, módulo tres.</i>	66
Tabla 21 <i>Componente tres, módulo uno.</i>	67

Tabla 22	<i>Componente tres, módulo dos.</i>	68
Tabla 23	<i>Indicador sensibilización ambiental en manejo de residuos</i>	89
Tabla 24	<i>Indicador aprovechamiento de los residuos orgánicos</i>	89
Tabla 25	<i>Indicador utilización de residuos aprovechables.</i>	90
Tabla 26	<i>Indicador recuperación del aceite de cocina quemado.</i>	90
Tabla 27	<i>Indicador disposición final de aparatos electrónicos.</i>	91
Tabla 28	<i>Indicador sensibilización ambiental en el manejo eficiente del agua</i>	92
Tabla 29	<i>Indicador dispositivos ahorradores de agua.</i>	92
Tabla 30	<i>Indicador captación de agua lluvia</i>	93
Tabla 31	<i>Indicador sensibilización ambiental en el uso racional de la energía eléctrica</i>	94
Tabla 32	<i>Indicador sensores de movimiento para la luz</i>	94
Tabla 33	<i>Inversiones del Componente Uno: Gestión de Residuos</i>	95
Tabla 34	<i>Pesaje de residuos (kg)</i>	96
Tabla 35	<i>Pesaje por tipo de residuos (kg)</i>	98
Tabla 36	<i>Residuos aprovechables (kg)</i>	99
Tabla 37	<i>Residuos no aprovechables (kg)</i>	100
Tabla 38	<i>Disposición final de residuos (kg)</i>	100
Tabla 39	<i>Residuos orgánicos aprovechados y no aprovechados (kg)</i>	102
Tabla 40	<i>Residuos aprovechados y no aprovechados</i>	103
Tabla 41	<i>Inversiones del Componente Dos: Manejo eficiente del agua</i>	104
Tabla 42	<i>Inversiones Componente Tres: Uso racional de la energía eléctrica</i>	110

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Mapa de procesos Institución Educativa Caña Brava</i>	20
Figura 2 <i>Ubicación de la Institución</i>	21
Figura 3 <i>Observación directa, fugas en tanques y desechos alrededor de la Institución</i>	33
Figura 4 <i>Participación en actividades de limpieza para el cuidado de la naturaleza</i>	38
Figura 5 <i>Participación en campañas sobre la gestión de residuos y el uso de agua y energía</i> ..	39
Figura 6 <i>Puntos de desperdicio de agua</i>	40
Figura 7 <i>Consumo del recibo energía 2024</i>	43
Figura 8 <i>Ecomapa salones</i>	50
Figura 9 <i>Ecomapa zonas auxiliares</i>	50
Figura 10 <i>Nivel de cumplimiento por recurso</i>	51
Figura 11 <i>Plano Cartesiano resultante de la Matriz Vester</i>	53
Figura 12 <i>Árbol de problemas</i>	55
Figura 13 <i>Árbol de soluciones</i>	56
Figura 14 <i>Capacitación gestión de residuos EMSERVIR y Hospital San Antonio</i>	69
Figura 15 <i>Material visual residuos</i>	69
Figura 16 <i>Actividad lúdica: ¡Clasifícalo! y Bingo Trash</i>	70
Figura 17 <i>Pendón residuos</i>	71
Figura 18 <i>Puntos ecológicos</i>	72
Figura 19 <i>Bolsas de colores</i>	72
Figura 20 <i>Afiches residuos</i>	73

Figura 21	<i>Centro de acopio</i>	73
Figura 22	<i>Entrega de dispositivos electrónicos, papel, aceite y materiales plásticos</i>	74
Figura 23	<i>Elaboración de compostaje</i>	74
Figura 24	<i>Elaboraciones artísticas con plástico y cartones de huevo</i>	75
Figura 25	<i>Vasos de pasta</i>	75
Figura 26	<i>Embelllecimiento de llantas</i>	76
Figura 27	<i>Creación de un jardín</i>	76
Figura 28	<i>Reutilización Botellas PET</i>	77
Figura 29	<i>Limpieza comunitaria</i>	77
Figura 30	<i>Realización del mural</i>	78
Figura 31	<i>Capacitación Aluna y Policía Nacional</i>	79
Figura 32	<i>Material visual agua</i>	79
Figura 33	<i>Pendón y afiches agua</i>	80
Figura 34	<i>Actividades Guardianes del agua, Gota a Gota y Alerta al desperdicio</i>	81
Figura 35	<i>Funcionalidad Rainblock</i>	82
Figura 36	<i>Cabezales ahorradores</i>	83
Figura 37	<i>Válvula flotante</i>	83
Figura 38	<i>Capacitación Alcaldía de Rionegro y Massy Energy</i>	84
Figura 39	<i>Video explicativo y soporte gráfico</i>	85
Figura 40	<i>Actividad semáforo</i>	86
Figura 41	<i>Actividad energía</i>	86
Figura 42	<i>Pendón y afiches energía</i>	87

Figura 43 <i>Sensores de movimiento</i>	88
Figura 44 <i>Residuos generados en la Institución</i>	97
Figura 45 <i>Puntos ecológicos</i>	98
Figura 46 <i>Residuos orgánicos</i>	99
Figura 47 <i>Disposición final implementación</i>	101
Figura 48 <i>Residuos destinados al compostaje</i>	102
Figura 49 <i>Consumo de agua implementación y diagnóstico</i>	105
Figura 50 <i>Gasto de agua en grifos</i>	106
Figura 51 <i>Utilización de agua en preparación de alimentos</i>	107
Figura 52 <i>Utilización de agua en el aseo</i>	107
Figura 53 <i>Utilización de agua en lavar loza</i>	108
Figura 54 <i>Consumo de energía eléctrica mensual</i>	111
Figura 55 <i>Tiempo bombillos encendidos</i>	111
Figura 56 <i>Tiempo encendido ventiladores</i>	112
Figura 57 <i>Presentación</i>	115

Lista de Apéndices

Ver apéndices adjuntos y pueden ser consultados en la base de datos de la Biblioteca UIS.

Apéndice A. Entrevista

Apéndice B. Fotografías Entrevista

Apéndice C. Encuesta

Apéndice D. Fotografías Encuesta

Apéndice E. Recibos Energía Eléctrica

Apéndice F. Bosquejo Tanque

Apéndice G. Matriz de cumplimiento normativo y legal

Apéndice H. Comité Ambiental

Apéndice I. Selección de Alternativas

Apéndice J. Formato Asistencia

Apéndice K. Política de Control

Apéndice L. Plan Básico ante posibles situaciones de emergencia

Apéndice M. Convenios con empresas

Resumen

Título: Programa de “producción más limpia” aplicado en la Institución Educativa Caña Brava - Sede K ubicada en el municipio de Rionegro, Santander*

Autor: Gabriela Barrera Quintero, Maria Fernanda Niño Villamizar**

Palabras Clave: Producción más limpia, práctica social, comunidad educativa, educación y concientización ambiental.

Descripción:

El propósito de este proyecto es diseñar e implementar un programa de Producción Más Limpia (PML) en la Institución Educativa Caña Brava sede K, y de esta manera mitigar el impacto ambiental causado por el manejo inadecuado de los residuos que se generan en el lugar diariamente y el uso inconsciente de recursos como el agua y la energía eléctrica.

Para alcanzar este objetivo, se llevó a cabo un diagnóstico, el cual permitió descubrir el estado en el que se encontraba la Institución y así identificar las áreas críticas que causan impacto negativo al ambiente. A partir de los hallazgos encontrados, se diseñaron estrategias basadas en la gestión ambiental, abarcando temas como la disposición de desechos, el consumo de agua y energía.

Tan pronto culminó la fase de diseño, se procedió a llevar a cabo la etapa de implementación, teniendo en cuenta la facilidad de implementación, la viabilidad económica y la contribución de la aplicación de los programas a la Institución. Con la colaboración y acompañamiento de organizaciones conocedoras en temáticas del medio ambiente, se consiguió concientizar y educar a los miembros de la comunidad educativa sobre el valor que tienen las pequeñas acciones para contribuir al cuidado del entorno ecológico.

De igual manera, se planteó un sistema de indicadores, que permitieron evaluar el cumplimiento de las acciones implementadas. Finalmente, se socializaron los resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto a los docentes de todas las sedes de la Institución, algunos padres y estudiantes.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Ingeniería Industrial. Director: Juan Camilo López Vargas. Doctor en Ingeniería. Codirector: Lady Joana Rodríguez Sepúlveda. Doctora en Ingeniería.

Abstract

Title: "Cleaner production" program applied at Institución Educativa Caña Brava K Campus located in the municipality of Rionegro, Santander *

Authors: Gabriela Barrera Quintero, Maria Fernanda Niño Villamizar *

Key Words: Cleaner production, social practice, educational community, education and environmental awareness

Description:

This project aims to design and implement a Cleaner Production Program (PML) at Institución Educativa Caña Brava K Campus. This program is designed to mitigate the environmental impact caused by the improper management of waste generated daily and the unrestrained use of resources such as water and electricity.

To achieve this, the institution was assessed and diagnosed to identify critical areas causing a negative impact on the environment. Based on the findings, strategies focused on environmental management were designed. The strategies covered waste disposal and water and energy consumption.

After completing the design phase, the implementation stage began. This phase evaluated the ease of implementation, economic viability, and the expected outcomes of the programs to the Institution. With the collaboration of organizations specializing in environmental issues, it was possible to raise awareness and share results with the educational community members. We emphasized the value of small actions that help protect the local environment.

Similarly, a system of indicators was proposed, which made it possible to evaluate compliance when the actions were implemented. Finally, the project's results were shared with the teachers from all campus of the institution, as well as some parents and students.

* Degree Work

* Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Industrial Engineering. Director: Juan Camilo López Vargas. PhD in Engineering. Co-director: Lady Joana Rodríguez Sepúlveda. PhD in Engineering.

Introducción

La gestión de recursos y el cuidado del medio ambiente son desafíos que tiene la sociedad, y las organizaciones no son ajenas a esto, ya que además de aplicar estrategias para atraer y fidelizar clientes, han sido reconocidas como actores claves en la generación de acciones que permitan combatir el cambio climático (Jagua et al., 2023). La sede K de la Institución Educativa Caña Brava, ubicada en el municipio de Rionegro, Santander, es partícipe del reto de la gestión ambiental, puesto que se ha notado ausencia de cultura y consciencia ecológica entre la comunidad educativa, lo que genera un impacto negativo en el entorno, además de afectar el bienestar general y educativo en los estudiantes. En este contexto, se busca revertir este panorama mediante el diseño e implementación de un programa de Producción Más Limpia (PML).

La PML es una estrategia con un énfasis preventivo que busca la mitigación de impactos ambientales en una organización, y mejora el uso de recursos naturales sin dejar de lado la calidad en la producción y/o prestación del servicio (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2007). La implementación en el ámbito educativo tiene el potencial de minimizar los efectos ambientales, y se puede transformar en una herramienta formativa que inculque prácticas sostenibles en los estudiantes en su día a día al punto de ser actores activos en la generación de conciencia y preservación ambiental.

El proyecto inicia en el capítulo 1, con la exposición del contexto y aspectos generales de la Institución. En el capítulo 2 se plantea el problema, lo que permite en el capítulo 3 definir los objetivos generales y específicos. Posteriormente, el capítulo 4 ofrece el sustento teórico y referencial del programa. El capítulo 5 detalla las fases metodológicas del proyecto; el capítulo 6 presenta el diagnóstico realizado mediante la aplicación de diversas herramientas, como entrevista,

matriz Vester, ecomapa, árbol de problemas, entre otras, que permitieron evaluar el estado de la Institución e identificar áreas críticas y oportunidades de mejora. Los resultados evidencian una ausencia generalizada de estrategias estructuradas para la gestión de recursos y la falta de cultura de responsabilidad ambiental en toda la comunidad educativa. Por ello, en el capítulo 7 se diseña el programa PML, orientado a implementar medidas que, además de reducir el impacto ambiental generado por la Institución, aborden aspectos sociales para inculcar valores y prácticas amigables con el medio ambiente. El capítulo 8 ejecuta la implementación del diseño planteado; el capítulo 9 define los indicadores para evaluar las actividades implementadas; el capítulo 10 expone los resultados obtenidos a partir de la aplicación de dichos indicadores y la medición de recursos; finalmente el capítulo 11 cumple con el objetivo de aplicar una estrategia de socialización.

Cumplimiento de los objetivos

La Tabla 1 presenta los objetivos del proyecto y el capítulo en el que se desarrollan.

Tabla 1

Cumplimiento de los objetivos

Objetivo	Cumplimiento
1. Identificar las áreas y recursos críticos que generan mayores impactos ambientales a través de un proceso de diagnóstico aplicado en la sede K de la Institución Educativa Caña Brava.	Capítulo 6
2. Formular un programa de “producción más limpia” que permita mitigar el impacto ambiental para las áreas de mayor prioridad relacionadas desde el proceso de diagnóstico realizado.	Capítulo 7
3. Implementar el programa de “producción más limpia” en los procesos priorizados, con el acompañamiento de la dirección de la Institución Educativa Caña Brava.	Capítulo 8
4. Desarrollar un sistema de indicadores de gestión que permita medir los resultados obtenidos de la implementación del programa de “producción más limpia”.	Capítulo 9

Objetivo	Cumplimiento
5. Aplicar una estrategia de socialización al interior de la Institución Educativa Caña Brava, con el propósito de transferir los resultados y aprendizajes obtenidos mediante la implementación del programa de “producción más limpia”.	Capítulo 11

Fuente: Elaboración propia.

1. Presentación de la Institución Educativa Caña Brava

La Institución Educativa Caña Brava, fundada en diciembre del 2007, es una entidad de carácter público, que presta servicio de educación formal en población mixta. Cuenta con una jornada diurna en el calendario A, se encuentra ubicada en la zona rural del municipio de Rionegro, Santander, y es reconocida por la Secretaría de Educación del departamento de Santander con la Resolución No. 020539 de 2011.

La Institución tiene como objeto social la formación integral en los niveles de Prescolar, Transición, Básica Primaria, Básica Secundaria y Media. Está conformada por 11 sedes distribuidas en la zona rural del municipio de Rionegro en el departamento de Santander. La sede K, donde se realizó el proyecto, imparte clases de Básica Secundaria (sexto a noveno).

En la Tabla 2, se encuentran las generalidades de la Institución y la Tabla 3 refleja la cantidad de integrantes que la conforman.

Tabla 2

Generalidades de la Institución Educativa Sede K

Nombre de la empresa	Institución Educativa Caña Brava
NIT	900196243-9
Dirección	Vereda Las Flores
Representante Legal	Carlos Eduardo Barrera Carreño

Fuente: Archivo general Institución Educativa Caña Brava

Tabla 3*Número de integrantes Institución Educativa Sede K*

Área	Personal
Administrativo	1
Docentes	4
Servicios Generales	1
Restaurante	2
Estudiantes	61

Fuente: Archivo general Institución Educativa Caña Brava

1.1 Misión de la Institución Educativa Caña Brava

Lograr una educación de calidad, fundamentada en las experiencias y necesidades de la comunidad, enfocada en la formación de mejores seres humanos, a través de sus dimensiones cognitivas, cognoscitivas y cultivando los valores, que cumplan con sus deberes y convivan en paz, buscando siempre la formación con responsabilidad social y con una visión transformadora de sí mismos y de su entorno. (Archivo general Institución Educativa Caña Brava)

1.2 Visión de la Institución Educativa Caña Brava

La Institución Educativa Caña Brava al 2027, se proyecta como una Institución líder en el sector educativo rural a nivel municipal, a través de la formación de ciudadanos ejemplares, competentes para desempeñarse en su vida práctica, ya sea en sus estudios superiores o en el campo laboral, como agentes de cambio con espíritu de solidaridad y de servicio a la comunidad, promoviendo la paz y el desarrollo humano por medio del respeto, la honestidad, la responsabilidad y la tolerancia. (Archivo general Institución Educativa Caña Brava)

1.3 Mapa de procesos de la Institución Educativa Caña Brava

En la Figura 1 se visualiza el mapa de procesos clasificado en procesos visionarios, misionales y de apoyo, cada uno es fundamental para asegurar un adecuado funcionamiento académico y organizacional. Los procesos visionarios se enfocan en el direccionamiento estratégico, garantizando que la Institución progrese conforme a la misión y visión. Los procesos misionales orientados a lograr el buen desempeño educativo desde la sana convivencia y un ambiente respetuoso dentro de la Institución. Finalmente, se encuentran los procesos de apoyo, que permiten coordinar las diversas áreas, entre ellas, talento humano y finanzas.

Figura 1

Mapa de procesos Institución Educativa Caña Brava



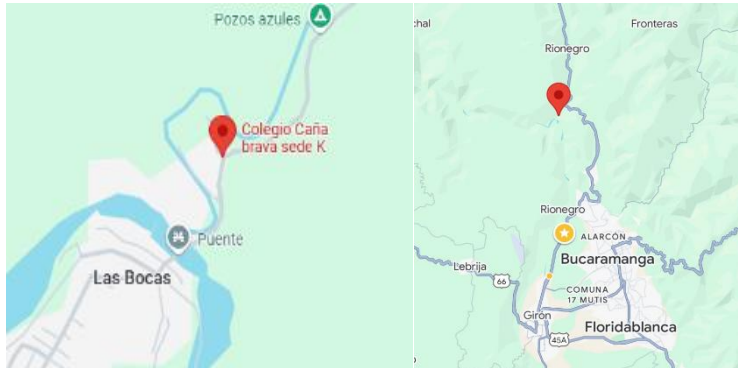
Fuente: Archivo general Institución Educativa Caña Brava

1.3 Localización

La sede K Bocas de la Institución Educativa Caña Brava, en donde se llevó a cabo el diseño e implementación del programa PML está ubicada en la vereda las Flores del municipio de Rionegro, Santander. La representación gráfica se percibe en la Figura 2.

Figura 2

Ubicación de la Institución



Fuente: Institución Educativa Caña Brava sede K Bocas. Adaptado de Google Maps.

2. Planteamiento del problema

Actualmente, para las organizaciones es de vital importancia el desarrollo de proyectos sostenibles enfocados en el cuidado del medio ambiente debido a la necesidad de realizar procesos que preserven el entorno y los recursos naturales, garantizando su disponibilidad para las generaciones actuales y futuras sin afectar el rendimiento de las empresas. Como lo indica la Organización de Naciones Unidas (ONU, 2024), es beneficioso para las organizaciones desarrollar modelos sostenibles tanto de consumo como de producción, por lo que deben conocer las consecuencias ambientales y sociales que generan durante el ciclo de vida los productos y servicios que ofrecen en el mercado. Por ende, las personas pueden tomar como ejemplo estos modelos para aplicarlos en su vida cotidiana y ayudar a disminuir el impacto ambiental.

Según la ONU (2024), cerca del 35% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero son producidas por el sector energético que abarca la electricidad, la calefacción y otros tipos de energía. Los proyectos sostenibles contribuyen a incrementar la eficiencia energética, reflejada en términos económicos y en la mitigación del daño ambiental. Por otro lado,

el reciclaje permite aprovechar los recursos, y tener un ahorro significativo de ellos. La ONU (2024) menciona que reciclar una tonelada de papel puede salvar 17 árboles y reducir el consumo de agua en un 50%. Lo anterior deja en evidencia la importancia de adoptar medidas preventivas respecto al cuidado del medio ambiente.

Este proyecto se propone al ver la necesidad que tiene la Institución de mitigar los residuos generados y a su vez aprovecharlos, además de usar eficientemente los recursos como el agua y la energía. Según el (Decreto 1743, 1994) emitido por el Ministerio de Educación Nacional en concordancia con el Ministerio del Medio Ambiente, las instituciones educativas deben incluir el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) en el currículo académico. A pesar de que la Institución elaboró un documento del PRAE, en la realidad, este no ha sido ejecutado de ninguna manera y tampoco se evidencia un plan de trabajo con énfasis en el cuidado ambiental, como se registra en la fase de diagnóstico presentada en el capítulo 6 del documento. Lo anterior, conlleva a la ausencia de cultura ambiental e indiferencia que tiene la comunidad educativa frente a la problemática del medio ambiente. Por tanto, se busca crear conciencia y divulgar una cultura ambiental para reducir el impacto negativo que genera el manejo inadecuado de los residuos, el uso inconsciente de la energía y el desperdicio de agua durante la realización de la jornada escolar.

Por otro lado, la Institución cuenta con el beneficio del Programa de Alimentación Escolar (PAE), otorgado por el Ministerio de Educación Nacional y tiene como objetivo ofrecer a los niños y adolescentes que estén registrados en el sistema de Matrícula – SIMAT- un complemento alimenticio durante su jornada escolar brindándoles los nutrientes necesarios para suplir los porcentajes de alimentación requeridos (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2021). Este programa se encarga de ofrecer el servicio de alimentación en las sedes de la Institución,

razón por la que se generan residuos orgánicos en volúmenes considerables. En el caso de estudio, este valor corresponde aproximadamente a 40 kilogramos semanales, lo que demuestra la falta de procedimientos que incentiven un comportamiento ecológico y el uso eficiente de los recursos.

La PML consiste en examinar los procesos de una actividad productiva o de servicios para identificar mejoras en el uso de los recursos, aplicando una estrategia integrada en sus operaciones que reduzca los riesgos ambientales y de las personas (Secretaría Distrital de Ambiente, 2023). Por lo tanto, aplicar el concepto de PML es importante para prevenir el impacto ambiental generado por la Sede K de la Institución, ya que a través de la implementación de este programa se pueden generar diferentes estrategias que mitiguen efectos negativos en las áreas prioritarias.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Diseñar e implementar un programa de “producción más limpia” que permita mitigar el impacto ambiental de las áreas de mayor prioridad en la Institución Educativa Caña Brava - Sede K ubicada en el municipio de Rionegro, Santander.

3.2 Objetivos Específicos

1. Identificar las áreas y recursos críticos que generan mayores impactos ambientales a través de un proceso de diagnóstico aplicado en la sede K de la Institución Educativa Caña Brava.

2. Formular un programa de “producción más limpia” que permita mitigar el impacto ambiental para las áreas de mayor prioridad relacionadas desde el proceso de diagnóstico realizado.

3. Implementar el programa de “producción más limpia” en los procesos priorizados, con el acompañamiento de la dirección de la Institución Educativa Caña Brava.

4. Desarrollar un sistema de indicadores de gestión que permita medir los resultados obtenidos de la implementación del programa de “producción más limpia”.

5. Aplicar una estrategia de socialización al interior de la Institución Educativa Caña Brava, con el propósito de transferir los resultados y aprendizajes obtenidos mediante la implementación del programa de “producción más limpia”.

4. Marco de Referencia

A continuación, se presenta el marco de antecedentes, que contextualiza el desarrollo del presente proyecto a través de estudios previos.

4.1 Marco de antecedentes

Según León y Pérez (2019) se diseñó e implementó un programa de Producción más Limpia en la Institución Educativa Camacho Carreño para mitigar el impacto ambiental. Para ello, usaron herramientas como la Matriz Vester, Árbol de Problemas, Matriz DOFA y la Matriz de Evaluación de Aspectos Ambientales, que se aplicaron con el apoyo y trabajo colaborativo del cuerpo docente, directivos, estudiantes y comunidad en general. Identificaron deficiencia de cultura ambiental, además de incumplimiento de normatividad que rige a la Institución en materia legal. Entre las mejoras desarrolladas, se destacan las capacitaciones en el manejo de residuos sólidos y la implementación de ajustes locativos para asegurar un aprovechamiento eficaz del agua y energía. Aunque se presentaron limitaciones como la disponibilidad del recurso económico y la receptividad de los estudiantes en las capacitaciones en materia ambiental, se observó una mejoría evidenciada con los resultados de los indicadores como la reducción del consumo de energía.

Un enfoque similar al proyecto anterior se aprecia en el publicado por Del Rio Candela (2019), donde se diseñó un programa de Producción más Limpia tomando como punto de partida

el impacto ambiental generado por los procesos operativos y administrativos de la empresa Obra Ingenieros SAS. Se realizó la descripción de los procesos incluyendo materias primas, insumos y aspectos relevantes que posibilitaron la evaluación del nivel de afectación ambiental mediante una matriz Arboleda, se identificó que el 69% de los impactos son significativos y moderados, y se asocian a la emisión de gases procedentes de vehículos, generación de residuos y consumo de diferentes tipos de recursos. Además, se aplicaron herramientas como la Matriz MED, DOFA, Eco Balance y Ecomapa para identificar los programas que permitieron la disminución en el origen y disposición de residuos tanto peligrosos como reciclables, en el consumo de energía y papel.

En otro estudio relacionado con los trabajos mencionados, Ibarra (2020) desarrolló un programa de Producción más Limpia enfocado en establecimientos de preparación de alimentos en el municipio de Soatá, Boyacá. Se analizaron las instalaciones de los establecimientos, equipos, utensilios, personal, requisitos legales, higiénicos y de saneamiento. En total, se analizaron 12 establecimientos de comercio y con la información recopilada se aplicó la Matriz de identificación de Impactos (CONESA). También, se realizó el análisis DOFA para la generación de estrategias orientadas en la disminución del consumo de energía y de agua, teniendo en cuenta las entradas y el contexto mismo de cada uno de los establecimientos. Se implementó la separación de los residuos por parte de las fuentes generadoras. La autora tuvo en cuenta las particularidades de cada uno de los establecimientos participantes generando soluciones a la medida que no solo mitigaron el impacto ambiental, sino que su implementación posibilitara un ahorro de recursos económicos especialmente en los costos de servicios.

Los estudios seleccionados son relevantes para el proyecto, ya que, mediante la aplicación de herramientas como la Matriz Vester y Árbol de Problemas, se identifican de manera precisa la

raíz de la situación problema y facilitan la generación de propuestas de mejora respecto a la mitigación del impacto ambiental. El programa PML aplicado en los diversos proyectos actúan como una guía de buenas prácticas ambientales para el presente proyecto. Además, se analizan aspectos como el uso adecuado de equipos, el consumo de recursos y la capacitación del personal para implementar estrategias que promuevan un manejo adecuado de residuos y un uso eficiente de los recursos naturales. Estos estudios proporcionan lineamientos prácticos y metodologías que facilitarán la implementación de estrategias para mejorar la gestión de recursos y residuos.

4.2 Marco teórico

El marco teórico expone la base teórica necesaria para el desarrollo del programa del Producción Más Limpia en la Institución Educativa Caña Brava.

4.2.1 Desarrollo sostenible

Como respuesta al deterioro ambiental a nivel local como global, se han generado movimientos, aportes, prácticas, discusiones e incluso campos de estudio para la búsqueda de un tratamiento efectivo que posibilite el crecimiento económico en balance con la protección ambiental, esto se conoce como desarrollo sostenible o sustentable (Gudynas y Carpio, 2024). El desarrollo sostenible surge del reconocimiento de que la población, en su búsqueda de progreso dentro de una economía mundial interconectada, está provocando cambios en el clima del planeta. Estos cambios afectan las características químicas de los océanos y los hábitats de otras especies, generando impactos significativos en procesos esenciales para la vida como el ciclo del agua, nitrógeno y del carbono (Sachs, 2014).

Aunque el término sostenibilidad se ha empleado en diferentes prácticas, por ejemplo, para el desarrollo de actividades pesqueras se busca garantizar un equilibrio que no afecte la población

de una especie en el corto, mediano o largo plazo, también permite comprender una problemática global. El desarrollo de las organizaciones e instituciones provocan cambios e impactos negativos en el presente, producto de una inadecuada gestión de los recursos, procesos ineficientes, generación de residuos altamente contaminantes, que pueden afectar a las futuras generaciones debido a consecuencias como el agotamiento de recursos y cambio climático (Serrato, 2017).

Con el fin de conseguir un futuro sostenible para la humanidad, se establecieron los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (ONU, 2020). En el ámbito educativo, el cumplimiento de los ODS juega un papel fundamental en la implementación de estrategias sustentables aplicadas a las instituciones educativas, principalmente aquellos objetivos que promuevan la implementación de hábitos sostenibles y la conciencia ambiental. Entre ellos se encuentran la educación de calidad, consumo responsable y acción por el clima. Según Dos Santos et al., (2023) las estrategias acordes a los ODS aplicadas en los colegios, además de beneficiar al medio ambiente, también traen consigo impactos positivos a la comunidad.

Se ha buscado el cambio para llegar a la sostenibilidad mediante la implementación de conceptos, como la PML, el mejoramiento de procesos, entre otros, que resultan claves a la hora de alcanzar la sostenibilidad.

4.2.2 Producción más limpia PML

Es un enfoque de gestión que es aplicado con el fin de aumentar la eficiencia en el uso de recursos naturales y reducir los impactos ambientales en los procesos, productos y servicios. Se caracteriza porque, además de controlar y/o mitigar la contaminación, busca la prevención desde el origen, mediante el uso eficiente de recursos, energía y agua (PNUMA, 2007).

Por otro lado, la Producción Más Limpia, no se limita a aplicar herramientas para crear soluciones eficientes y amigables con el medio ambiente en las empresas. Su implementación, sigue un enfoque preventivo basado en un proceso estructurado conformado por etapas que se interrelacionan entre sí. El proceso inicia con el análisis del entorno de la organización para identificar los procedimientos a priorizar y así realizar el diseño de alternativas para su posterior aplicación. La PML no sólo es un conjunto de acciones aisladas sino la integración de etapas para el mejoramiento continuo: 1) Sensibilización. 2) Diagnóstico empresarial. 3) Detección de actividades críticas. 4) Propuesta de proyecto. 5) Ejecución y control (Hoof et al., 2008).

De acuerdo con Gomes da Silva y Gouveia (2020), hay cinco aspectos relevantes en la aplicación de las prácticas de PML en las empresas:

-Reemplazo de materiales: Optar por materiales que no sean perjudiciales para el entorno ecológico desde la materia prima necesaria para la fabricación de los productos como de los demás insumos requeridos.

-Gestión interna: Minimizar la producción de residuos racionalizando los materiales a utilizar e incrementar la eficiencia energética en procesos de producción.

-Reaprovechamiento interno: Fomentar la reutilización de materiales, energía y agua para el desarrollo de productos compuestos por materiales reciclados con la finalidad de reducir la generación de residuos y generar beneficios económicos.

-Modernización de tecnología: Incorporar innovaciones que mejoren procesos utilizando tecnologías con bajas emisiones de gases respetando la naturaleza.

-Mejora de producto: Usar materiales que permitan alargar su vida útil y preparar el producto para que sea fácilmente refabricado sin utilizar elementos peligrosos.

Además, la deficiencia de las tecnologías usadas en los procesos productivos está directamente relacionada con el impacto ambiental negativo que se genera especialmente en el agotamiento de recursos naturales, la reducción de caudales de cuerpos hídricos, pérdida de ecosistemas, uso excesivo de combustibles fósiles para la generación de energía y alteración de la fauna y flora. Estas consecuencias han generado transformaciones perjudiciales a escala mundial, por lo que es imprescindible accionar para evitar estos efectos. Para ello es importante, promover el ahorro de la energía, el uso de energías renovables, la adopción de conductas ambientalmente responsables que permitan reducir la generación excesiva de residuos y el consumo de materias primas. Estas acciones contribuyen a preservar el medio ambiente y a utilizar responsablemente los recursos naturales, como lo establece la Producción Más Limpia (Bernal et al., 2017).

El mismo autor, menciona que el enfoque de la PML busca la prevención de impactos ambientales negativos desde el inicio, fomentando la reducción del consumo de materias primas y energía, en contraste con la aplicación de estrategias correctivas que se basan en la búsqueda de soluciones, cuando ya ha sido generado el impacto.

4.2.3 Herramientas de diagnóstico

Generalmente para la implementación del programa PML se hace uso de otras herramientas para la recolección de información como lo es la entrevista (Patton, 2014) y la encuesta (Creswell, 2007). A partir de la información obtenida, se cuenta dentro de la PML, con herramientas como el Ecomapa, el cual, mediante una representación gráfica, posibilita la visualización de flujos de materiales, consumos de energía y agua, así como el análisis de la interacción entre los procesos generales de la empresa y su impacto ambiental (Severiche-Sierra y Ahumada-Villafa, 2021).

Adicionalmente, como herramienta de diagnóstico se encuentra la matriz diseñada por Frederic Vester, que gráficamente se compone de una serie ordenada de filas y columnas en forma de matriz, donde se condensa las posibles causas de una situación problema (Rodríguez, 2020). La realización de esta matriz determina las variables que intervienen o soportan el problema central que a su vez es el causante de otros. La metodología de aplicación inicia con la descripción detallada de la situación problemática, al totalizar las calificaciones asignadas el problema más crítico será el que tenga mayor valor tanto en la ponderación horizontal como vertical, ya que tiene una alta causalidad en los otros. Los problemas activos, tienen una incidencia medianamente fuerte por lo que deben ser los segundos para tener en cuenta, luego se encuentran los pasivos e indiferentes, que se solucionan al tratar los activos y críticos, pero sí se deben resolver para evitar que su repercusión aumente su influencia en la situación problemática (Betancourt, 2016).

Las soluciones planteadas en el desarrollo de las herramientas de aplicación PML generalmente conlleva a la gestión y mejoramiento de los procesos en una organización, ya que busca la disminución o eliminación de desperdicios, entre otras mejoras (Perez y Galvis, 2022).

4.2.4 Mejoramiento de procesos

El concepto de proceso hace parte del lenguaje cotidiano y empresarial, ha evolucionado con el desarrollo de las organizaciones y en la literatura se pueden encontrar definiciones según el aspecto que desea exponer el autor, pero convergen en que son una serie de pasos ordenados que presentan entradas, actividades y salidas de un sistema, que además hacen uso de diferentes recursos para llevar a cabo una transformación (Ortiz y Serrano, 2012). Por otro lado, la gestión por procesos es la organización de estos con base en su función o el papel que toman dentro del desarrollo de una organización y se considera como una forma de crear valor para los clientes y

partes interesadas, además de eliminar las barreras que puedan existir entre las unidades funcionales, especialmente las que se desarrollan de manera vertical (Organización Internacional para la Estandarización, 2008).

Al hablar de mejoramiento de procesos y PML se identifican los factores que convergen como la búsqueda de beneficios en el largo plazo, la eliminación de residuos, el aprovechamiento de los recursos de forma eficiente, por mencionar algunos, pero presentan diferencias significativas. El mejoramiento de procesos busca de forma general que una organización pase a un estado mejor y la PML tiene prioridad la prevención y disminución de impactos ambientales que pueda tener. Por lo que se considera al mejoramiento de procesos como un enfoque más amplio y la PML más específico. Sin embargo, las organizaciones que busquen desarrollar la PML, el proceso se simplifica si cuentan con un enfoque basado en procesos documentados. Esto permite disponer de información clave sobre el uso de recursos, las entradas y salidas de cada proceso y otra información vital que posibilita la medición del nivel de impactos ambientales entre cada proceso y de forma global en la organización.

5. Metodología del proyecto

La realización del proyecto consistió en 5 fases secuenciales que posibilitaron el cumplimiento de los objetivos planteados. Su propósito fue recolectar información mediante el diagnóstico inicial para detectar oportunidades de mejora y, con base en estos hallazgos, desarrollar un programa de producción más limpia acorde a las necesidades encontradas.

5.1 Fase Uno: Diagnóstico

Se revisaron los archivos institucionales con el apoyo de la tutora. Luego, se entrevistó al personal docente, auxiliar de servicios generales y restaurante, y se encuestó a los estudiantes para

identificar fallas en el manejo ambiental. También se midió el consumo de recursos como el agua y la energía, así como la generación de residuos. Se utilizaron herramientas de diagnóstico como el Ecomapa para ubicar puntos clave de consumo y desechos, una Matriz de Cumplimiento Legal para evaluar la normativa ambiental y se desarrolló la matriz de Vester y el árbol de problemas para detectar los principales inconvenientes ambientales de la Institución.

5.2 Fase Dos: Formulación del programa PML

Se estableció un comité ambiental y se definieron sus funciones para apoyar la implementación de las acciones del programa en las áreas priorizadas. Se indagó sobre buenas prácticas y tecnologías que permitieran reducir el impacto ambiental de las áreas identificadas en el diagnóstico y así plantear estrategias que mitiguen el impacto ambiental considerando la viabilidad económica para la Institución y su aplicabilidad en la comunidad educativa.

5.3 Fase Tres: Implementación del programa PML

Se ejecutaron las acciones definidas en el programa PML enfocadas en el uso consciente del recurso energía y la reducción del consumo del agua, asimismo, en la mejora de la gestión de los residuos siguiendo las estrategias planteadas. Conjuntamente, se realizaron las estrategias del programa según la disponibilidad del cronograma académico del cuerpo docente, monitoreado por la dirección, para verificar que lo diseñado se haya desarrollado adecuadamente.

5.4 Fase Cuatro: Sistema de Indicadores de Gestión

Una vez desarrolladas las actividades que se plantearon con el propósito de contribuir a la mitigación del impacto ambiental de la Institución, se definieron los indicadores que permitieron medir y cuantificar el rendimiento de las acciones desarrolladas durante la implementación del programa de producción más limpia, en torno al uso de energía, agua y residuos.

5.5 Fase Cinco: Socialización de Resultados

Se elaboró material informativo para visualizar los resultados obtenidos durante la implementación del programa y los beneficios ambientales que trae. Por consiguiente, se estableció un plan de comunicación para la socialización de los logros alcanzados por el programa. En el que hicieron parte el cuerpo docente de todas las sedes, personal de servicios generales y auxiliar de cocina, algunos estudiantes y padres de familia, también se extendió la invitación para integrar el programa en las actividades escolares cotidianas de toda la Institución.

6. Diagnóstico

El diagnóstico se desarrolló en tres fases: la primera consistió en la recolección de información y documentación, seguido de la aplicación de herramientas de diagnóstico y su análisis, y finalizó con las conclusiones de los resultados obtenidos.

6.1 Recolección de información y documentación

En esta etapa se recopiló información de forma directa mediante visitas a la Institución con el propósito de analizar el entorno. Durante las inspecciones iniciales, se encontró que durante el receso los bombillos y ventiladores se mantenían encendidos, además, la Institución no contaba con puntos ecológicos para clasificación de residuos. Como se observa en la Figura 3, había fugas de agua en los tanques de almacenamiento.

Figura 3

Observación directa, fugas en tanques y desechos alrededor de la Institución



Por otra parte, se revisaron los archivos institucionales entre ellos, la misión, la visión y mapa de procesos, y se consultó documentación sobre normatividad ambiental que rige en el presente país, tal como se aprecia en la Tabla 4.

Tabla 4*Normatividad Ambiental*

Norma	Año	Descripción
Ley 373	1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
Resolución 1074	1997	Por la cual se establecen estándares ambientales en materia de vertimientos
Decreto 1076	2015	Conservación de los recursos naturales en predios rurales
Ley 2407	2024	Por medio de la cual se adoptan medidas para promover el uso racional y eficiente de energía, se establecen lineamientos para los planes de eficiencia energética de las entidades públicas, se incentivan construcciones sostenibles y se dictan otras disposiciones
Decreto 1073	2015	Medidas tendientes al uso racional y eficiente de la energía eléctrica.
Decreto 3450	2008	Por el cual se prohíbe usar fuentes de iluminación de baja eficiencia energética
Ley 1259	2008	Por medio de la cual se insta en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.
Decreto 3695	2009	Por medio del cual se reglamenta la Ley 1259 de 2008 y se dictan otras disposiciones
Ley 1672	2013	Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones.
Decreto 2981	2013	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.
Resolución 668	2016	Por la cual se reglamenta el uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones
Conpes 3874	2016	Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos
Resolución 2184	2019	Por la cual se modifica la resolución 668 de 2016 sobre uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones

Norma	Año	Descripción
Decreto 2981	2013	Aspectos generales en la prestación del servicio de aseo

Fuente: Departamento Administrativo de la Función Pública y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

6.2 Análisis de información y aplicación de herramientas de diagnóstico

La recolección de información se llevó a cabo de forma directa estableciendo contacto con la comunidad educativa de la sede K.

6.2.1 Entrevista

El proceso de recolección de información fue la entrevista semiestructurada, en la que se establecieron preguntas guías y a medida que se avanzaba en el diálogo, se plantearon interrogantes para profundizar en la temática. La entrevista fue aplicada presencialmente en la Institución y de forma individual a las 4 docentes, quienes son responsables de las asignaturas matemáticas, biología, español e inglés y cuyas edades oscilan entre los 40 y 57 años. Asimismo, se desarrolló la entrevista en el corregimiento de Bocas, para el personal de servicios generales y de restaurante (cabe resaltar que sólo se contó con la participación de una auxiliar de restaurante), quienes tienen 45 y 35 años respectivamente.

En la entrevista se les interrogó acerca de la integración de la educación ambiental en currículo escolar, gestión de residuos de la Institución, identificación de áreas con mayor impacto ambiental, prácticas de reciclaje en la comunidad educativa, uso de recursos energía y agua y propuestas para la minimización del impacto ambiental. Las respuestas de las entrevistas se pueden apreciar en el Apéndice A y las evidencias fotográficas en el Apéndice B.

Los aspectos más relevantes para el desarrollo del programa se condensaron en la Tabla 5. Se registra desde el punto de vista de cada docente, desde el rol del personal de los servicios generales y la auxiliar de restaurante.

Tabla 5*Resumen entrevistas*

Funcionario	Aspectos positivos	Problemas encontrados	Posibles Causas o Posibles mejoras
Personal de Servicios Generales (1)	<ul style="list-style-type: none"> -Se cuenta con el servicio de recolección de basura. -Recolección de botellas para uso propio. 	<ul style="list-style-type: none"> -No se realiza reciclaje y separación en sitio. -No se hace control sobre la gestión de aseo y residuos. -No se ha fumigado. 	<ul style="list-style-type: none"> -No se han realizado capacitaciones en gestión y disposición de residuos. -No se tiene estandarizado las actividades de aseo y gestión de residuos. -No se lleva control sobre la gestión de residuos.
Auxiliar de restaurante (1)	<ul style="list-style-type: none"> -Separación de residuos de preparación de alimentos y sobrantes de comida. -Residuos orgánicos son usados para alimentos de animales. 	<ul style="list-style-type: none"> -Aceite usado se deposita en tierra. -No hay separación de algunas clases de residuos como el papel y el plástico. -Familia del cuerpo estudiantil que no participa y no se ha vinculado en las actividades para el cuidado del medio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> -No se cuenta con políticas y programas claros para separación y aprovechamiento de residuos.

Funcionario	Aspectos positivos	Problemas encontrados	Posibles Causas o Posibles mejoras
Cuerpo docente (4)	<ul style="list-style-type: none"> -Se genera papel, empaquetadura de dulces y plásticos, posible materia prima para reciclar. -Campañas del cuidado del agua y residuos en días conmemorativos y realización de actividades en algunas clases. 	<ul style="list-style-type: none"> -No hay hábito ni motivación de los estudiantes en el cuidado del medio ambiente, separación de residuos y cuidado del agua. -Se desperdicia agua de los grifos cuando los estudiantes hacen uso de ellos y en el desagüe de baños. -Se mantiene encendido ventiladores y luces aun cuando no están en uso. -Cuando se desarrollan actividades lúdicas se generan más residuos que impactan el medio ambiente. -Familia del cuerpo estudiantil no participa ni se vincula en las actividades para el cuidado del medio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> -Comprometer a los estudiantes y padres en ser actores activos en el cuidado del medio ambiente. -Realizar procesamiento de residuos en abono. -Crear hábitos en la comunidad estudiantil de prácticas sostenibles. -Integrar el cuidado de medio ambiente al currículo escolar.

Fuente: Elaboración propia

6.2.2 Encuesta

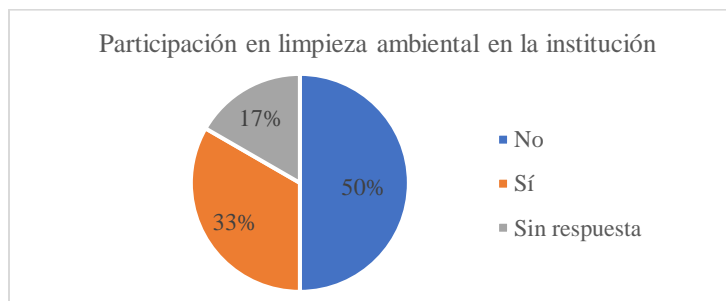
La encuesta se realizó a los estudiantes de la Institución que trajeron el consentimiento firmado por los padres y/o acudientes. Se aplicó de forma presencial en la Institución a los estudiantes con edades entre los 11 y 16 años, pertenecientes a los grados sexto a noveno. Se entregó un formato físico con 18 preguntas abiertas, relacionadas con el manejo de residuos, cuidado del medio ambiente, uso del agua y la energía y el impacto que genera las acciones que realizan dentro de la Institución. Aunque se hizo el proceso de sensibilización con los docentes y estudiantes para motivar su participación, fue posible contar con la contribución de 24 estudiantes. En el Apéndice C se puede ver registro de las respuestas de la encuesta, y en el Apéndice D se observan las fotografías de la aplicación de la encuesta.

Las primeras preguntas tienen como objetivo comprender el conocimiento general que tienen los estudiantes sobre el reciclaje, la gestión y los tipos de residuos que se generan dentro de la Institución, las demás preguntas se diseñaron para conocer sobre la cultura que tienen los estudiantes en materia del cuidado del medio ambiente y las actividades que han desarrollado durante su proceso educativo en relación con el reciclaje, la gestión de residuos y el cuidado general de recursos naturales. Las preguntas fueron analizadas para comprender el panorama general del problema desde la percepción de los estudiantes.

Como se aprecia en la Figura 4, el 50% de los estudiantes no realizan actividades y el 33% dice que como actividades de limpieza solo han aseado el salón. Lo que destaca que no hay una cultura establecida para el cuidado del medio ambiente. Este resultado va relacionado con lo encontrado en las entrevistas con los docentes, que manifestaron que los estudiantes no tienen el hábito de depositar los residuos en su lugar correspondiente, arrojándolos alrededor de la Institución, porque no se han realizado actividades concretas para la clasificación correcta de estos.

Figura 4

Participación en actividades de limpieza para el cuidado de la naturaleza



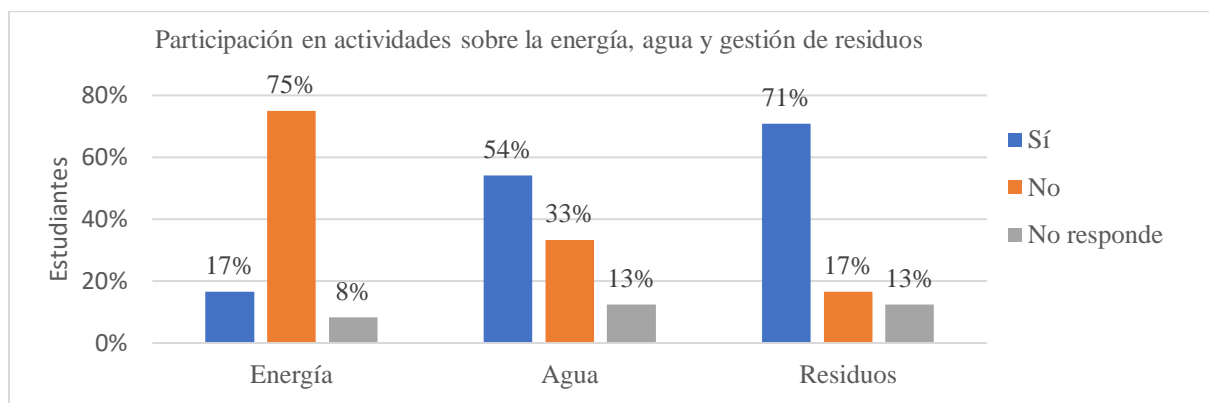
Fuente: Elaboración propia

Aunque en la Institución se han llevado a cabo algunas actividades sobre el cuidado del medio ambiente, según lo mencionado por el personal entrevistado, el 75% de los estudiantes

reconoció no haber participado en actividades o recibido campañas sobre el uso adecuado de la energía cuando se les consultó sobre actividades que realice la Institución relacionadas con el uso de la energía eléctrica, agua y gestión de residuos. Lo que permite ver que desde la formación se ha priorizado la gestión de residuos y del agua sobre otros recursos. Evidenciado en la Figura 5.

Figura 5

Participación en campañas sobre la gestión de residuos y el uso de agua y energía



Fuente: Elaboración propia

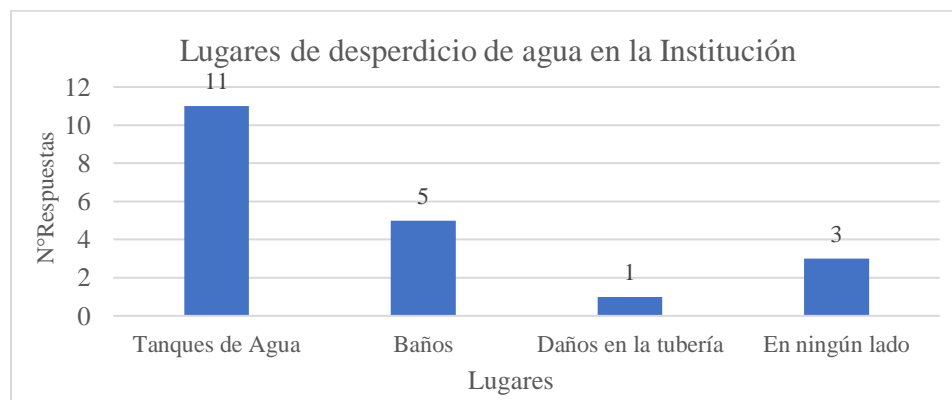
Como mencionó el personal docente, la gestión de residuos y el uso responsable del agua son los factores en los que se han desarrollado actividades, en su mayoría en el área de biología. Sin embargo, se debe hacer énfasis que para el desarrollo de estas actividades debe haber más compromiso no sólo del área de biología sino de las asignaturas entre ellas español, matemáticas e inglés, para llevarse un proyecto transversal que tenga mejores oportunidades de aprendizaje en el cuidado del medio ambiente e integrarlo en el currículo escolar.

Otro aspecto clave respecto al conocimiento de los participantes sobre el cuidado del medio ambiente, se les consultó sobre los tipos de residuos. El 91% de los estudiantes consideran que el papel y el plástico son los residuos que más se generan, lo cual es un aspecto positivo teniendo en cuenta que tienen la posibilidad de ser reciclados.

Siguiendo con las dificultades que percibe la población sobre el uso del agua, se encontró que los participantes relacionaron los tanques de agua y los baños como los puntos donde han presenciado desperdicio de este recurso, como se evidencia en la Figura 6.

Figura 6

Puntos de desperdicio de agua



Fuente: Elaboración propia

Según las respuestas obtenidas, los estudiantes manifestaron que el desperdicio se debe a grifos abiertos en momentos en los que no se usan, tanques que se desbordan constantemente, y otras prácticas que están relacionadas con el empleo inadecuado de los lavamanos.

Respecto al uso de la electricidad, se indagó sobre prácticas o conductas que se pueden percibir como desperdicio de energía. Se les consultó si han visto algunos de los aparatos eléctricos conectados o encendidos sin utilizarse y el 75% de los estudiantes respondió afirmativamente. Lo que comprueba que en la Institución no hay cultura de cuidado ni preservación del medio ambiente.

La última sección recopiló sugerencias y acciones que proponen los estudiantes para mejorar la gestión de residuos, el uso de la energía y recursos hídricos, resumidas en la Tabla 6.

Tabla 6*Propuestas de mejora del cuerpo estudiantil*

Recurso	Propuesta de mejora
Agua	-Arreglar el sistema hidráulico de los tanques de almacenamiento de agua. -No dejar abiertas innecesariamente las llaves. -Realizar campañas de concientización.
Luz	-Apagar las luces cuando no se necesiten. -No encender los ventiladores durante toda la jornada. -Desconectar todos los instrumentos electrónicos cuando no estén en uso.
Residuos	-Reciclar -Separar por tipo de residuo. -Vender los residuos. -Los residuos del restaurante y cáscaras que sirvan como alimento de animales en fincas.

Fuente: Elaboración propia

En general, las actividades que realizan tienen consecuencias negativas puesto que no se siguen normas básicas como apagar la luz, cerrar la llave de agua y depositar los residuos en los lugares correspondientes.

6.2.3 Medición de residuos

Tomando como referencia lo expuesto por el cuerpo docente, estudiantes y auxiliares, comentan que desde hace poco tiempo se hace la recolección final de residuos por parte del camión de basuras, pues anteriormente depositaban los residuos en el río, lo que refleja la carencia de cultura ambiental, y el poco interés que tienen en la separación de residuos. Por esta razón, se hace el proceso de medición de residuos. La medición de residuos se llevó a cabo durante 4 semanas, donde se midió por separado las diferentes zonas de la Institución. Los resultados obtenidos se pueden visualizar en la Tabla 7.

Tabla 7

Volumen de residuos en la Institución. Cifras en Kilogramos (kg)

Zona de la Institución	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Residuos Preparación de Alimentos	32.74	35.51	31.10	36.77
Sobrantes de Comida	6.68	6.29	7.31	6.93
Baños	0.34	0.27	0.39	0.31
Salones	2.53	2.89	3.46	2.72
Área común	4.24	4.79	3.35	4.31
Total	46.53	49.75	45.61	51.04

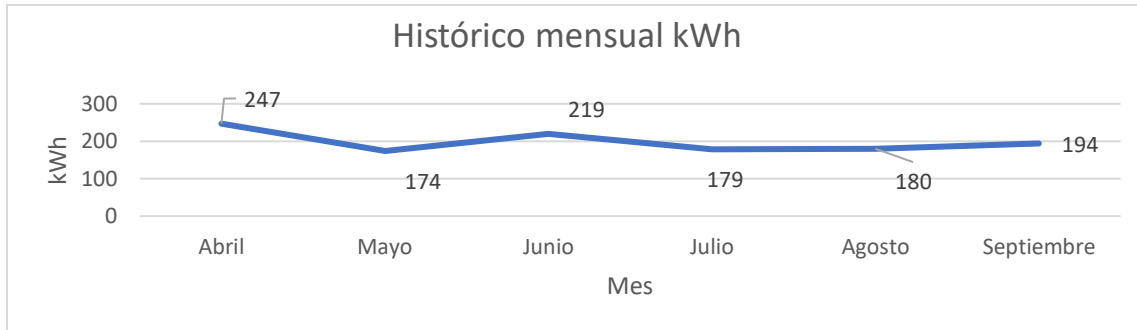
Fuente: Elaboración propia

En promedio, la Institución generó 48,23 kg de residuos semanales y la zona que más produjo fue la de comidas, teniendo en cuenta los sobrantes de comida y los residuos del restaurante, que representan un promedio de 40,83 kg, cerca del 84% del volumen total de residuos en la Institución. Cabe resaltar, que los sobrantes de comida se destinaban a alimentar animales en fincas aledañas y que el 85,9% del total de residuos generados eran llevados al relleno sanitario.

6.2.4 Medición de consumo

Para finalizar, se revisó el estado de la gestión de recursos naturales en la Institución, y se midieron los consumos de agua y energía, como se detalla en los siguiente numerales.

6.2.4.1 Consumo de energía. Este proceso se llevó a cabo en dos fases. La primera consistió en la medición del consumo general en kilovatio-hora (kWh) al mes de la Institución, como se visualiza en la Figura 7, tomando como base de información las lecturas realizadas por parte de la electrificadora en los recibos de energía, estos se pueden consultar en el Apéndice E.

Figura 7*Consumo del recibo energía 2024*

Fuente: Elaboración Propia

Como segunda fase durante una semana se midió el tiempo que mantienen encendidos los dispositivos electrónicos de la Institución y se registró el tiempo promedio en el que permanecen conectados los equipos, se observa en Tabla 8.

Tabla 8*Tiempos de Consumo*

Zonas	Dispositivos	Tiempo de conexión
Salón 1	1 bombillo Led	6 h/día
	3 ventiladores	4:50 h/día - 2:50 h/día - 2:50 h/día
Salón 2	1 bombillo Led	6 h/día
	4 ventiladores	5:20 h/día - 5:20 h/día - 1:09 h/día - 1:09 h/día
Salón 3	1 bombillo Led	6 h/día
	3 ventiladores	5:50 h/día
Salón 4	1 bombillo Led	6 h/día
	2 ventiladores	4:35 h/día - 1:09 h/día
Salón de profesores e informática	4 bombillos Led	4 h/día c/u
	2 ventiladores	4:30 h/día c/u
	6 PC Portátiles	1 h/sem c/u
	1 pc de mesa	1 h/sem c/u

Zonas	Dispositivos	Tiempo de conexión
	1 modem WIFI	102 h/sem
Cocina	1 bombillo Led	5 h/día
Cuarto de insumos de cocina y biblioteca	1 bombillo Led 2 neveras	5 h/día 24 h/día c/u

Fuente: Elaboración propia

A pesar de no tener equipos especializados para la realización de actividades de laboratorio o similares, la Institución sí cuenta con electrodomésticos que generan un consumo considerable como la nevera y el congelador; el primero no posee buena eficiencia energética y su nivel de gasto es superior a otras, consume 58.2 kWh/mes y el segundo representa un consumo de 27.6 kWh/mes, según los datos del fabricante. En total el consumo aproximado representaría cerca del 43% del consumo promedio (199 kWh/mes) de la Institución.

No obstante, otros dispositivos son de tecnología más amigable como el caso de los bombillos, ya que son led. Sin embargo, se puede aprovechar la luz natural para minimizar el tiempo de encendido.

6.2.4.2 Consumo de agua. La Institución obtiene el agua por medio de un acueducto veredal, que no dispone de medidores. El agua es traída por medio de tuberías y mangueras que llenan tres tanques de almacenamiento de 500, 1000 y 5000 litros.

Para cuantificar el consumo de agua de la Institución, fue necesario medir la altura del volumen del agua al inicio y al final de la jornada escolar, se hizo desde el tanque de 1000 litros, ya que el de 5000 litros no era de uso exclusivo de la Institución, puesto que abastece a la comunidad aledaña y el tercer tanque no está en uso. En el Apéndice F se puede apreciar un bosquejo del tanque de 1000 litros, el cual tiene una figura cónica irregular y la primera sección se puede considerar un cilindro. Al tener diferentes radios el tanque, se hizo el cálculo del volumen

de cada sección con el fin de obtener el consumo más preciso luego de medir la diferencia de alturas durante las jornadas de observación.

El cálculo de volumen del tanque lleno se puede apreciar a continuación. Recordando que el volumen de un tronco de cono está dado por,

$$V = \frac{\pi}{3} * h (R^2 + r^2 + R * r) \quad (1)$$

y el volumen de un cilindro se obtiene mediante,

$$V = \pi * (r)^2 * h. \quad (2)$$

La altura del cilindro es representada por h , el radio mayor R y el radio de la base inferior r , se tiene que el volumen total del tanque lleno es de 1000,44 Litros. La medición de consumo se realizó durante 5 días. Antes de iniciar la jornada académica se llenaba el tanque, una vez lleno se cerraba la llave de suministro para medir la altura inicial, y al finalizar la jornada se tomó la altura del tanque para obtener el consumo de la mañana. En la jornada de la tarde se abrió la llave nuevamente, se tomó la altura y se esperó hasta que la auxiliar de restaurante terminara de lavar los utensilios, para medir el consumo. Posteriormente, para obtener el consumo de agua utilizado por la auxiliar de servicios generales, se esperó una vez acabaran la actividad en el restaurante. Los resultados obtenidos luego de aplicar el procedimiento anterior se resumen en la Tabla 9.

Tabla 9

Consumo diario de agua. Cifras en Litros

Día	1	2	3	4	5
Jornada de la mañana	489.65	495.48	511.99	507.27	461.38
Jornada de la tarde	604.85	623.42	564.99	598.48	682.13
Total	1094.51	1118.90	1076.98	1105.75	1143.51

Fuente: Elaboración propia

En promedio, la Institución consume un poco más de la capacidad total del tanque (1000 litros por día), entre las actividades que se desarrollan dentro de la Institución, pero esta información no diferencia las áreas en donde se presenta un mayor consumo. Para ello, se hizo una medición de tiempos y volumen consumido por área, recordando que la Institución cuenta con terminales hidráulicas en tres áreas, restaurante, baños y lavamanos. Los resultados de la medición se pueden apreciar en la Tabla 10.

Tabla 10

Consumo por área jornada de la mañana. Cifras en Litros

Dia	Restaurante		Lavamanos		Baño	
	Tiempo	Litros	Tiempo	Litros	Descargas	Litros
1	55 min 42 s	292	18 min 15 s	106	18	86
2	57 min 47 s	303	14 min 54 s	86,6	21	101
3	62 min 23 s	328	15 min 33 s	90,3	19	91
4	59 min 13 s	311	16 min 27 s	95,6	20	96
5	55 min 2 s	289	19 min 3 s	111	17	81,6

Fuente: Elaboración propia

Para el área de restaurante y lavamanos se midió la cantidad de agua que sale en un minuto y se contabilizó el tiempo en que permanece la llave abierta durante el día. Para el caso de los inodoros de los baños se tomó como referencia la información de la etiqueta, esta muestra los litros gastados por descarga y se registró el número de descargas efectuadas durante la jornada. En la tarde, sólo se efectúan las actividades de aseo y limpieza general de la Institución. El consumo en la jornada de la tarde se aprecia en la Tabla 11.

Tabla 11*Consumo por área jornada de la tarde. Cifras en Litros*

Día	Zonas		Total
	Restaurante	Cuarto de Aseo	
1	409.61	195.24	604.85
2	444.24	179.18	623.42
3	381.40	183.59	564.99
4	401.74	196.74	598.48
5	445.47	236.66	682.13

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la información recolectada, el consumo semanal del restaurante representa aproximadamente un 65% del consumo promedio de la Institución, por lo tanto, su gestión y tratamiento se consideran críticas.

Otro punto llamativo en el comportamiento de consumo es que se registraron mayores volúmenes en la jornada de la tarde, por lo que las actividades de limpieza y lavado de utensilios tienen más influencia en el gasto de agua que las de preparación de alimentos y uso de baños durante la jornada académica.

6.2.5 Consideraciones Ecomapa

Esta herramienta permite identificar los puntos donde se hace uso de los diferentes recursos durante el funcionamiento de la Institución, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

6.2.5.1 Agua. La Institución cuenta con servicio de acueducto veredal, por lo tanto, el agua proviene de un yacimiento la cual se almacena en tanques y suministra el recurso hídrico a toda la Institución y zonas aledañas. Allí, existen varios puntos donde se evidencia el consumo de agua.

- Restaurante: se utiliza un grifo de suministro de agua utilizado para la preparación de los alimentos y el lavado de utensilios de cocina, lo que representa un alto volumen de gasto de agua diario.

- Zona de área común: la Institución cuenta con dos grifos de agua para uso de todo el personal. Es relevante mencionar que se observó un mayor flujo en el consumo de agua durante el receso y en la jornada de aseo que se realiza durante la tarde.

- Baños: se cuenta con tres sanitarios, disponibles para uso de la comunidad estudiantil, personal docente, de aseo y restaurante.

Además, se visualiza desperdicio de agua en la zona de los tanques debido a fallas en el funcionamiento del sistema hidráulico y goteos constantes en los grifos.

6.2.5.2 Residuos. En la Institución se identificaron diferentes lugares en los que se originan diversos tipos de residuos.

- Restaurante: allí se producen residuos orgánicos derivados de la preparación de alimentos y restos de comida en el posconsumo. Adicionalmente, durante la elaboración de los almuerzos, se utilizan ingredientes empacados que generan residuos plásticos.

- Área común: se identificaron residuos plásticos tales como, envolturas del refrigerio y golosinas, vasos desechables y botellas. También servilletas, restos de suciedad y hojas de papel.

- Salones: se observaron hojas de papel, viruta de borrador y de tajalápiz, envolturas plásticas de alimentos, bolígrafos y botellas plásticas.

- Baños: en esta área se encuentran residuos no aprovechables como papel y toallas higiénicas. Además, servilletas y vasos desechables.

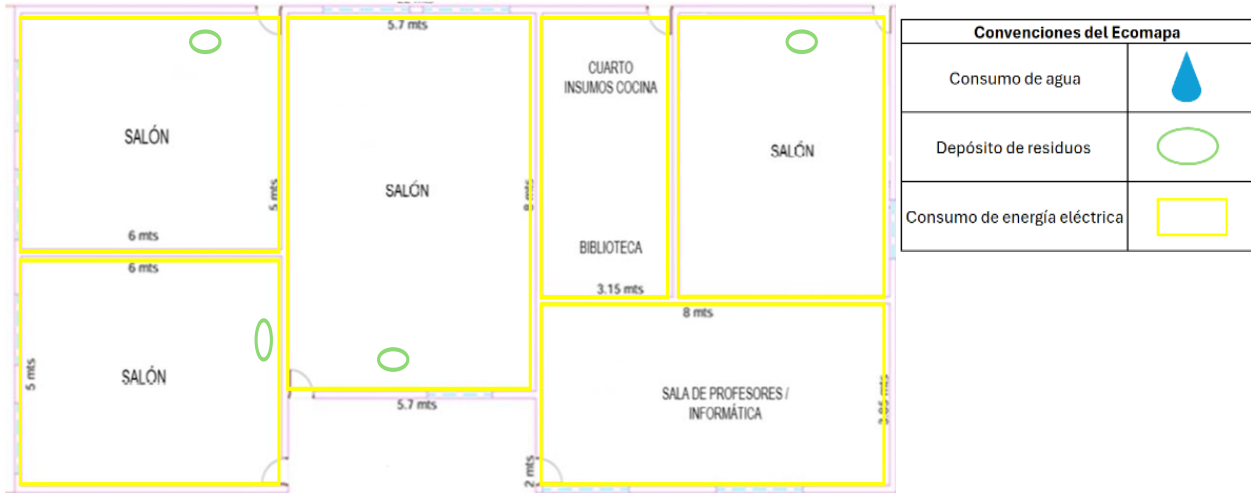
6.2.5.3 Energía eléctrica. En la Institución se encuentran tres focos principales de consumo de energía: las luminarias, los ventiladores y refrigeradores. Las áreas que consumen luz eléctrica son las aulas de clase, sala de profesores e informática, restaurante y cuarto de insumos de cocina y biblioteca. Por otro lado, el consumo eléctrico por uso de ventiladores se genera en las aulas de clase y en sala de profesores e informática. Se observan bombillos eléctricos y ventiladores encendidos la mayoría de las veces durante el receso, esto implica consumos injustificados de kWh, reflejados en el gasto financiero de la Institución, que finalmente afecta negativamente al medio ambiente. Además, se evidencian gastos adicionales de consumo energético se ven reflejados en la conexión continua del refrigerador y congelador. Asimismo, se hace uso de los computadores durante una hora a la semana, de la conexión wifi en la jornada escolar, y de la licuadora como electrodoméstico en el restaurante estudiantil.

6.2.6 Ecomapa

Tomando como referencia el plano de distribución de la Institución y las consideraciones anteriores, se diseñó el Ecomapa para la Institución Educativa Caña Brava. La Figura 8 refleja la distribución actual de la sede, donde se aprecia que solo posee cuatro puntos de recolección en los salones, junto con las convenciones de símbolos.

Figura 8

Ecomapa salones



Fuente: Elaboración propia

La Figura 9 muestra las zonas auxiliares, donde predominan los puntos de agua y recolección de residuos, ya que son las áreas donde se encuentran los baños y restaurante. La ubicación de estos puntos son insumo para el desarrollo de propuestas y el enfoque se puede dar teniendo en cuenta su distribución.

Figura 9

Ecomapa zonas auxiliares



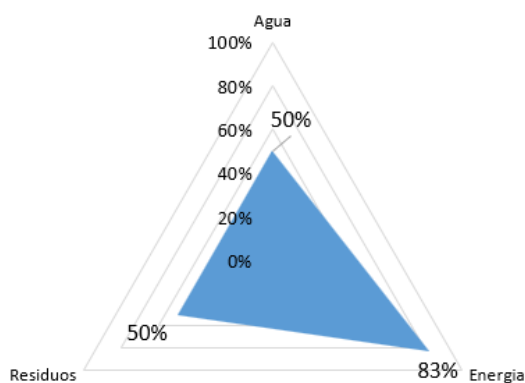
Fuente: Elaboración propia

6.2.7 Cumplimiento normatividad ambiental

Se diseñó un matriz de cumplimiento, que fue alimentada tomando como base lo observado durante las visitas y la información recopilada durante las entrevistas, encuestas y teniendo en cuenta el marco normativo ambiental de la Tabla 4. En la matriz de cumplimiento, se divide cada normatividad por recurso (agua, energía y residuos) y se asignan el valor de acuerdo con el cumplimiento de la norma en la Institución, siendo 1 si no cumple, 5 si cumple parcialmente y 10 si cumple totalmente. Luego, se obtiene un porcentaje de cumplimiento para cada recurso, por lo que se define que la Institución cuenta con un nivel de cumplimiento medio-bajo (61%). En la Figura 10 se puede apreciar el nivel de cumplimiento ponderado de cada recurso por norma consultada y la matriz de cumplimiento se puede observar en el Apéndice G.

Figura 10

Nivel de cumplimiento por recurso



Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos permiten ver que la Institución no ha terminado de implementar los requerimientos exigidos por la ley porque no cuentan con programas para el reúso del agua, uso racional de energía, manejo de residuos electrónicos, clasificación de los residuos según el código de colores. Sin embargo, sí cumple con algunas normativas entre ellas (Decreto 3450, 2008)

y (Decreto 1073, 2015), que especifican el uso racional de la eficiencia energética, donde se deben sustituir fuentes de iluminación de baja eficacia lumínica, por unas de mayor eficacia.

6.2.8 Matriz Vester

Con base en la información recopilada fue posible la identificación de los problemas, sus posibles causas y consecuencias, que serán relacionadas entre sí, basado en criterios de cuidado del medio ambiente y normatividad vigente para la cuantificación del nivel de influencia que tiene cada uno, frente a la gestión del agua, energía y residuos.

Con esta herramienta se clasifica en críticos, activos, pasivos e indiferentes el impacto que tienen entre sí, asignándoles un valor numérico 0=Nulo, 1=Bajo, 2=Medio y 3=Alto, a los problemas identificados a través de la observación directa, las entrevistas y encuestas aplicadas a los miembros de la Institución. Como se listan a continuación:

- 1. Poca educación ambiental en los estudiantes*
- 2. No hay programa de manejo de residuos*
- 3. No hay Programas para uso eficiente y ahorro de energía y agua*
- 4. Personal docente y auxiliar sin capacitación en cuidado ambiental*
- 5. No existen puntos ecológicos*
- 6. Bajo nivel de cultura de cuidado y preservación del medio ambiente*
- 7. No existe programa de mantenimiento de equipos*
- 8. No hay medidas para la atención de daños en acueductos, llaves y puntos agua*
- 9. No se verifica el cumplimiento de la normatividad ambiental*

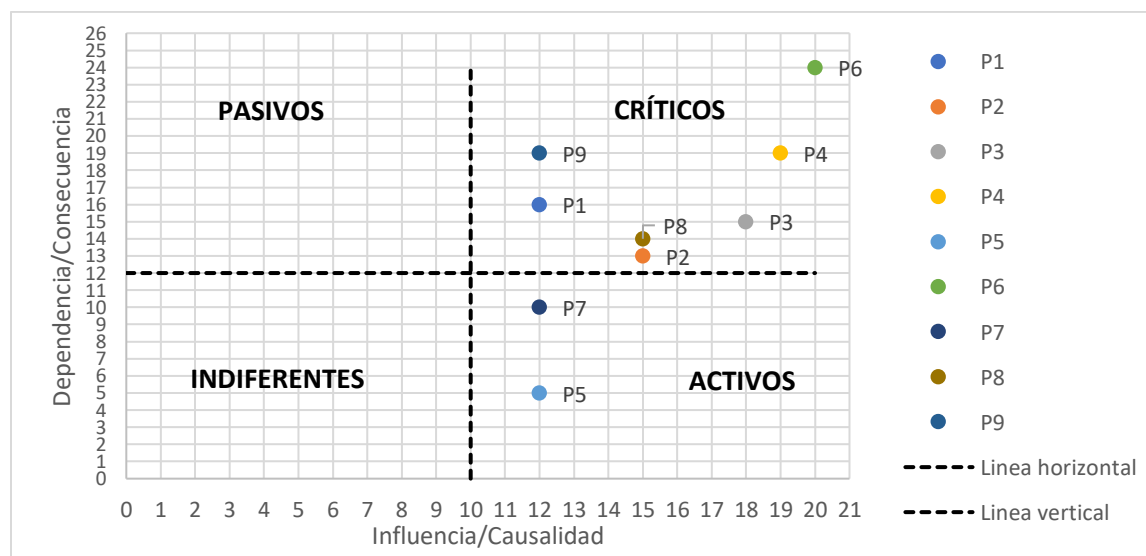
Se asignaron los valores correspondientes a la influencia que tiene cada problema con respecto al otro, junto con la validación de los docentes y el directivo de la Institución, se genera la matriz de la Tabla 12.

Tabla 12*Matriz Vester*

Código	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Influencia
P1	0	1	1	2	1	3	0	2	2	12
P2	3	0	0	3	2	3	0	2	2	15
P3	3	1	0	3	0	3	3	3	2	18
P4	3	3	2	0	1	3	2	2	3	19
P5	1	3	1	2	0	3	0	0	2	12
P6	2	3	3	2	1	0	3	3	3	20
P7	1	0	3	2	0	3	0	1	2	12
P8	1	1	3	2	0	3	2	0	3	15
P9	2	1	2	3	0	3	0	1	0	12
Dependencia	16	13	15	19	5	24	10	14	19	102

Nota: Adaptado de Betancourt, 2016. Matriz Vester para la priorización de problemas.

Los puntajes obtenidos para cada uno de los problemas, permite ubicarlos en un plano cartesiano que se divide en cuatro cuadrantes: pasivo, indiferentes, activos y críticos, como se puede apreciar en la Figura 11.

Figura 11*Plano Cartesiano resultante de la Matriz Vester*

Nota: Adaptado de Betancourt, 2016. Matriz Vester para la priorización de problemas.

El tratamiento de los problemas inicia con los que se ubican en el cuadrante crítico, luego el cuadrante activo y finaliza con el pasivo. En la Institución educativa los problemas se clasifican como críticos y activos, destacando el P6, que hace referencia a la falta de cultura ya que abarca lo referente a las acciones de la comunidad como el cuidado del medio ambiente por parte de los estudiantes, capacitación docente referente al tema, desarrollo de programas de gestión y atención.

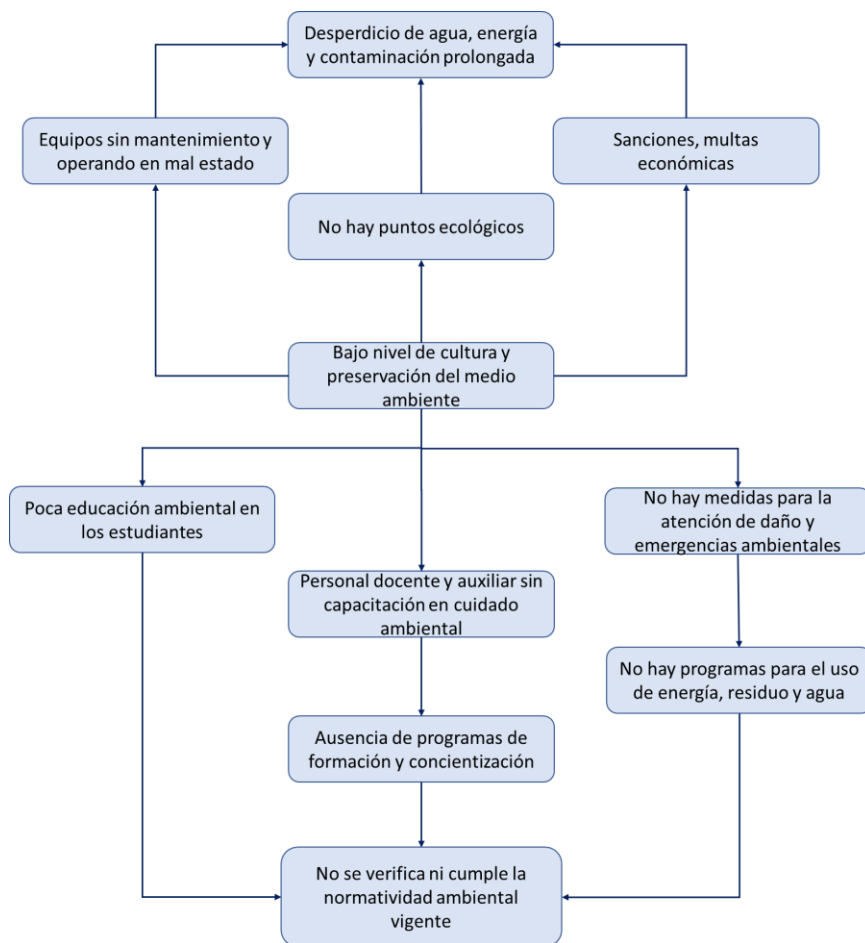
Los problemas que se clasificaron como críticos son los primeros que se deben tratar, puesto que influyen de forma directa en los demás. En total, se ubicaron 7 de los 9 problemas en este cuadrante, considerando que la Institución no cumple totalmente con la normatividad legal en materia del medio ambiente. Por lo tanto, las primeras acciones y actividades deben estar enfocadas en el desarrollo de esta cultura en cada uno de los miembros de la comunidad educativa.

6.2.9 Árbol de problemas

La Matriz Vester permitió desglosar la situación problemática de la Institución, pero no se tiene la jerarquización de ella, por esta razón se implementa el árbol de problemas que es la representación gráfica de la relación cuantificada en la matriz, se observa en la Figura 12.

En el tallo se encuentra el problema crítico identificado mediante la Matriz Vester, puesto que tiene influencia directa en todas las falencias encontradas en materia ambiental y será el principal problema para tratar por medio de las mejoras que se desarrollen para las raíces o causas identificadas, entre ellas, se destaca la verificación y cumplimiento de la normatividad vigente.

El problema crítico es el punto de partida, que sirve para tratar otras dificultades como el de la capacitación, educación en el cuidado de medio ambiente, desarrollo de programas del uso consciente de la energía, gestión del agua y separación de residuos.

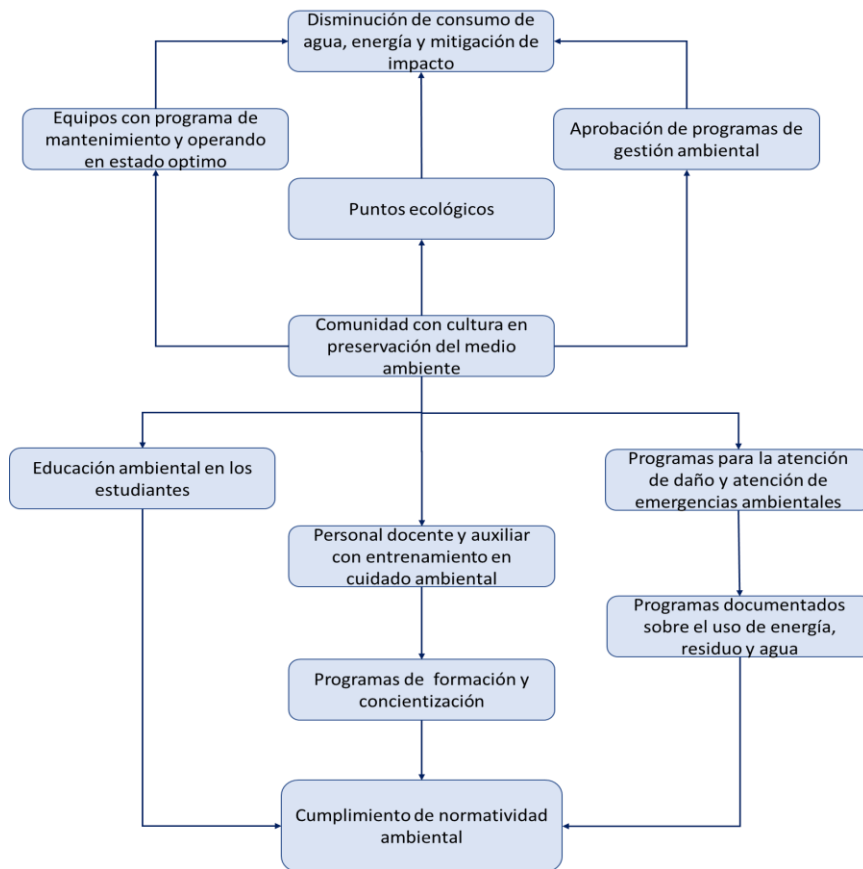
Figura 12*Árbol de problemas*

Fuente: Elaboración propia

6.2.10 Árbol de soluciones

Tomando como base el diagrama anterior, se diseñó un árbol de soluciones planteando la situación ideal frente a cada uno de los elementos problemáticos identificados mediante la Matriz de Vester y jerarquizados en el árbol de problemas, dando como resultado la Figura 13.

Esto representa el primer paso para la generación de las diferentes estrategias y programas que posibiliten la mitigación y eliminación de factores asociados a la contaminación dentro del funcionamiento de la Institución.

Figura 13*Árbol de soluciones*

Fuente: Elaboración propia

6.3 Conclusiones del diagnóstico inicial

La aplicación de diferentes herramientas de recolección de información permitió conocer de forma detallada, desde diferentes puntos de vista, los problemas relacionados con la gestión ambiental y sus posibles causas.

Las actividades educativas que se han desarrollado en la Institución para la concientización del cuidado del medio ambiente no han dado los resultados esperados, ya que desde el cuerpo docente se percibe un desorden generalizado y poco compromiso de los estudiantes en realizar actividades de cuidado y preservación del medio ambiente.

En cuanto a la gestión de residuos, se observó que la Institución no los maneja adecuadamente, aunque se cuenta con el servicio público de recolección de basuras, no se hacen actividades de separación de residuos en sitio, e incluso algunos no se les realiza una disposición correcta, como el aceite quemado que usualmente es esparcido en la tierra. A los sobrantes de comida se les da un uso secundario porque sirven de alimento para animales.

Aunque el restaurante registró el mayor peso en desechos, es notorio que la gestión de residuos es crítica en todas las áreas de la Institución que requieren intervención prioritaria, debido a la ausencia de un sistema adecuado para el tratamiento de estos, además por falta de conciencia de la comunidad educativa al botar la basura tanto en salones, como área común y restaurante.

En referencia al consumo de agua, se identificó el área del restaurante como la más crítica, ya que su nivel de gasto consumido respecto al total semanal, específicamente en la preparación de alimentos corresponde al 27,5% y limpieza de utensilios al 37,6%. Cabe resaltar que el aseo representa la tercera actividad crítica con un 17,9% del consumo total. Por lo que el diseño e implementación de propuestas en estas áreas generarían un impacto inmediato en el consumo. En menor medida se encuentra el consumo relacionado con los lavamanos (8,8%) y los baños (8,2%), en los cuales se pueden generar estrategias para tener un mejor uso de los elementos de consumo.

En general, se realizó la medición de consumo de los aparatos electrónicos teniendo en cuenta que no se tiene una cultura de cuidado del recurso de energía, puesto que la comunidad ha reconocido que algunos dispositivos son encendidos sin necesidad o incluso se han dejado encendidos luego de terminar de usarlos. También se encontró que algunos dispositivos no cuentan con la tecnología necesaria para disminuir el nivel de consumo como es el caso de la nevera y el congelador que tienen el 43,11% del consumo promedio total de la Institución (kWh/mes) lo que representa un alto gasto. Aunque el recurso energía en el área del restaurante es significativo, es

importante llevar a cabo estrategias que mitiguen el uso energético en los diferentes salones de la Institución, ya que representan el área crítica pues consumen la mayor parte de kWh/mes.

Finalmente, todas las áreas de la Institución requieren intervención en cuanto al manejo y gestión de residuos, asimismo, el restaurante es el área crítica para el recurso de agua y los salones son el área crítica para la energía.

7. Formulación del programa PML

El programa PML se fundamenta en el concepto de producción más limpia, enfocado en la aplicación de estrategias preventivas diseñadas para reducir el impacto ambiental en diversas áreas de la Institución. Este programa se constituyó de tres componentes que engloban la Producción Más Limpia: la gestión de residuos, el manejo adecuado del agua y el uso eficiente de la energía eléctrica.

En primer lugar, se creó el comité ambiental, el cual se encuentra conformado por dos docentes, el representante de la Institución, cuatro estudiantes (uno de cada grado), el directivo y el personal auxiliar de restaurante y aseo; cuyo objetivo es velar por que se garantice el desarrollo apropiado de las actividades planteadas para el programa PML. Las funciones del comité y los integrantes se pueden revisar en el Apéndice H.

Después, se realizó una búsqueda de alternativas que permitieron la adecuación de los componentes que integran el programa PML, teniendo en cuenta que las opciones, contribuyeran de forma positiva al medio ambiente, que fueran financieramente accesibles y aplicables en la comunidad perteneciente a la Institución.

Para evaluar las diferentes alternativas, se realizó un método de ponderación de factores, para ello, se establecieron criterios de decisión que permitieron elegir objetivamente la opción que estuviera alineada con la practicidad y adaptabilidad en la Institución. Los criterios establecidos

fueron la facilidad de implementación, el costo y los procesos que se deben gestionar para llevar a cabo las propuestas. La ponderación asignada para cada criterio respectivamente fue del 40%, 40% y 20%, valores que se organizan de acuerdo con la importancia que tienen los criterios en la toma de la decisión. Con el fin de calificar cada alternativa, se establecieron valores entre 1 y 10, en donde el valor más bajo se le asigna a la elección menos favorable y el más alto a la más favorable. Estos valores se multiplican por el porcentaje asignado a cada criterio y se elige la alternativa que tenga un total mayor o igual a ocho como puntuación final. El procedimiento de selección de alternativas se encuentra en el Apéndice I. En la Tabla 13 se observan las alternativas obtenidas.

Tabla 13*Alternativas seleccionadas*

Recurso	Alternativas Seleccionadas
Agua	Cabezal ahorrador para grifos Sistema ecológico de reutilización de agua lluvia Válvula de desbordamiento para los tanques de almacenamiento de agua
Energía	Uso de sensores de movimiento para luz
Residuos	Clasificación de los residuos (instalación de contenedores en puntos estratégicos del colegio con sus etiquetas para diferenciarlos) Establecer un sistema de compostaje para los residuos orgánicos generados en el restaurante Involucrar a la comunidad educativa (estudiantes profesores y padres) en limpieza comunitaria Reutilizar: crear proyectos de manualidades o artes con materiales reciclables Gestionar la disposición final a los dispositivos electrónicos y al aceite mediante empresas Adquisición de vasos de biodegradables para el uso durante el receso de los estudiantes Creación de un jardín con el apoyo de los miembros de la comunidad Implementación de actividades pedagógicas interactivas y dinámicas que fomenten la comprensión del uso responsable del agua, la energía y la gestión de residuos

Recurso	Alternativas Seleccionadas
Agua, energía y residuos.	<p>Brindar soportes visuales informativos que sensibilicen a la comunidad educativa sobre la importancia de la conservación del agua, cuidado de la energía y manejo de residuos.</p> <p>Promover la educación, conciencia ambiental y hábitos responsables mediante capacitaciones con expertos sobre el uso eficiente del agua, la energía y la disposición de residuos.</p>

Fuente: Elaboración propia

A partir de las alternativas seleccionadas, se establecieron los módulos de los componentes que conforman el programa PML y proporcionan estrategias de mejora.

7.1 Componente Uno. Gestión de residuos

El objetivo de este componente es implementar buenas prácticas relacionadas con el manejo, la correcta clasificación y la disposición final de los residuos que se generan para dar cumplimiento con la normatividad legal vigente y crear cultura ambiental en la Institución. Se compone de los siguientes módulos:

7.1.1 Módulo Uno: Educación y cultura ambiental en gestión de residuos

El objetivo de este módulo es incentivar la gestión ambiental mediante la educación y la integración de la comunidad educativa, para promover la correcta clasificación y disposición de residuos en los puntos ecológicos. Para ello, se plantea la descripción del módulo en la Tabla 14.

Tabla 14

Componente uno, módulo uno.

Educación y cultura ambiental en gestión de residuos	
Alcance	Estudiantes, docentes, personal de servicios generales y auxiliar de cocina.
Problemas detectados	<ul style="list-style-type: none"> - No hay cultura ambiental. - Desinformación sobre la normatividad respecto a la gestión integral de residuos. - Falta de conocimiento respecto a la correcta clasificación de residuos en la fuente.

Educación y cultura ambiental en gestión de residuos	
Beneficio esperado	Comunidad educativa con mayor responsabilidad y conciencia en la aplicación prácticas sostenibles para prevenir la contaminación en su entorno y saber la importancia que tiene reutilizar y reciclar los desechos.
Responsable	Descripción de actividades
Especialistas en la temática	Charlas de sensibilización ambiental respecto a la separación de residuos, tipos de residuos, segunda vida de los materiales, 3R (reducir, reutilizar y reciclar), consecuencias de botar la basura en lugares inadecuados.
Autoras	Explicación de la clasificación de residuos sólidos mediante una breve capacitación con material informativo.
Autoras	Enseñanza de la temática residuos a través de la gamificación educativa (Pilar 1).
Autoras	Distribución de pendones explicativos
Autoras	Constituir políticas institucionales sobre el manejo de residuos y un plan básico ante posibles situaciones de emergencia.

Fuente: Elaboración propia

7.1.2 Módulo Dos: Separación de residuos sólidos en la fuente

El objetivo es facilitar el tratamiento de los desechos mediante la diferenciación de los tipos de residuos que se generan en la Institución, la caracterización del módulo está en la Tabla 15.

Tabla 15

Componente uno, módulo dos.

Separación de residuos sólidos en la fuente	
Alcance	Estudiantes, docentes, personal de servicios generales y auxiliar de cocina.
	– No hay existencia de puntos ecológicos
Problemas detectados	– Desconocimiento del código de colores.
	– Volúmenes considerables de residuos aprovechables.
	– Alta cantidad de residuos depositados alrededor del colegio
Beneficio esperado	Comunidad educativa con los puntos ecológicos disponibles para la correcta separación de residuos con la información visible de los elementos que se depositan en cada contenedor de color.

Separación de residuos sólidos en la fuente	
Responsable	Descripción de actividades
Autoras	Comprar los puntos ecológicos junto con las bolsas de colores
Autoras	Realización de afiches con la debida señalización del tipo de material que se coloca en cada caneca
Autoras	Adaptación del cuarto de aseo para la creación de un centro de acopio temporal de recolección de residuos sólidos aprovechables

Fuente: Elaboración propia

7.1.3 Módulo Tres: Disposición final de residuos

El módulo se presenta en la Tabla 16 y su objetivo es garantizar que el destino final de los residuos sea manejado con responsabilidad ambiental.

Tabla 16

Componente uno, módulo tres.

Disposición final de residuos	
Alcance	Personal de servicios generales, auxiliar de cocina y docente encargada del área de Ciencias Naturales.
Problemas detectados	<ul style="list-style-type: none"> - Debido al difícil acceso de la Institución, empresas encargadas de la disposición final de residuos aprovechables no acuden hasta las instalaciones - Montos notables de residuos aprovechables que son derrochados - Contaminación del suelo con aceite de cocina utilizado - Vasos desechables arrojados en el suelo - Liberación de sustancias tóxicas al medio ambiente por la acumulación de computadores dañados en el aula de informática - Malos olores y acumulación de desechos orgánicos en bolsas
Beneficio esperado	Institución Educativa con un ambiente limpio, libre de malos olores y acumulaciones de residuos tanto orgánicos como aprovechables y electrónicos. Contribución directa al medio ambiente reduciendo la contaminación.

Disposición final de residuos	
Responsable	Descripción de actividades
Autoras	Gestión de convenios con empresas recolectoras de residuos aprovechables, de aceite y aparatos electrónicos.
Autoras y estudiantes	Realización de compostaje con los residuos orgánicos que genera el restaurante.
Estudiantes	Realización de material creativo con plásticos y cartones.
Autoras	Reemplazo de vasos desechables por vasos de pasta reutilizables

Fuente: Elaboración propia

7.1.4 Módulo Cuatro: Limpieza y embellecimiento de las instalaciones.

Con el fin de promover un entorno escolar agradable a través de prácticas creativas que incentiven la conservación natural de la Institución se propone el módulo dispuesto en la Tabla 17.

Tabla 17

Componente uno, módulo cuatro.

Limpieza y embellecimiento de las instalaciones	
Alcance	Estudiantes, docente encargada del área de Ciencias Naturales.
Problemas detectados	<ul style="list-style-type: none"> – Implementos escolares en mal estado, como pupitres, alrededor de la Institución. – Acumulación de hojas y maleza. – Desgaste de algunas paredes de la Institución. – Áreas verdes en mal estado.
Beneficio esperado	Concientización de comunidad educativa respecto al aspecto físico de la Institución, promoviendo la conservación y protección de zonas verdes, así como la reducción de la contaminación visual.
Responsable	Descripción de actividades
Autoras	Creación de un jardín ecológico en las zonas verdes de la Institución.
Autoras	Utilización de llantas abandonadas en la carretera aledaña a la Institución como “macetas ecológicas”.
Estudiantes y Autoras	Haciendo uso de la parte inferior de las botellas PET que se desechan en la Institución, se elaborará un camino decorativo que rodee el jardín.

Limpieza y embellecimiento de las instalaciones	
Autoras y comunidad	Jornada de limpieza involucrando a padres de familia y estudiantes.
Autoras	Realización de un mural alusivo a la protección del planeta tierra.

Fuente: Elaboración propia

7.2 Componente Dos. Manejo eficiente del agua

El objetivo de este componente es concientizar y promover el uso eficiente y responsable del agua en la Institución Educativa, mediante la implementación de acciones que permitan la disminución del desperdicio, la reutilización del recurso hídrico y la sensibilización de la comunidad. Los módulos que conforman este componente se relacionan seguidamente.

7.2.1 Módulo Uno: Educación y cultura ambiental sobre el manejo eficiente del agua

En la Tabla 18 se especifica el módulo actual, cuyo objetivo es fomentar la responsabilidad en la comunidad educativa sobre el uso consciente del agua a través de la creación de hábitos y buenas prácticas que eviten el desperdicio del recurso hídrico.

Tabla 18

Componente dos, módulo uno.

Educación y cultura ambiental sobre el manejo eficiente del agua	
Alcance	Estudiantes, docentes, personal de servicios generales y auxiliar de cocina.
Problemas detectados	– Falta de conciencia sobre el uso racional del agua. – Indiferencia hacia las fugas en tuberías de los tanques de almacenamiento de agua.
Beneficio esperado	Comunidad educativa con mayor conciencia, disminución del desperdicio del agua, promoción e implementación de técnicas de reutilización del agua.
Responsable	Descripción de actividades
Especialistas en el tema	Charlas de sensibilización sobre la importancia del cuidado del agua desde la Institución y desde los hogares.

Educación y cultura ambiental sobre el manejo eficiente del agua	
Autoras	Elaboración de afiches y pendones informativos sobre el cuidado del agua ubicados en puntos estratégicos.
Autoras	Enseñanza de la temática “Manejo eficiente del agua” a través de la gamificación educativa (Pilar 2).
Autoras	Constituir políticas institucionales sobre el uso responsable del agua y un plan básico ante posibles situaciones de emergencia.

Fuente: Elaboración propia

7.2.2 Módulo Dos: Reutilización de aguas lluvias

El objetivo de este módulo es aprovechar de forma sostenible el agua que llega mediante la lluvia para usarla en actividades de limpieza, tal como se indica en la Tabla 19.

Tabla 19

Componente dos, módulo dos.

Reutilización de aguas lluvias	
Alcance	Personal de servicios generales y auxiliares de cocina.
Problemas detectados	– Desaprovechamiento del agua lluvia. – Desconocimiento acerca de diferentes técnicas para un segundo uso del agua.
Beneficio esperado	Comunidad educativa que reduce el desperdicio de agua en áreas críticas impulsando la aplicación de sistemas captadores de agua lluvia.
Responsable	Descripción de actividades
Estudiantes y autoras	Recolección y cotización de materiales para la creación de un captador de agua lluvia.
Autoras	Elaboración del captador de lluvia, utilizando botellas PET recicladas en la Institución.
Autoras	Realizar pruebas de validación para confirmar el funcionamiento.

Fuente: Elaboración propia

7.2.3 Módulo Tres: Instalación de dispositivos para el uso eficiente del agua

Como se observa en la Tabla 20, el objetivo del presente módulo es instaurar dispositivos que posibiliten la disminución del caudal de agua y que eviten el rebosamiento del recurso natural.

Tabla 20*Componente dos, módulo tres.*

Instalación de dispositivos para el uso eficiente del agua	
Alcance	Sistema de tubería de la Institución, tanques de almacenamiento
Problemas detectados	<ul style="list-style-type: none"> - Exceso de flujo de agua en los grifos de la Institución. - Desbordamiento en los tanques de almacenamiento de agua. - Uso desmesurado de agua para actividades de aseo
Beneficio esperado	La disminución en litros de agua utilizados por la comunidad educativa, la prevención del desperdicio del recurso y el control del deterioro de la infraestructura del tanque de almacenamiento de agua.
Responsable	Descripción de actividades
Autoras	Compra e instalación de elementos ahorradores de agua para los grifos y válvula flotante para los tanques de agua.
Autoras	Adecuación de un contenedor de 100 L para la limpieza de la Institución.

Fuente: Elaboración propia

7.3 Componente Tres. Uso racional de la energía eléctrica

Este componente se realiza con el fin de fomentar el uso consciente de la energía eléctrica y aplicar acciones que permitan aminorar el consumo innecesario de la electricidad. Está conformado por los siguientes módulos.

7.3.1 Módulo Uno: Educación y cultura ambiental en el uso responsable de la energía eléctrica

El objetivo es capacitar y concientizar a la comunidad educativa para tomar decisiones en su día a día con acciones que permitan el ahorro de la energía eléctrica, así como fomentar la utilización de tecnología eficiente y de bajo consumo. La descripción se presenta en la Tabla 21.

Tabla 21*Componente tres, módulo uno.*

Educación y cultura ambiental en el uso responsable de la energía eléctrica	
Alcance	Estudiantes, docentes, personal de servicios generales y auxiliar de cocina.
	– No existe cultura de ahorro energético
Problemas detectados	– Desconocimiento sobre las etiquetas de la eficiencia energética en los dispositivos electrónicos – Alto consumo de energía por equipos eléctricos antiguos
Beneficio esperado	La comunidad educativa tendrá información necesaria para aportar con su comportamiento a la mitigación y al uso racional de la energía. De igual manera, tomará conciencia en la adquisición de equipos con mayor eficiencia energética. Ahorro económico por la disminución del consumo de energía que se reflejara en el recibo de luz de la Institución.
Responsable	Descripción de actividades
Especialistas en el tema	Conferencias para divulgar la información sobre el uso eficiente de los equipos electrónicos.
Autoras	Presentar contenido relacionado con energía renovable y hábitos apropiados que contribuyan al cuidado del medio ambiente en temas de electricidad.
Autoras	Reforzar el conocimiento adquirido sobre el uso consciente de la energía eléctrica mediante gamificación educativa (Pilar 3)
Autoras	Disponer de material visual alrededor de las instalaciones que promueva el uso consciente de la energía en las jornadas de sensibilización y concientización y realización pendones informativos acerca del ahorro energético.
Autoras	Estructurar políticas de control para el uso eficiente de la energía eléctrica y un plan básico ante posibles situaciones de emergencia.

Fuente: Elaboración propia

7.3.2 Módulo Dos: Instalación de sensores de movimiento

El propósito es minimizar el consumo de energía eléctrica mediante la instalación de sensores de movimiento en las instalaciones de la Institución, la explicación está en la Tabla 22.

Tabla 22*Componente tres, módulo dos.*

Instalación de sensores de movimiento	
Alcance	Aulas de clase, biblioteca y restaurante.
Problemas detectados	– Bombillos encendidos sin necesidad – Alto consumo energético que se produce al olvidar apagar las luces.
Beneficio esperado	La Institución podrá ahorrar energía en términos económicos.
Responsable	Descripción de actividades
Especialistas	Instalación de sensores de movimiento.

Fuente: Elaboración propia

8. Implementación del programa PML

Este capítulo presenta las acciones realizadas para la ejecución del programa PML, centradas en tres componentes: la adecuada gestión de residuos, la reducción del consumo de agua y el uso responsable de la energía eléctrica.

8.1 Componente Uno: Gestión de residuos

8.1.1 Módulo Uno: Educación y cultura ambiental en gestión de residuos

Formación y sensibilización en el manejo de residuos. Se realizó una charla a los estudiantes, docentes y personal de servicios generales y restaurante, a cargo de la empresa EMSERVIR para brindar información sobre conceptos generales de la emisión de residuos, tipos de residuos y códigos de colores que establece la normatividad vigente, también trató sobre la importancia de la correcta clasificación de los desechos que se generan en la Institución.

Asimismo, se realizó una capacitación presentada por el Hospital San Antonio que explicó la disposición final de los residuos, las acciones que mitigan el impacto ambiental a través de las

3R (reducir, reutilizar y reciclar) y los efectos que tiene botar la basura en fuentes hídricas. La Figura 14 ilustra las capacitaciones realizadas y el Apéndice J soporta la asistencia a las charlas.

Figura 14

Capacitación gestión de residuos EMSERVIR y Hospital San Antonio



Enseñanza ilustrativa. A través de material visual llamativo se reforzó la explicación sobre la temática del manejo y la gestión de los residuos dada por los diferentes especialistas, las ilustraciones utilizadas quedaron ubicadas en cada uno de los salones como se ve en la Figura 15.

Figura 15

Material visual residuos



Gamificación Educativa Pilar Uno. Se brindó la explicación a los estudiantes sobre la clasificación de residuos sólidos mediante una lección educativa con material didáctico, con el fin de facilitar la enseñanza usando gráficos y ejemplos reales, de esta manera, se reforzaron los

conceptos adquiridos y el contenido fue comprendido de forma más clara. Las actividades de ludificación realizadas se representan gráficamente en la Figura 16 y fueron las siguientes.

- ¡Clasifícalo! Para esta actividad, en el tablero del salón, se pegaron figuras que representaban los tres colores de las canecas y se les proporcionaron a los estudiantes diferentes tipos de residuos en imágenes. El objetivo del juego era que los estudiantes clasificaran de manera correcta los residuos.

- Bingo Trash. Mediante esta dinámica se fomentó la reutilización de materiales aprovechables como el papel, vidrio y cartón, para que los estudiantes aprendan sobre su disposición final.

Figura 16

Actividad lúdica: ¡Clasifícalo! y Bingo Trash



Distribución de pendones explicativos. Como se representa en la Figura 17, en las aulas de clase se instalaron posters relacionados con la correcta clasificación de residuos con el fin de reforzar continuamente los conceptos y la importancia de su manejo adecuado mediante aprendizaje visual que promuevan la curiosidad de indagar más sobre este tema.

Figura 17*Pendón residuos*

Políticas de control institucionales y plan básico para la gestión de residuos. Con el fin de fomentar la adecuada gestión de los residuos, se plantean las políticas de control. Allí, se aprecian los objetivos, el compromiso que tiene la comunidad educativa en cuanto al manejo de desechos dentro de la Institución y recomendaciones para el manejo eficiente de estos, la política se evidencia en el Apéndice K. En el plan básico se presentan indicaciones ante posibles situaciones de emergencia relacionadas con la gestión de residuos, para ello, se identificaron los riesgos y peligros asociados a su manipulación y disposición, se puede observar en el Apéndice L.

8.1.2 Módulo Dos: Separación de residuos sólidos en la fuente

Adquisición y ubicación de puntos ecológicos. Debido a que la Institución solo contaba con un punto de recolección de desechos en el área común y no tenía puntos ecológicos que permitieran realizar la debida separación de los residuos de acuerdo con la normativa ambiental vigente en el país. Se compraron dos puntos ecológicos de segunda mano, como se observa en la Figura 18, se ubicaron en zonas visibles y de mayor concurrencia por los estudiantes y docentes.

Figura 18*Puntos ecológicos*

Obtención de Bolsas de Colores. Se compraron paquetes de bolsas de colores verde, negra y blanca, para evitar que los desechos sean arrojados en un mismo saco, de esta manera, se pudo hacer la debida distribución de los tipos de residuos para almacenar los que son aprovechables en el centro de acopio, desechar los residuos no aprovechables y utilizar como abono o alimento para animales los residuos orgánicos. Lo anterior, se expone en la Figura 19.

Figura 19*Bolsas de colores*

Asignación de letreros informativos. Como se demuestra en la Figura 20, se elaboraron afiches, que se situaron en la parte superior de la pared anexos a los puntos ecológicos, con el fin de que se visualicen fácilmente los materiales que deben depositar en cada caneca.

Figura 20*Afiches residuos*

Cuarto de almacenamiento de residuos aprovechables. Con el propósito de organizar los residuos reciclables y almacenarlos para su entrega a puntos de reciclaje, se limpió, organizó y adaptó el cuarto de aseo como centro de acopio temporal, como se visualiza en la Figura 21.

Figura 21*Centro de acopio*

8.1.3 Módulo Tres: Disposición final de residuos

Convenios Verdes. La clasificación adecuada de los residuos carece de eficacia, si al final estos se combinan en el camión recolector de basura. Por consiguiente, se gestionó con empresas como PaperLab, para recolección de papel y cartón; Ekored, para material plástico como botellas Pet y Tetrapack; Lito S.A.S. encargados de gestionar los residuos electrónicos y Grasecol, quienes utilizan el aceite de cocina quemado como materia prima para elaborar biodiesel. El Apéndice M, registra los convenios realizados. La Figura 22 muestra la disposición final de los materiales.

Figura 22

Entrega de dispositivos electrónicos, papel, aceite y materiales plásticos



Tratamiento de residuos orgánicos. Junto con la participación de los estudiantes y docentes, se realizó una jornada de aprendizaje, en la que se elaboró compostaje utilizando las cascaras de los alimentos obtenidas de la preparación del almuerzo escolar PAE, que posteriormente fue utilizado como abono para plantas. Se destinó un espacio de la Institución para el almacenamiento del compostaje, el cual se situó en el área del quiosco, protegida de lluvias y con suficiente ventilación. Lo anterior se expone en la Figura 23.

Figura 23

Elaboración de compostaje



Transformación del reciclaje: una forma creativa de aprender. Mediante la iniciativa “Reinventar y Crear” los estudiantes usaron su imaginación para crear objetos, expuestos en clase

de Artística y Ciencias Naturales, dando una breve explicación sobre qué tipos de materiales utilizaron. Luego, se brindó retroalimentación sobre cómo se pueden aprovechar los materiales que estaban destinados a desecharse. Por otro lado, con los cartones de huevo que se descartaban, se crearon canecas ubicadas en cada uno de los salones para arrojar el papel. Se ve en la Figura 24.

Figura 24

Elaboraciones artísticas con plástico y cartones de huevo



Reutilización de vasos. Como se observa en la Figura 25, se donaron vasos de pasta a la persona encargada de vender la merienda en la Institución, para reemplazar los desechables y así reducir la generación de estos residuos. Así se promueven las acciones ecológicas en la Institución.

Figura 25

Vasos de pasta



8.1.4 Módulo Cuatro: Limpieza y embellecimiento de las instalaciones.

Decoración Llamativa. Una vez realizada la recolección de algunas de las llantas que estaban arrojadas cerca de la Institución, con el apoyo de algunos estudiantes, se llevó a cabo su limpieza, pintura y adecuación con el fin de reutilizarlas como macetas para la siembra de plantas y la conformación del jardín. Esta actividad se refleja en la Figura 26 y recalcó en los estudiantes la correcta disposición final de los residuos y su contribución a la reducción del impacto ambiental.

Figura 26

Embelllecimiento de llantas



Creación de un jardín. La Figura 27 evidencia la ejecución de esta actividad. Hicieron parte los estudiantes, docentes y algunos padres de familia que se encargaron de darle vida a una zona del colegio que se encontraba llena de maleza y algunos escombros, por lo tanto, el entorno de las instalaciones mejoró y esta labor sirvió para fomentar la responsabilidad ambiental.

Figura 27

Creación de un jardín



Reutilización de botellas PET. Con el objetivo de aprovechar las botellas PET desechadas en la Institución, se reutilizó su parte inferior, permitiendo que los estudiantes las pintaran y las usaran en la creación de un camino decorativo para el jardín, como se visualiza en la Figura 28. Esta actividad contribuyó al embellecimiento de la Institución y reforzó el conocimiento sobre el aprovechamiento de los materiales reciclables.

Figura 28

Reutilización Botellas PET



Acción de limpieza en comunidad. Jornada de limpieza involucrando a padres de familia y estudiantes, con el fin de promover el sentido de pertenencia, trabajo en equipo y mejorar la apariencia física de la Institución. En la Figura 29 se ilustra el desarrollo de esta actividad.

Figura 29

Limpieza comunitaria



Mural ecológico: arte por el planeta. Para mejorar el aspecto que tenían algunas paredes que estaban deterioradas, se diseñó y pintó un mural plasmado en la Figura 30, que inspirara amor y protección por el planeta tierra, para ello, se contó con la participación de estudiantes destacados por su talento artístico.

Figura 30

Realización del mural



8.2 Componente Dos: Manejo eficiente del agua

8.2.1 Módulo Uno: Educación y cultura ambiental sobre el manejo eficiente del agua

Capacitación con personal competente en el cuidado del agua. Por intermedio del convenio que tiene la Institución con la organización Aluna, encargados de fortalecer las capacidades y la responsabilidad ambiental de los estudiantes mediante contenidos escritos y audiovisuales, se dio a conocer la importancia que tiene el cuidado del agua desde la Institución y los hogares. En esta charla, los estudiantes comprendieron sobre prácticas que previenen el desperdicio y acciones a realizar en su día a día para contribuir de forma positiva en la conservación de este recurso que es esencial para vivir.

A través de la sensibilización realizada por la Policía Nacional, el personal de la Institución se informó acerca de la preservación de la naturaleza especialmente de lo primordial que es

proteger las fuentes de agua dulce y evitar contaminar el ecosistema acuático, en este caso, el río que se encuentra junto a la Institución. Estos eventos se detallan en la Figura 31 y la evidencia de la asistencia a estas actividades se adjunta en el Apéndice J.

Figura 31

Capacitación Aluna y Policía Nacional



Enseñanza ilustrativa. Se utilizaron herramientas expositivas con el fin de que los estudiantes comprendieran el mensaje sobre el uso eficiente del agua de una forma práctica, posteriormente estos materiales implementados quedaron como carteles permanentes en cada aula de clases. Lo anterior, se ilustra en la Figura 32.

Figura 32

Material visual agua



Distribución de afiches en la Institución y pendones explicativos en los salones. Los afiches se ubicaron en lugares donde el personal de la Institución usaba el recurso agua, con la intención de que fueran visibles, recordaran su importancia y las acciones que deben evitar para que no se desperdicie. A su vez, se colocó en el salón un pendón que recalca la importancia que tiene este recurso imprescindible en la vida de la sociedad. Además, los estudiantes realizaron carteleras alusivas al tema, observadas en la Figura 33 junto con los afiches y pendones.

Figura 33

Pendón y afiches agua



Gamificación Educativa Pilar Dos. Para fortalecer la cultura sobre el uso consciente y responsable del agua, se realizaron una serie de actividades lúdicas que motivaron a los estudiantes a estar comprometidos con la protección del agua. Se describen las actividades recreativas y la Figura 34 expone su ejecución.

-Guardianes del agua. Se promovió la adopción de acciones responsables para el cuidado y el ahorro del agua, por lo tanto, se diseñó un juego de “Búsqueda del tesoro”, en donde los estudiantes a través de pistas llegaban a una zona específica de la Institución, en la que encontraban retos que los impulsaban a reflexionar sobre la conservación del recurso. Al finalizar, se les otorgó un diploma de participación como guardianes del agua.

-Gota a Gota. Los estudiantes crearon una gota de agua en cartulina con el fin de dejar por escrito al interior de ella, una acción concreta con la que adquieren compromiso y responsabilidad con el agua. Luego, se elaboró un mural, donde se reunieron cada uno de los mensajes pactados.

-Alerta al desperdicio. Con el fin de que los estudiantes tomaran conciencia sobre el desperdicio de agua en los lavamanos, se recreó una actividad, en la que mediante un sonido se alertaba a los estudiantes cuando dejaban el grifo abierto innecesariamente y aquellos que fueran descubiertos haciendo estas malas prácticas realizaban un reto.

Figura 34

Actividades Guardianes del agua, Gota a Gota y Alerta al desperdicio



Política Institucional y plan básico para el uso responsable del agua. Para incentivar el uso racional y ahorro del agua, se formulan políticas de control, donde se especifica los objetivos, el compromiso que tiene la Institución con este recurso, asimismo, recomendaciones para el manejo consciente del agua. El documento se encuentra en el Apéndice K. También se encuentra en el Apéndice L, el plan básico ante posibles situaciones de emergencia en el uso del agua.

8.2.2 Módulo Dos: *Reutilización de aguas lluvias*

Obtención de insumos Rainblock. Para el reaprovechar el agua, se procedió a recolectar las botellas de tamaño familiar que se encontraban desechadas en la Institución y sus alrededores, asimismo, se compró la soldadura líquida, uniones, válvula bola, tubos, codos y Tee PVC.

Elaboración del captador de lluvia: Rainblock. Se instaló en el techo un tanque de agua sujeto a alambre para que se mantuviera firme, luego se unió al sistema de botellas, conformado de veinte botellas distribuidas en cinco columnas. Se perforó un agujero en la base de cada botella para que encajaran con el cuello de la siguiente y se aplicó silicona en las uniones garantizando que no hubiese fugas. Se utilizaron piezas en forma de T y codos para unificar las columnas de botellas. La estructura permitió que el agua fluyera desde el tanque hacia las botellas llenándose gradualmente. Finalmente, el agua recopilada en los días lluviosos se expulsó por la llave.

Pruebas de validación de Rainblock. Luego de haber trabajado en la construcción del muro recolector de agua, este se instaló en un extremo del salón, el cual corresponde a una zona estratégica para la recolección del agua lluvia. La prueba se llevó a cabo llenando el recolector de agua, y se verificó que la estructura no tenía escapes de agua y que funcionaba correctamente con el objetivo de utilizarla para actividades de aseo. En la Figura 35 se registra el Rainblock instalado.

Figura 35

Funcionalidad Rainblock



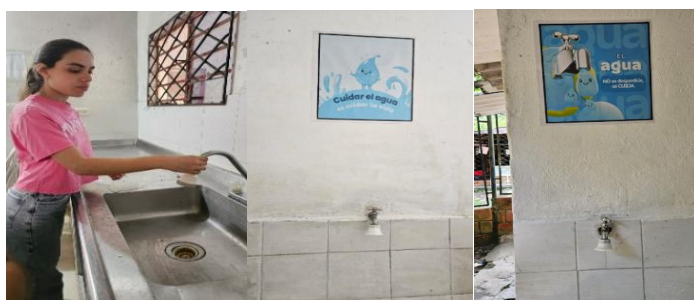
8.2.3 Módulo Tres: Instalación de dispositivos para el uso eficiente del agua

Adquisición de elementos para mitigar el consumo innecesario de agua.

-Instalación de cabezales ahorradores de agua para los grifos. Se compró para todos los grifos de la Institución, cabezales ahorradores que permitieron la reducción del flujo de agua por este canal, de esta manera ahorrar el consumo del recurso, la evidencia está en la Figura 36.

Figura 36

Cabezales ahorradores



-Montaje de válvula flotante para tanques de agua. Con el fin de evitar desbordamiento de agua en los tanques de almacenamiento, se colocó una válvula flotante en el tanque (1000 L) para uso de la Institución y así disminuir el desperdicio de agua. Su instalación se nota en la Figura 37.

Figura 37

Válvula flotante



-Adecuación de Contenedor de 100 L. Se acondicionó un recipiente de 100 L con el fin de que la persona auxiliar de servicios generales utilizara esa cantidad para las labores de aseo de la

Institución, evitando el despilfarro de agua que se daba anteriormente cuando no se cerraba a tiempo el grifo y el balde que se empleaba para trasladar el agua se llenaba, provocando desbordamiento. A su vez, se dispuso de la totalidad de agua lluvia recogida en el Rainblock, la cual hace parte de los 100 L del recipiente.

8.3 Componente Tres: Uso racional de la energía eléctrica

8.3.1 Módulo Uno: Educación y cultura ambiental en el uso responsable de la energía eléctrica

Concientización por medio de charlas con especialistas ambientales. La comunidad educativa se reunió con la intención de escuchar a personas conocedoras en el empleo apropiado de los dispositivos electrónicos quienes dieron recomendaciones para la adopción de mejores prácticas energéticas y el uso consciente de energía, esta información fue dictada por la Alcaldía de Rionegro.

Se contó con la intervención de Massy Energy, y se comprendió la importancia de utilizar la energía de manera responsable y sostenible, haciendo uso de tecnologías que integren el consumo energético eficiente en su funcionamiento y así aportar a que las futuras generaciones puedan hacer uso de estos recursos. La Figura 38 y el Apéndice J refleja el desarrollo y asistencia a las capacitaciones respectivamente.

Figura 38

Capacitación Alcaldía de Rionegro y Massy Energy



Enseñanza ilustrativa. Se reprodujeron videos explicativos con la finalidad de que los miembros de la comunidad estudiantil comprendieran el concepto de energía renovable y no renovable, además, se realizaron soportes gráficos para dar a conocer algunos consejos a tener en cuenta y así contribuir al cuidado de la energía. En la Figura 39 se aprecia la sesión explicativa.

Figura 39

Video explicativo y soporte gráfico



Gamificación Educativa Pilar Tres. Teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos sobre el uso racional de la energía eléctrica, se diseñaron una serie de juegos educativos.

-*Semáforo energético.* Se llevó a cabo la actividad por equipos, a quienes se les entregaba tarjetas roja, amarilla y verde, que correspondían a acciones buenas, regulares y malas respectivamente. Se leían diferentes situaciones relacionadas con el uso de la energía en el colegio, y debían levantar el color de tarjeta que consideraban apropiado para la situación mostrada, luego se realizaba una explicación de las situaciones planteadas como se percibe en la Figura 40.

Figura 40

Actividad semáforo



-Ahorro y desperdicio de energía. Consistió en ubicar dos carteles “Ahorro” y “Desperdicio” en extremos del salón, luego, el grado se dividió en grupos, cada uno representado por un miembro del equipo. Se extraía de una bolsa escenarios de consumo energético cotidianos, ellos leían la situación y se dirigían al lugar donde se encontraba el cartel que consideraban correcto, se realizaba la retroalimentación después de cada ronda como se registra en la Figura 41.

Figura 41

Actividad energía



Distribución de afiches en la Institución y pendones explicativos en los salones. Anexo a los interruptores, se ubicaron avisos que advirtieran a la comunidad estudiantil de apagar los bombillos y ventiladores cuando no se estén utilizando o no fuera necesario. Asimismo, se

distribuyeron pendones que destacan pautas para el uso eficiente de la energía tanto en el colegio como en sus hogares. Las imágenes del material informativo se observan en la Figura 42.

Figura 42

Pendón y afiches energía



Política Institucional de Ahorro de Energía y plan básico ante situaciones de alarma.

Se planteó una política para los miembros de la comunidad estudiantil con el fin de que adquieran compromisos relacionados con el cuidado y uso consciente de la energía eléctrica y acaten algunas indicaciones sobre el ahorro energético, este escrito está en el Apéndice K. Asimismo, se puede observar el plan básico de acción ante posibles situaciones de emergencia relacionados con los peligros eléctricos identificados, como se observa en el Apéndice L.

8.3.2 Módulo Dos: Instalación de sensores de movimiento

Instalación de sensores de movimiento. Como propuesta para ayudar a mitigar el consumo de electricidad en los salones, se implementaron sensores de movimiento, los cuales se encienden cuando existe presencia de personas en el área y se apagan automáticamente cuando no detectan movimiento, esto permitirá usar la energía solo cuando sea necesario. (ver Figura 43).

Figura 43*Sensores de movimiento*

9. Sistema de Indicadores de Gestión

Los indicadores son instrumentos que facilitan la medición y el análisis de la ejecución de un proyecto, programa o proceso, que permiten obtener información significativa sobre el desempeño de lo que se está evaluando y el cumplimiento de las metas planteadas dentro de una empresa u organización (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2012). Se plantearon los indicadores teniendo en cuenta los tres componentes del programa y los resultados obtenidos de las acciones realizadas durante la implementación, las cuales están alineadas con la mitigación del impacto ambiental. Los indicadores establecidos están constituidos por el nombre del indicador, objetivo, responsable de la medición, evidencia de la información, unidad de medida, meta e indicador.

9.1 Componente Uno: Gestión de residuos

En la Tabla 23, se observa el indicador *Asistencia a capacitaciones de gestión de residuos*, el cual proporciona el porcentaje de las personas que participaron en las charlas de concientización y sensibilización relacionados con el tema de residuos.

Tabla 23*Indicador sensibilización ambiental en manejo de residuos*

Indicador Asistencia a capacitaciones de gestión de residuos.	
Objetivo	Medir el porcentaje de participación de los integrantes de la Institución Educativa en las charlas de sensibilización.
Responsable de la medición	Autoras del proyecto.
Evidencia de la información	Lista de asistencia e imágenes.
Unidad de Medida	Porcentaje (%)
Meta	80%
Indicador	
Porcentaje de participación de la comunidad educativa	$= \frac{N^{\circ} \text{ personas que asistieron}}{N^{\circ} \text{ total de personas}} * 100 \quad (3)$

Fuente: Elaboración propia

El indicador que mide el *nivel de aprovechamiento de los residuos orgánicos* proporciona el porcentaje de la cantidad de restos de alimentos que se obtienen en la preparación del almuerzo y que son usados para la elaboración del compostaje. Lo anterior, se visualiza en la Tabla 24.

Tabla 24*Indicador aprovechamiento de los residuos orgánicos*

Indicador Nivel de aprovechamiento de los residuos orgánicos	
Objetivo	Cuantificar el porcentaje de aprovechamiento de los residuos orgánicos.
Responsable de la medición	Autoras del proyecto.
Evidencia de la información	Medición de la cantidad de residuos orgánicos.
Unidad de Medida	Kilogramo (kg)
Meta	80%
Indicador	
Porcentaje de residuos orgánicos usados para compostaje	$= \frac{\text{Residuos orgánicos usados para compostaje (kg)}}{\text{Total de residuos orgánicos generados (kg)}} * 100 \quad (4)$

Fuente: Elaboración propia

La porción de residuos reciclables como el papel, plástico y cartón respecto al total de residuos que se producen en la Institución aprovechables y no aprovechables permiten la evaluación del nivel de utilización de los residuos aprovechables, esta información se encuentra consignada en la Tabla 25, con el indicador *Utilización de residuos aprovechables*.

Tabla 25

Indicador utilización de residuos aprovechables.

Indicador Nivel de utilización de los residuos aprovechables	
Objetivo	Calcular el porcentaje de utilización de los residuos aprovechables.
Responsable de la medición	Autoras del proyecto.
Evidencia de la información	Medición de la cantidad de residuos aprovechables.
Unidad de Medida	Kilogramo (kg)
Meta	50%
Indicador	
Porcentaje de residuos aprovechables	$= \frac{\text{Residuos aprovechables (kg)}}{\text{Total de residuos aprovechable y no aprovechables(kg)}} * 100 \quad (5)$

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 26 contiene el indicador que calcula el *nivel de aprovechamiento de aceite de cocina quemado*, que se obtiene mediante la relación del aceite que ya no es útil con el aceite total disponible con el que cuenta el restaurante de la Institución.

Tabla 26

Indicador recuperación del aceite de cocina quemado.

Indicador Nivel de aprovechamiento de aceite de cocina quemado	
Objetivo	Cuantificar la cantidad de aceite de cocina quemado que puede ser aprovechado.

Indicador Nivel de aprovechamiento de aceite de cocina quemado	
Responsable de la medición	Autoras del proyecto.
Evidencia de la información	Medición de mililitros de aceite quemado.
Unidad de Medida	Mililitros (ml)
Meta	10%
Indicador	
Porcentaje de aceite de cocina quemado	$= \frac{\text{Aceite de cocina quemado (ml)}}{\text{Total de aceite (ml)}} * 100 \quad (6)$

Fuente: Elaboración propia

El indicador de *disposición final de aparatos electrónicos en mal estado*, que se visualiza en la Tabla 27, establece la proporción de los elementos electrónicos que están descompuestos y que se pueden gestionar con organizaciones que hacen un uso final de sus partes.

Tabla 27

Indicador disposición final de aparatos electrónicos

Indicador Disposición final de aparatos electrónicos en mal estado	
Objetivo	Establecer el porcentaje de elementos electrónicos entregados a Lito, encargada de aprovechar sus partes.
Responsable de la medición	Autoras del proyecto.
Evidencia de la información	Imágenes de elementos electrónicos en mal estado.
Unidad de Medida	Elementos electrónicos en mal estado (kg)
Meta	100%
Indicador	
Porcentaje de elementos electrónicos entregados	$= \frac{\text{Elementos electrónicos entregados en mal estado (kg)}}{\text{Elementos electrónicos en mal estado (kg)}} * 100 \quad (7)$

Fuente: Elaboración propia

9.2 Componente Dos: Manejo eficiente del agua

Con el fin conocer el número de asistentes a las capacitaciones sobre el cuidado del recurso agua, se plantea el indicador *Asistencia a capacitaciones de Manejo eficiente del agua*, el cual se encuentra en la Tabla 28.

Tabla 28

Indicador sensibilización ambiental en el manejo eficiente del agua

Indicador Asistencia a capacitaciones de Manejo eficiente del agua	
Objetivo	Medir el porcentaje de participación de los integrantes de la Institución Educativa en las charlas de sensibilización.
Responsable de la medición	Autoras del proyecto.
Evidencia de la información	Lista de asistencia e imágenes.
Unidad de Medida	Porcentaje (%)
Meta	80%
Indicador	
Porcentaje de participación de la comunidad educativa	$= \frac{N^{\circ} \text{ Asistentes a charlas}}{N^{\circ} \text{ Total de integrantes de la Institución}} * 100 \quad (3)$

Fuente: Elaboración propia

Para evaluar el porcentaje de dispositivos ahorradores de agua instalados en los puntos donde hay consumo de este recurso en la Institución, se planteó el indicador *Instalación de cabezales ahorradores de agua*, se puede apreciar en la Tabla 29.

Tabla 29

Indicador dispositivos ahorradores de agua.

Indicador Instalación de cabezales ahorradores de agua	
Objetivo	Determinar el porcentaje de cabezales ahorradores instalados para el ahorro de consumo de agua en la Institución Educativa.
Responsable de la medición	Autoras del proyecto.

Indicador Instalación de cabezales ahorradores de agua	
Evidencia de la información	Recuento de los grifos e imágenes.
Unidad de Medida	Porcentaje (%)
Meta	100%
Indicador	
Porcentaje de cabezales ahorradores instalados en los grifos	$= \frac{N^{\circ} \text{Cabezales Ahorradores Instalados}}{N^{\circ} \text{Total de grifos}} * 100 \quad (8)$

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 30, se registra el indicador *Utilización de agua lluvia*, que mide el porcentaje de agua lluvia recolectada respecto al total del agua lluvia acumulada en el Rainblock con la finalidad de que sea usada en actividades de aseo.

Tabla 30

Indicador captación de agua lluvia

Indicador Utilización de agua lluvia	
Objetivo	Medir la cantidad de agua lluvia aprovechada en actividades de limpieza.
Responsable de la medición	Autoras del proyecto.
Evidencia de la información	Imágenes.
Unidad de Medida	Litros (l)
Meta	25 %
Indicador	
Porcentaje de agua lluvia aprovechada en actividades de limpieza	$= \frac{\text{Agua recolectada por Rainblock (l)}}{\text{Promedio de Agua empleada para el aseo al día (l)}} * 100 \quad (9)$

Fuente: Elaboración propia

9.3 Componente Tres: Uso racional de la energía eléctrica

El indicador *Asistencia a capacitaciones en el uso racional de la energía eléctrica*, brinda la proporción porcentual de la cantidad de miembros de la comunidad educativa que estuvieron presentes en las jornadas de educación, se presenta en la Tabla 31.

Tabla 31

Indicador sensibilización ambiental en el uso racional de la energía eléctrica

Indicador Asistencia a capacitaciones en el uso racional de la energía eléctrica	
Objetivo	Medir el porcentaje de participación de los integrantes de la Institución educativa en las charlas de sensibilización.
Responsable de la medición	Autoras del proyecto.
Evidencia de la información	Lista de asistencia e imágenes.
Unidad de Medida	Porcentaje (%)
Meta	80%
	Indicador
Porcentaje de participación de la comunidad educativa	$= \frac{N^{\circ} \text{ Asistentes a charlas}}{N^{\circ} \text{ Total de integrantes de la Institución}} * 100 \quad (3)$

Fuente: Elaboración propia

Para estimar el porcentaje de sensores de movimiento instalados en la Institución en relación con la cantidad de tomas de luz que hay, se propuso el indicador *Instalación de sensores de movimiento en las tomas de luz*, como se puede ver en la Tabla 32.

Tabla 32

Indicador sensores de movimiento para la luz

Indicador Instalación de sensores de movimiento en las tomas de luz	
Objetivo	Determinar el porcentaje de sensores de movimiento instaladas para el uso necesario de la energía eléctrica en la Institución Educativa
Responsable de la medición	Autoras del proyecto.

Indicador Instalación de sensores de movimiento en las tomas de luz	
Evidencia de la información	Imágenes.
Unidad de Medida	Porcentaje (%)
Meta	50%
Indicador	
Porcentaje de sensores de movimiento instalados en las tomas	$= \frac{N^{\circ} \text{ sensores de movimiento instalados}}{N^{\circ} \text{ Total de tomas de luz}} * 100 \quad (10)$

Fuente: Elaboración propia

10. Resultados

10.1 Componente Uno: Gestión de residuos

Para el desarrollo de este componente, se emplearon diversos materiales para llevar a cabo la implementación, en la Tabla 33 se presentan las inversiones realizadas clasificadas por módulo.

Tabla 33

Inversiones del Componente Uno: Gestión de Residuos

Módulo	Material	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Uno	Formatos de asistencia a capacitaciones	und	7	\$ 300	\$ 2.100
	Paquetes de cartulina	und	5	\$ 2.400	\$ 12.000
	Contact	und	1	\$ 45.000	\$ 45.000
	Pliegos de cartulina	und	2	\$ 800	\$ 1.600
	Impresiones	und	20	\$ 300	\$ 6.000
	Pendones	und	2	\$ 28.000	\$ 56.000
	Boxer	und	1	\$ 20.000	\$ 20.000
Dos	Puntos ecológicos	und	2	\$ 140.000	\$ 280.000
	Bolsas de colores	Paquetes	3	\$ 5.666	\$ 17.000
Tres	Traslados dispositivos electrónicos	viaje	1	\$ 50.000	\$ 50.000
	Traslado de material reciclado	viaje	1	\$ 20.000	\$ 20.000
	Lombrices rojas californianas	Kg	2	\$ 20.000	\$ 40.000
	Abono	Kg	25	\$ 2.000	\$ 50.000

Módulo	Material	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
	Cajas	und	4	\$ 15.000	\$ 60.000
	Madera MDF	und	1	\$ 9.000	\$ 9.000
	Vasos de pasta	und	20	\$ 1.000	\$ 20.000
	Pintura	und	1	\$ 8.000	\$ 8.000
	Silicona	und	15	\$ 600	\$ 9.000
	Plantas	und	3	\$ 7.666	\$ 23.000
	Vinilos	und	5	\$ 8.000	\$ 40.000
Cuatro	Pinturas de aceite	und	4	\$ 15.000	\$ 60.000
	Thinner	und	1	\$ 15.000	\$ 15.000
	Abono	kg	25	\$ 2.000	\$ 50.000
				TOTAL	\$ 893.700

Fuente: Elaboración propia

Con el propósito de conocer el total de residuos generados después de implementar las estrategias de PML, se realizó el pesaje por cuatro semanas como se observa en la Tabla 34.

Tabla 34

Pesaje de residuos (kg)

Tipo	Zona de la Institución	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Residuos orgánicos Restaurante	Residuos Preparación de Alimentos	34,76	30,54	32,61	32,93
Residuos orgánicos Restaurante	Sobrantes de Comida	4,32	5,82	6,03	7,27
Residuos orgánicos Punto Ecológico	Sobrantes de Comida, hojas secas, cascaras de alimentos	1,78	1,59	1,43	1,62
Residuos aprovechables	Papel	0,45	0,39	0,51	0,43
Residuos aprovechables	Plástico	1,32	0,97	1,15	1,22
Residuos aprovechables	Cartón	0,51	0,43	0,64	0,49
Residuos no aprovechables	Baño	0,23	0,32	0,29	0,35

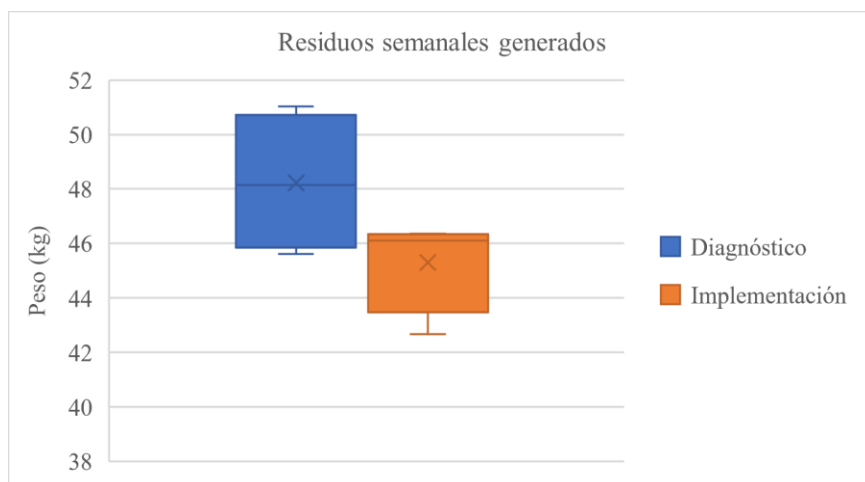
Tipo	Zona de la Institución	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Residuos no aprovechables	Salones	1,38	1,17	2,11	0,91
Residuos no aprovechables	Área Común	1,19	1,43	1,59	1,05
	Total	45,94	42,66	46,36	46,27

Fuente: Elaboración propia

La Figura 44, contrasta los pesos obtenidos en la implementación con los del diagnóstico. Se observa que los pesos semanales del diagnóstico tienen una mediana más alta (48,14 kg), lo que significa que en esta etapa son mayores que los de la implementación (46,10 kg). Además, en la implementación se visualiza baja dispersión de datos, es decir, hay menos variabilidad entre ellos y los pesos son homogéneos, respecto al diagnóstico que tienen mayor variabilidad.

Figura 44

Residuos generados en la Institución



Fuente: Elaboración propia

Para dar cumplimiento con la (Resolución 2184, 2019), en términos de separación de residuos sólidos en la fuente implementando el código de colores, se instalaron dos puntos ecológicos en áreas clave de la Institución Educativa, ya que no contaba con puntos de recolección

que distinguieran los tipos de residuos. En la Tabla 35, se percibe el peso en kilogramos por tipo de residuos calculados durante cuatro semanas en la medición de la implementación, mostrando que los residuos orgánicos son los que predominan en la Institución, esta información se representa gráficamente en la Figura 45.

Tabla 35

Pesaje por tipo de residuos (kg)

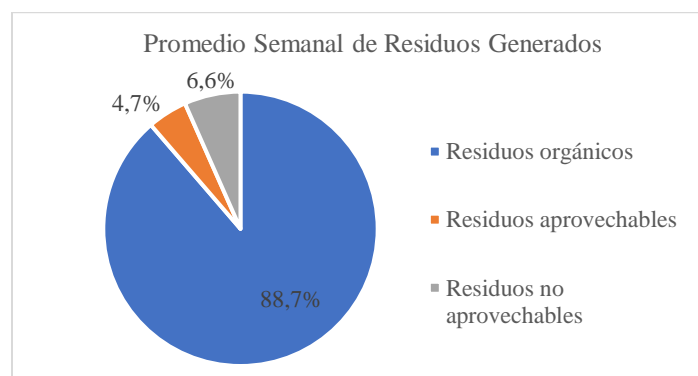
Tipos	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Residuos orgánicos	40,86	37,95	40,07	41,82
Residuos aprovechables	2,28	1,79	2,30	2,14
Residuos no aprovechables	2,80	2,92	3,99	2,31

Fuente: Elaboración propia

La instalación de los puntos ecológicos junto con la información recibida durante las capacitaciones, permitieron el aprendizaje sobre la correcta separación de residuos, fomentando una cultura ambiental enfocada en el manejo adecuado de los desechos que se generan.

Figura 45

Puntos ecológicos

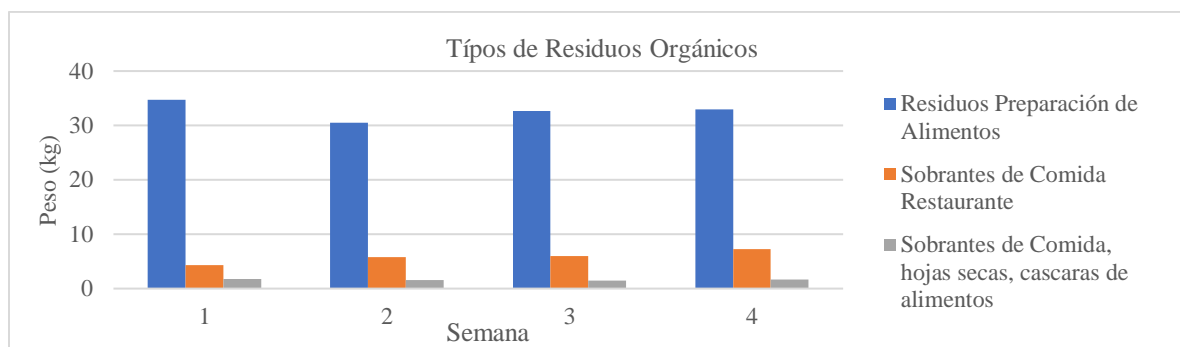


Fuente: Elaboración propia

En la Figura 46, se refleja los tipos de residuos orgánicos que más se generan dentro de la Institución, en este caso, fueron aquellos que se originaron en el restaurante, específicamente en el proceso de preparación de alimentos, en el que su mayor peso fue 34.7 kg, seguido por los que se produjeron de los sobrantes de comida con un 7.2 kg y, por último, 1,7 kg de residuos provenientes del receso y de la jornada escolar.

Figura 46

Residuos orgánicos



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los tipos de residuos aprovechables, como se observa en la Tabla 36, es notorio que el material plástico es el que más se genera alcanzando un pesaje semanal promedio de 1.2 kg, este valor se debe a la cantidad de botellas PET que son consumidas durante el día. En segundo y tercer lugar se encuentran el cartón y el papel sumando un peso promedio aproximado de 1 kg.

Tabla 36

Residuos aprovechables (kg)

Residuos Aprovechables	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Papel (caneca de los cartones de huevos y área común)	0,45	0,39	0,51	0,43
Plástico	1,32	0,97	1,15	1,22
Cartón	0,51	0,43	0,64	0,49

Fuente: Elaboración propia

Por su parte, la Tabla 37 refleja los residuos no aprovechables que se generaron en la Institución proveniente de los desechos del área común, salones y baño, con un total de 12 kg aproximadamente producidos en el mes.

Tabla 37

Residuos no aprovechables (kg)

Residuos No Aprovechables	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Salones	0,23	0,32	0,29	0,35
Baños	1,38	1,17	2,11	0,91
Área Común	1,19	1,43	1,59	1,05

Fuente: Elaboración propia

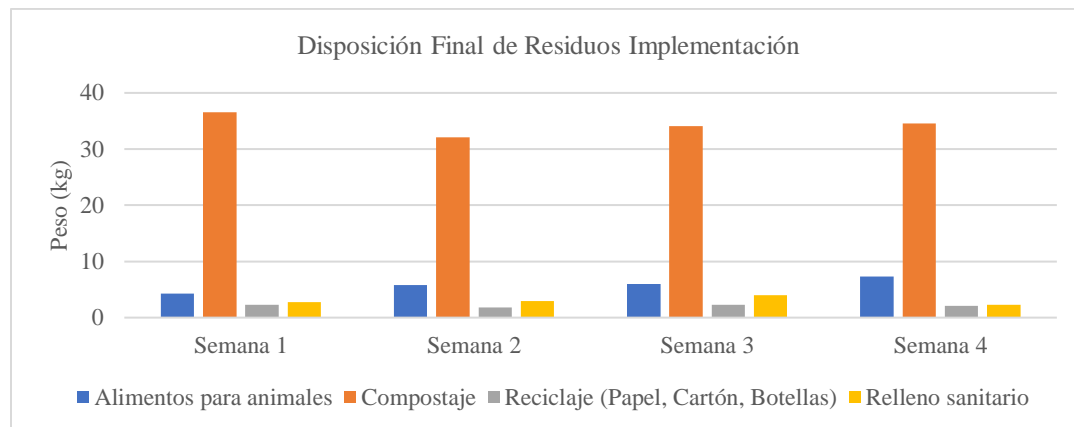
En la etapa de diagnóstico, la cantidad porcentual de residuos destinados al relleno sanitario era de 85,9% respecto al total generado. La Figura 47 señala la disposición final durante la etapa de implementación, basado en la Tabla 38, la que se resalta que la cantidad de residuos que se enviaron al relleno sanitario se redujo al 6,6% respecto al total de residuos. Lo que significa que anteriormente el único residuo que no se desechaba eran las sobras de alimentos destinados a alimentar animales, a diferencia de la implementación, en la que los residuos de la preparación de alimentos se utilizaron para realizar compostaje; el papel, cartón y botellas fueron destinados a empresas comprometidos con la recolección y procesamiento de estos materiales, así mismo se usaron para realizar elementos creativos.

Tabla 38

Disposición final de residuos (kg)

Destino	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Alimentos para animales	4,32	5,82	6,03	7,27
Compostaje	36,54	32,13	34,04	34,55
Reciclaje (Papel, Cartón, Botellas)	2,28	1,79	2,3	2,14
Relleno Sanitario	2,8	2,92	3,99	2,31

Fuente: Elaboración propia

Figura 47*Disposición final implementación*

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se presenta el desarrollo del sistema de indicadores para el Componente Uno: Gestión de Residuos:

En cuanto al indicador “*Asistencia a capacitaciones de gestión de residuos*”, se realizaron dos actividades de sensibilización sobre el manejo adecuado de residuos, la primera dirigida por la empresa de servicios públicos de Rionegro EMSERVIR usando la fórmula de la ecuación (3).

$$\text{Porcentaje de participación de la comunidad educativa} = \frac{65}{68} * 100$$

$$\text{Porcentaje de participación de la comunidad educativa} = 95,5\%$$

La segunda capacitación fue presentada por el Hospital San Antonio. La fórmula del indicador se presenta en la ecuación (3) y su solución se presenta a continuación.

$$\text{Porcentaje de participación de la comunidad educativa} = \frac{64}{68} * 100$$

$$\text{Porcentaje de participación de la comunidad educativa} = 94,11\%$$

Para el desarrollo del programa PML planteado fue de vital importancia el volumen generado en el restaurante con los residuos que se producían de la preparación del almuerzo, ya

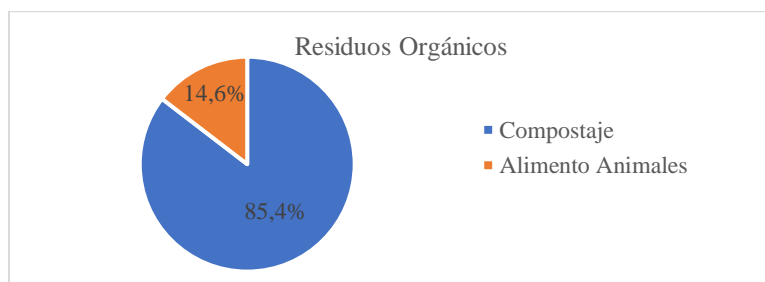
que se destinaron para la realización de compost, así como los residuos que se clasificaron en la caneca verde del punto ecológico. Además, se aprovecharon los sobrantes de comida para la alimentación de animales. Por lo tanto, el indicador “*nivel de aprovechamiento de los residuos orgánicos*”, se visualiza en la Figura 48 y se aplica usando la ecuación (4).

$$\text{Porcentaje de residuos orgánicos usados para compostaje} = \frac{137,26}{160,7} * 100$$

$$\text{Porcentaje de residuos orgánicos usados para compostaje} = 85,41\%$$

Figura 48

Residuos destinados al compostaje



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Tabla 39, en la medición realizada durante el diagnóstico se obtuvo que los residuos orgánicos que se disponían para darles un segundo uso correspondían al 16,7% y el restante era para el relleno sanitario, en cuanto que en la etapa de implementación se logró aprovechar el 100% de estos residuos.

Tabla 39

Residuos orgánicos aprovechados y no aprovechados (kg)

Residuo Orgánicos	Diagnóstico Pesaje	Implementación Pesaje
Aprovechados	27,2	160,7
No Aprovechados	136,12	0,00

Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta a los residuos aprovechables generados en la Institución, se desarrolló un indicador, para conocer el nivel de *Utilización de residuos aprovechables*, el cual se plantea en la ecuación (5) y se desarrolla seguidamente.

$$\text{Porcentaje de residuos aprovechables} = \frac{8,5}{20,5} * 100$$

$$\text{Porcentaje de residuos aprovechables} = 41,46\%$$

En la Tabla 40 se aprecia que a pesar de que en la implementación hubo mayor cantidad de residuos no aprovechables que aprovechables, se logró reducir en gran medida la cantidad generada, comparándolo con los valores obtenidos en el diagnóstico, ya que se instalaron puntos ecológicos y se enfatizó en varias ocasiones la importancia de la correcta separación de residuos.

Tabla 40

Residuos aprovechados y no aprovechados

Tipo de Residuos	Diagnóstico Pesaje (kg)	Implementación Pesaje (kg)
Aprovechables	27,2	8,5
No Aprovechables	165,72	12,02

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al indicador “*nivel de aprovechamiento de aceite de cocina quemado*”, que considera los litros de aceite usado obtenidos a partir de la totalidad de aceite demuestra que el 12,1% fue gestionado para ser aprovechado y transformado en biodiesel, como se observa en el siguiente resultado obtenido con base en la ecuación (6).

$$\text{Porcentaje de aceite de cocina quemado recolectado} = \frac{2.900}{24.000} * 100$$

$$\text{Porcentaje de aceite de cocina quemado recolectado} = 12,1\%$$

Del mismo modo, se estableció el indicador “*disposición final de aparatos electrónicos en mal estado*”, el cual dio como resultado un 100% que representa la proporción del peso en kg de equipos entregados encontrados en mal estado respecto al total de elementos electrónicos en mal estado, como se visualiza a continuación, tomando como referencia la ecuación (7).

$$\text{Porcentaje de elementos electrónicos entregados} = \frac{261}{261} * 100$$

$$\text{Porcentaje de elementos electrónicos entregados} = 100\%$$

10.2 Componente Dos: Manejo eficiente del agua

Para la ejecución del presente componente, se realizaron varias actividades en cada módulo que lo conforma e implicaron la compra de diversos materiales cuyo valor se nota en la Tabla 41.

Tabla 41

Inversiones del Componente Dos: Manejo eficiente del agua

Módulo	Material	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Uno	Formatos de asistencia a capacitaciones	und	7	\$ 300	\$ 2.100
	Paquetes de cartulina	und	4	\$ 2.400	\$ 9.600
	Cajas de pintura	und	2	\$ 2.800	\$ 5.600
	Pliegos de cartulina	und	1	\$ 800	\$ 800
	Impresiones	und	19	\$ 300	\$ 5.700
	Pendones	und	1	\$ 28.000	\$ 28.000
Dos	Codo PVC 3/4	und	3	\$ 445	\$ 1.336
	Soldadura líquida PVC	und	1	\$ 5.370	\$ 5.370
	Tee PVC 3/4	und	1	\$ 613	\$ 613
	Tubo PVC	und	1	\$ 9.076	\$ 9.076
	Unión PVC 3/4	und	2	\$ 336	\$ 672
	Llave de bola	und	1	\$ 7.000	\$ 7.000
	Materiales complementarios	und	1	\$ 17.000	\$ 17.000
Botellón	und	1	\$ 10.000	\$ 10.000	

Módulo	Material	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Tres	Cabezales ahorradores	und	3	\$ 6.000	\$ 18.000
	Cabezal ahorrador para el grifo de la cocina	und	1	\$ 21.900	\$ 21.900
	Válvula flotante	und	1	\$ 55.200	\$ 55.200
				TOTAL	\$ 197.967

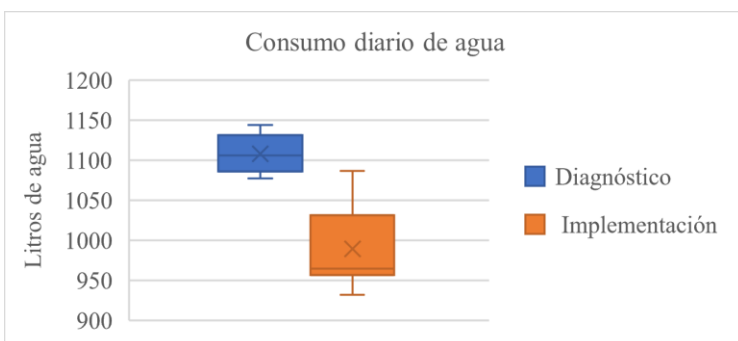
Fuente: Elaboración propia

Luego de llevar a cabo un seguimiento del recurso hídrico en la etapa de diagnóstico, se realizó la medición del consumo de agua de la implementación durante dos semanas, con el fin de observar la variación del uso de este recurso antes y después de implementar el programa PML que incluyó prácticas que contribuyeron al ahorro del agua.

Durante la medición del consumo de agua, en el diagnóstico (5 días) se evidenció que los valores son menos variables y más altos (mediana 1105.7 litros), mientras que en la implementación (10 días), las cifras fueron más variables y con tendencia decreciente (mediana 964.7 litros). La reducción se debe al desarrollo de actividades que permitieron disminuir el gasto del agua. Cabe mencionar que la cantidad de días podría influir en la dispersión de datos, sin embargo, la mediana destaca una disminución en el consumo. Se observa en la Figura 49.

Figura 49

Consumo de agua implementación y diagnóstico



Fuente: Elaboración propia

Una vez instalados los cabezales ahorradores de agua y la realización de actividades que contribuyeron a disminuir el consumo, se tomó el tiempo en el que los miembros de la comunidad educativa utilizaban los grifos del lavamanos, con el fin de saber el gasto aproximado de agua en litros por minuto. Estos valores se compararon con el consumo promedio de la etapa del diagnóstico, obteniendo un decrecimiento cercano al 32% de litros de agua consumidos, lo que refleja un ahorro, esta información se visualiza en la Figura 50.

Figura 50

Gasto de agua en grifos



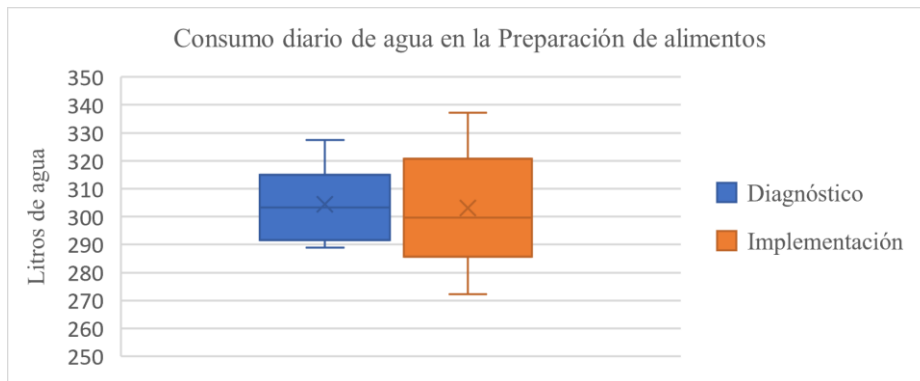
Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se comparó el consumo de agua para la preparación de alimentos antes y después de la instalación del cabezal ahorrador. Se registraron los valores del tiempo en el que el grifo ubicado en el restaurante permaneció abierto. La figura 51 refleja que el gasto de agua diario en la implementación (mediana 299.7 litros) es ligeramente más bajo que en el diagnóstico (mediana 303.4 litros). A pesar de que este dispositivo ayudó a la reducción del flujo de agua en el grifo, se evidenció que aumentó el tiempo que se mantuvo abierto. Pese a que el proceso de preparación de alimentos en el restaurante representa un consumo alto de agua, las auxiliares de

restaurante han demostrado crear conciencia sobre el uso responsable del agua debido a las actividades estratégicas implementadas.

Figura 51

Utilización de agua en preparación de alimentos

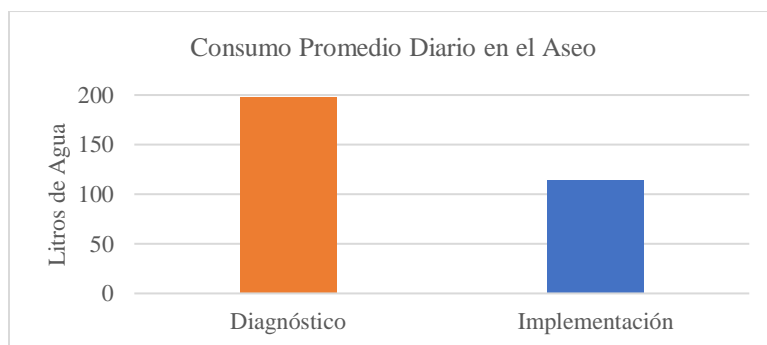


Fuente: Elaboración propia

En la Figura 52 se observa que la actividad de aseo logró reducir el consumo de agua 42% en comparación con la etapa de diagnóstico. Esta disminución se debe a la realización de acciones como el uso de agua recolectada durante los días de lluvia y la instalación de un contenedor con capacidad máxima de 100 L de agua destinado para realizar las labores de aseo.

Figura 52

Utilización de agua en el aseo

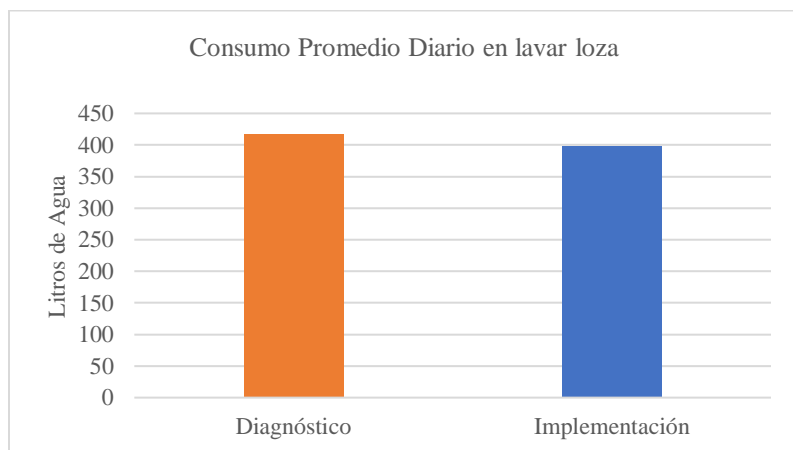


Fuente: Elaboración propia

A su vez, como se visualiza en la Figura 53, la actividad de lavado de recipientes y utensilios utilizados para elaborar los alimentos logró un ahorro del 4% respecto al diagnóstico. Este resultado, se consiguió mediante la implementación de acciones para un manejo eficiente del recurso hídrico. Pequeñas acciones expuestas en las capacitaciones y charlas, como el uso de un recipiente con agua para sumergir los cubiertos y platos después de enjabonados, en lugar de enjuagar directamente bajo el chorro, hacen que pueda reducir el uso del agua para este fin.

Figura 53

Utilización de agua en lavar loza



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se llevó a cabo el análisis de los indicadores de gestión correspondientes al componente dos. Los resultados se presentan a continuación.

En la reunión que presidió la Organización Aluna, respecto al indicador “*Asistencia a capacitaciones de Manejo eficiente del agua*” se alcanzó un 95,5% de participación de los miembros de la comunidad educativa, superando la meta planteada. El indicador se calculó basado en la ecuación (3).

$$\text{Porcentaje de participación de la comunidad educativa} = \frac{65}{68} * 100$$

Porcentaje de participación de la comunidad educativa = 95,5%

La Institución participó activamente en la charla emitida por la Policía Nacional del municipio de Rionegro en Santander, la cual ayudó a medir el indicador “*Asistencia a capacitaciones de Manejo eficiente del agua*”. Se obtuvo una cobertura de 92,6% de la Institución, teniendo en cuenta el desarrollo del indicador resuelto con la ecuación (3).

$$\text{Porcentaje de participación de la comunidad educativa} = \frac{63}{68} * 100$$

Porcentaje de participación de la comunidad educativa = 92,6%

Con el fin de evaluar el indicador “*Instalación de cabezales ahorradores de agua*”, se registró la cantidad total de grifos que había en la Institución y el número de cabezales ahorradores que se instalaron, como se detalla en la ecuación (8).

$$\text{Porcentaje de cabezales ahorradores instalados en los grifos} = \frac{3}{3} * 100$$

Porcentaje de cabezales ahorradores instalados en los grifos = 100%

Respecto al indicador *Utilización de agua lluvia*, teniendo en cuenta lo que el Rainblock podía recolectar en un día de lluvia y los litros empleados para la realización de aseo se obtuvo el resultado fundamentado en la ecuación (9).

$$\text{Porcentaje de agua lluvia aprovechada en actividades de limpieza} = \frac{32}{114,57} * 100$$

Porcentaje de agua lluvia aprovechada en actividades de limpieza = 27,9%

10.3 Componente Tres: Uso racional de la energía eléctrica

En la Tabla 42, se presenta para cada uno de los módulos del componente, las inversiones realizadas con el fin de ejecutar satisfactoriamente cada actividad implementada.

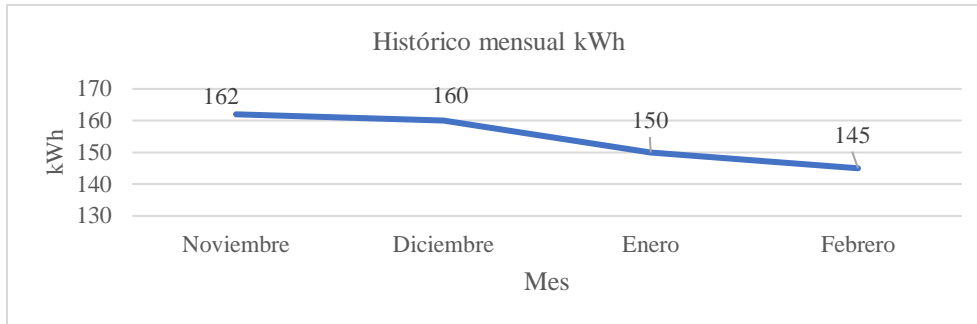
Tabla 42*Inversiones Componente Tres: Uso racional de la energía eléctrica*

Módulo	Material	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Uno	Formatos de asistencia capacitaciones	und	7	\$ 300	\$ 2.100
	Paquetes de cartulina	und	4	\$ 2.400	\$ 9.600
	Palos de balsos 8 x 8	und	5	\$ 1.100	\$ 5.500
	Palos de balsos 10 x 10	und	5	\$ 1.400	\$ 7.000
	Tarro de silicona	und	1	\$ 7.000	\$ 7.000
	Pliegos de cartulina	und	1	\$ 800	\$ 800
	Impresiones	und	19	\$ 300	\$ 5.700
Dos	Pendones	und	1	\$ 28.000	\$ 28.000
	Sensores	und	5	\$ 22.800	\$ 114.000
	Instalación de sensores	Mano de obra	1	\$ 30.000	\$ 30.000
				TOTAL	\$ 209.700

Fuente: Elaboración propia

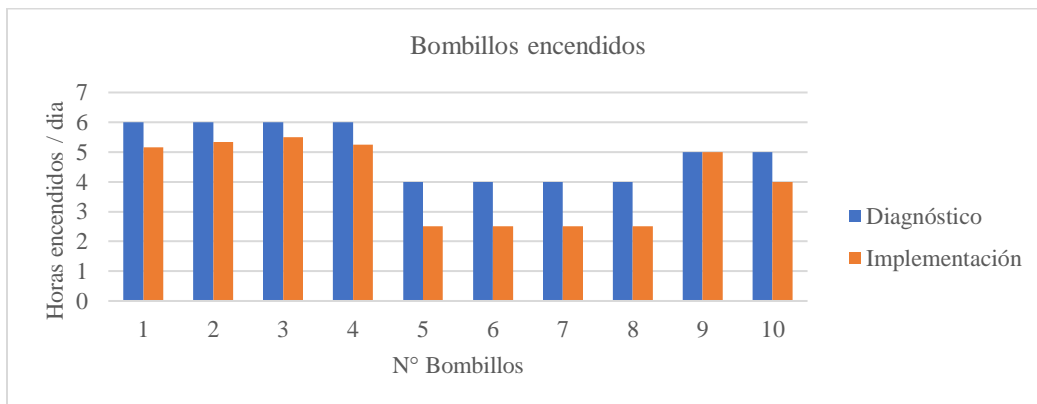
En la Figura 54, se observa el consumo energético histórico. Durante la etapa de implementación del programa PML y su posterior medición, se observó una disminución progresiva de los kWh durante los meses de enero y febrero respectivamente, lo que refleja una tendencia decreciente, desde cuando inició la implementación de este programa (tercera semana de enero).

Aunque la disminución no es de gran magnitud, el propósito de la ejecución de las actividades es que se siga un comportamiento con tendencia a la baja, teniendo en cuenta que se realizaron actividades que incentivaron a la comunidad a crear buenos hábitos de consumo de energía eléctrica y se educaron sobre el uso responsable de este recurso mediante charlas, adicionalmente la instalación de sensores de movimiento contribuyó al ahorro de electricidad.

Figura 54*Consumo de energía eléctrica mensual*

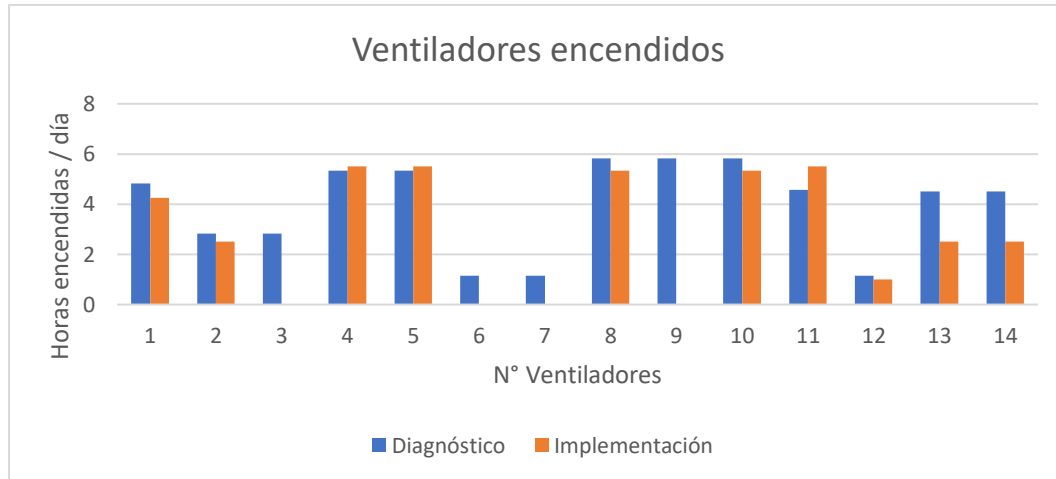
Fuente: Elaboración propia

Respecto al tiempo en el que permanecieron encendidos los mismos bombillos tanto del diagnóstico como de la implementación, la Figura 55 percibe el promedio diario y se infiere que en la medición se redujo en promedio 0.97 horas de cada uno de los bombillos.

Figura 55*Tiempo bombillos encendidos*

Fuente: Elaboración propia

Como se visualiza en la Figura 56, la disminución de horas encendidas respecto a los ventiladores no fue tan consistente. Sin embargo, después de las actividades implementadas, hubo reducción del tiempo en aproximadamente 1,5 horas promedio de cada uno de ellos, así como de la cantidad de ventiladores que permanecían encendidos.

Figura 56*Tiempo encendido ventiladores*

Fuente: Elaboración propia

En lo referente al indicador “*Asistencia a capacitaciones del uso racional de la energía eléctrica*”, se consiguieron ejecutar dos sesiones de concientización sobre el consumo responsable de la energía dirigidas por la Alcaldía Municipal de Rionegro y por Massy Energy, en las que se alcanzó un nivel de cobertura del 94,1% en las dos presentaciones, como se percibe en el desarrollo del siguiente indicador utilizando la fórmula establecida en la ecuación (3).

$$\text{Porcentaje de participación de la comunidad educativa} = \frac{64}{68} * 100$$

$$\text{Porcentaje de participación de la comunidad educativa} = 94,11\%$$

En adición, se llevó a cabo el desarrollo del indicador “*Instalación de sensores de movimiento en las tomas de luz*”, en el cual se tuvo en cuenta los sensores incorporados respecto del total de tomas de luz, considerando la ecuación (10).

$$\text{Porcentaje de sensores de movimiento instalados en las tomas de luz} = \frac{5}{10} * 100$$

$$\text{Porcentaje de sensores de movimiento instalados en las tomas de luz} = 50\%$$

11. Socialización de Resultados

Como fase final, se implementó una estrategia de socialización con el propósito de transferir a la comunidad educativa los resultados y aprendizajes obtenidos. Esta estrategia tuvo como objetivo asegurar la continuidad del programa PML e integrarlo de manera sostenible en la cultura institucional. La ejecución de esta actividad permitió destacar la importancia de inculcar la gestión ambiental durante la etapa escolar de los estudiantes y compartir aprendizajes.

Como primera medida, se realizó el proceso de socialización de resultados donde se llevó a cabo la presentación del Programa de Producción Más Limpia en el coliseo de Rionegro, Santander, ante los docentes de las once sedes de la Institución Educativa Caña Brava, algunos padres de familia y estudiantes. La Figura 57 refleja la ejecución de esta actividad.

Se proyectaron diapositivas con la finalidad de proporcionar información sobre cada etapa del proyecto, iniciando con el contexto para así dar a conocer la metodología que se siguió y finalmente los resultados obtenidos de la implementación del programa. Adicionalmente, se distribuyeron folletos a la audiencia cuyo contenido informativo fueron las actividades realizadas durante el desarrollo del proyecto. La ejecución de esta actividad permitió destacar la importancia de inculcar la gestión ambiental durante la etapa escolar de los estudiantes y compartir aprendizajes.

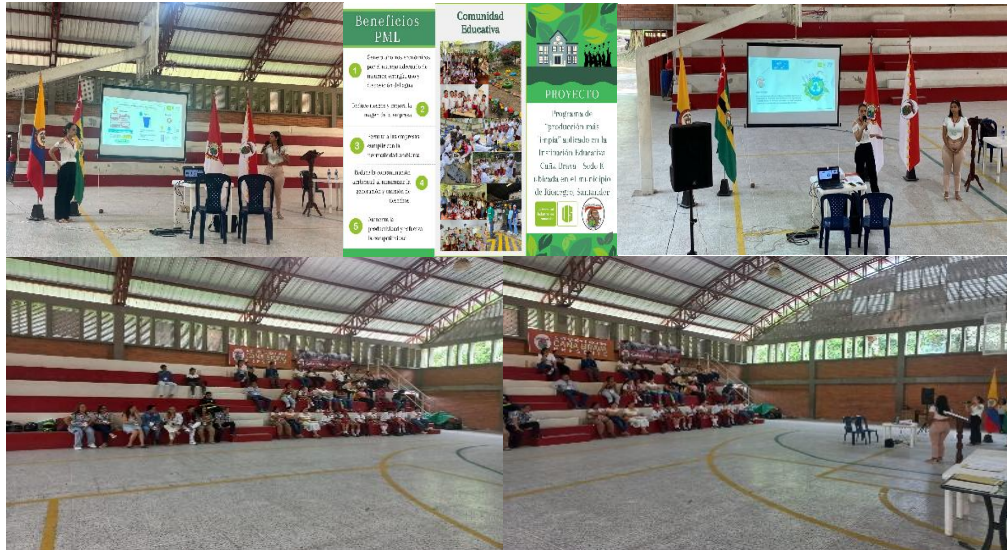
Durante la sensibilización del programa PML, los participantes fueron informados sobre las políticas institucionales creadas con base en la gestión de residuos y el uso eficiente de los recursos naturales, como el agua y la energía. En este contexto, los lineamientos del programa fueron comprendidos y reconocieron la relevancia que tiene la preservación del medio ambiente en el entorno escolar.

Para facilitar la aplicación y continuidad del programa PML, se compartió un documento detallado que reúne sus objetivos, estrategias y acciones. Este material sirve como una guía para incorporar el programa PML en las actividades pedagógicas y fomentar hábitos responsables dentro de cada sede. A partir del archivo base entregado, los docentes pueden realizar cambios para adaptar nuevas iniciativas que fortalezcan el programa, y se esta manera asegurar su permanencia en el tiempo.

Durante la jornada en la que se aplicó la estrategia de sensibilización, la comunidad educativa se comprometió a materializar el programa PML iniciando con la conformación de un comité ambiental escolar liderado por un docente de cada sede. Los comités se encargarán de dar apertura al programa para promover su ejecución, impulsando acciones que refuercen la conciencia ecológica entre los estudiantes y así implantar buenas prácticas para la protección del entorno.

Adicionalmente, gracias a las capacitaciones impartidas en la sede K, las empresas vieron la necesidad de extender a las demás sedes las sensibilizaciones al evidenciar el déficit de buenos hábitos en materia ambiental que se presenta en las zonas rurales. Por este motivo, el directivo de la Institución adoptó la función de intermediario con las empresas contactadas para programar las formaciones en educación ambiental para cada una de las sedes. De esta manera, la capacitación continua a los miembros de toda la Institución permitirá la permanencia del programa, por consiguiente, su aporte a la mitigación del impacto ambiental.

Con estas acciones, la Institución Educativa Caña Brava busca consolidar el Programa de Producción Más Limpia como un pilar fundamental en su desarrollo, asegurando su aplicación y mejora constante en beneficio del entorno escolar y de toda la comunidad.

Figura 57*Presentación***12. Conclusiones**

Como fase inicial de la realización del proyecto se llevó a cabo el diagnóstico, en el que se aplicaron herramientas que permitieron identificar las áreas que eran críticas respecto a los recursos de agua, energía y manejo de residuos. Como resultado del diagnóstico se evidenció que no había cultura ni consciencia ambiental, además la ausencia de compromiso en los estudiantes y el poco involucramiento de actividades educativas sobre el cuidado del medio ambiente en el currículo escolar.

Adicionalmente, del diagnóstico se obtuvo que el área crítica para el consumo de agua era el restaurante, específicamente en la actividad de limpieza de utensilios representada por un 37,6% respecto al consumo semanal. En cuanto al consumo eléctrico se identificaron los salones como área crítica con un 56,9% del consumo promedio mensual de kWh. En la gestión de residuos se evidencia que, pese a que la zona de restaurante es la que más genera residuos, se establece que

toda la Institución requiere intervención ya que no hay tratamiento para el manejo adecuado de estos. De esta manera, se dio cumplimiento al primer objetivo específico planteado.

A partir de las áreas que requirieron mayor prioridad de atención, se inició el cumplimiento del siguiente objetivo que consistió en el diseño y formulación del programa PML. Para ello, se indagó sobre alternativas que permitían mitigar el impacto al medio ambiente desde la Institución. La viabilidad económica, la facilidad de implementación y la gestión de trámites fueron los criterios de selección. A pesar de que hubo alternativas que también podían generar un impacto positivo ambiental, no se escogieron debido a que eran propuestas de alto costo.

En la Fase Tres de implementación, se ejecutaron actividades basadas en los componentes del programa PML: gestión de los residuos, manejo eficiente del agua y uso racional de la energía eléctrica. Estas acciones se realizaron con base en la prevención y preservación del medio ambiente. A lo largo de la aplicación de estas prácticas se presentaron dificultades, entre ellas, el difícil acceso que tiene la Institución porque está en una vereda, lo que dificultó la participación de las empresas para las jornadas de sensibilización. Asimismo, retrasó concertar alianzas con organizaciones para la disposición final de residuos. Sin embargo, gracias al esfuerzo realizado y el compromiso para dar cumplimiento a este objetivo, se logró pactar con diferentes compañías para la ejecución de las actividades propuestas y la movilización de residuos aprovechables y dispositivos electrónicos en mal estado hacia la ciudad de Bucaramanga para su disposición final.

Gracias a la constante sensibilización, la realización de actividades educativas, y como resultado de la obtención de los puntos ecológicos, se logró crear una cultura de separación de residuos en la Institución, en orgánicos, aprovechables y no aprovechables, que en comparación de la etapa de diagnóstico solo se contaba con un punto de recolección en el que se depositaban todas las clases de residuos.

Posterior a la implementación, se calculó que el 6,6% de los residuos totales medidos durante las cuatro semanas fueron depositados al relleno sanitario, mientras que en la etapa de diagnóstico era de aproximadamente el 86%. Esta reducción, se debe al aprovechamiento de los residuos orgánicos para la alimentación de animales y compostaje, y de residuos reciclables en actividades como creaciones artísticas a partir de botellas plásticas. También, se gestionó con diversas empresas la entrega de materiales como el aceite usado de cocina, los residuos electrónicos, el material plástico y papel.

Se observó que durante la medición de resultados el consumo promedio de agua al día disminuyó 118,9 litros (10,7%) respecto al diagnóstico. Este porcentaje de reducción se refleja gracias a las estrategias planteadas como la instalación de cabezales ahorradores, el captador de agua lluvia, la reparación de fugas y las buenas prácticas para el lavado de loza y aseo.

Gracias a la implementación de estrategias y acciones enfocadas al cuidado responsable y uso de la energía, se observó una leve disminución de kWh mensuales durante el periodo en el que se realizaron actividades de implementación y su posterior medición. En cuanto al último consumo del mes académico (noviembre) del año anterior, hubo una reducción del 10,5% de kWh respecto al último mes registrado (febrero). Lo anterior, se puede relacionar con las intervenciones planteadas en los módulos del componente tres.

Posterior a la implementación, con el planteamiento del sistema de indicadores se cumplió el objetivo específico del proyecto. Luego, se realizó su medición en la que se obtuvo que las metas planteadas respecto a cada actividad del programa fueron superadas.

Con la finalidad de dar continuidad al programa PML, se realizó una jornada de socialización con miembros de la Institución. Se proporcionó un documento guía y se conformaron

comités ambientales en cada sede para promover su implementación. Igualmente se coordinó la ejecución de capacitaciones en materia ambiental para la Institución.

La Producción Más Limpia no se limita a reflejar una estrategia novedosa, sino que se orienta a la reducción de desechos para la disminución del impacto ambiental (Fajardo, 2017). Finalmente, se tuvo en cuenta que la implementación de estas estrategias contribuyera a la protección del ecosistema a través del manejo y consumo eficiente de agua, energía y residuos y en especial la formación mediante actividades de sensibilización de los integrantes de la comunidad educativa en el cuidado del medio ambiente, enfatizando que, por medio de la realización de pequeñas acciones, se reflejan grandes cambios.

Así como en los procesos productivos se deben buscar alternativas para optimizar recursos sin descuidar sus efectos en el entorno, en la Institución se promovió la formación y sensibilización de la comunidad educativa, destacando que, por medio de pequeñas acciones, se reflejan grandes cambios.

13. Recomendaciones

En el transcurso del desarrollo del proyecto, se reconocieron oportunidades de mejora y acciones preventivas para fortalecer las actividades del programa PML que se ejecutaron parcialmente.

Se sugiere renovar los participantes del comité ambiental anualmente con la finalidad de fomentar la participación continua de la comunidad educativa. De esta manera, se garantiza la responsabilidad ambiental mediante iniciativas ecológicas encabezadas por los nuevos líderes.

Se recomienda la sustitución progresiva de los vasos desechables teniendo en cuenta el impacto ambiental que causa el plástico, se propone su erradicación total. Por lo tanto, es

importante considerar la utilización de vasos reutilizables plastificados durante el receso escolar, y así inculcar la cultura de reutilización y reducción de residuos.

Para fomentar la producción continua de compostaje, se puede considerar la venta del abono generado, convirtiéndolo en una fuente sostenible y de ingresos económicos que aporte al medio ambiente, a la comunidad y a la reinversión en iniciativas ambientales.

Adicionalmente, la Institución no cuenta con mecanismos para la generación de energía sostenible como la fotovoltaica, por lo que existe una oportunidad de mejora ya que se encuentra en una zona donde la mayor parte del día se recibe luz solar de forma directa por ello se puede estudiar la viabilidad financiera y técnica de la implementación de este tipo de abastecimiento y así minimizar el consumo de fuentes tradicionales.

Con la finalidad de reforzar las acciones para el ahorro de agua y energía, además del manejo adecuado de los residuos, se propone la diversificación e inclusión de las actividades del programa en el currículo escolar de manera transversal en las asignaturas y en el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE), para que haga parte integral de la educación. Por otro lado, se recomienda que desde la dirección se programen trimestralmente capacitaciones ambientales.

Se recomienda realizar mantenimientos preventivos regularmente de los tanques de almacenamiento de agua, bombillos y puntos ecológicos; con la finalidad de cuidar estos elementos y alargar su vida útil evitando que se deterioren. Además, se plantea la actualización de equipos con tecnología eficientemente energética puesto que hay equipos que se encuentran conectados las 24 horas del día.

Referencias Bibliográficas

- Bernal, A. A., Beltrán, C. J. y Márquez, A. F. (2017). Producción Más Limpia: una revisión de aspectos generales. *I3+*, 3(2), 66–85. <https://doi.org/10.24267/23462329.219>
- Betancourt, D. F. (2016). *Ingenio Empresa. Matriz de vester para la priorización de problemas.* <https://www.ingenioempresa.com/matriz-de-vester/>
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative Inquiry & Research Design Choosing Among Five Approaches.* SAGE Publications.
- Del Rio Candela, D. (2019). *Diseñar un Programa de Producción más Limpia para la Empresa en Obra Ingenieros SAS. (tesis de pregrado).* Universidad Pontificia Bolivariana- Seccional Bucaramanga, Colombia
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (s.f.). *Gestor Normativo.* <https://www1.funcionpublica.gov.co/web/eva/gestor-normativo>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2012). *Introducción al diseño, construcción e interpretación de indicadores.* <https://www.dane.gov.co/files/planificacion/fortalecimiento/cuadernillo/2%20Introducci%C3%B3n%20al%20dise%C3%B1o,%20construcci%C3%B3n%20e%20interpretaci%C3%B3n%20de%20indicadores%20web.pdf>
- Dos Santos, E., Cavalheiro, C. y Johann, D. (2023). Os objetivos de desenvolvimento sustentável como estratégia para a educação ambiental em uma Instituição de Ensino. *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente*, 4 (1). <https://ime.events/conasust2023/pdf/19293>

- Fajardo, H. (2017). La producción más limpia como estrategia ambiental en el marco del desarrollo sostenible. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 4(8).
<https://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/395>
- Gomes da Silva, F.J., y Gouveia, R. M. (2020). *Cleaner Production: Toward a Better Future* (1st ed. 2020.). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-23165-1>
- Gudynas, E. y Carpio, P. (2024). Desarrollo sostenible: Condicionales antropocéntricas y alternativas biocéntricas sudamericanas. *Debates en Sociología*, (59), 19-42.
<https://doi.org/10.18800/debatesensociologia.202402.001>
- Hoof, B. V., Monroy García, N. H., y Saer Saker, A. J. (2008). *Producción más limpia : paradigma de gestión ambiental*. (1st ed.) Universidad de los Andes. <https://www-digitaliapublishing-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/a/126299>
- Ibarra, J. (2020). *Aplicación de la Metodología de Producción más Limpia en Establecimientos del Sector de Preparación de Alimentos: Caso de Estudio Municipio de Soatá, Boyacá* (tesis de pregrado). Universidad Santo Tomas, Boyacá, Colombia.
- Jagua García, A. M., Rodríguez Bolaños, J. C., Rojas Gutiérrez, A., Sánchez Paz, N., & Giraldo, J. J. (2023, octubre). El medio ambiente como nueva tendencia del mercado. *Marketing Zone Icesi*. <https://www.icesi.edu.co/marketingzone/el-medio-ambiente-como-nueva-tendencia-del-mercado/>
- Leon, Y., y Pérez, J. (2019). *Diseño e Implementación de un Programa de Producción más Limpia, para Mitigar el Impacto Ambiental Generado por la Institución Educativa Camacho Carreño* (tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander, Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). *Normativa*.
<https://www.minambiente.gov.co/normativa/>

- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2021.). Programa de alimentación escolar.
<https://www.mineducacion.gov.co/1621/w3-printer-235135.html>
- Organización de las Naciones Unidas. (2024). Consumo y producción sostenibles. Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
- Organización de las Naciones Unidas. (2024). Datos y cifras. Actúa Ahora.
<https://www.un.org/es/actnow/facts-and-figures>
- Organización de Naciones Unidas. (2020). Objetivos y metas de desarrollo sostenible. Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Organización Internacional para la Estandarización. (2008). Guidance on the concept and use of the process approach for management systems.
https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/04_concept_and_use_of_the_process_approach_for_management_systems.pdf
- Ortiz, N. R., y Serrano, L. (2012). Una Revisión de los Modelos de Mejoramiento de Procesos con Enfoque en el Rediseño. *Estudios Gerenciales*, 28(125), 13-22.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0123-5923\(12\)70003-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0123-5923(12)70003-7)
- Patton, M. Q. (2014). *Qualitative Research & Evaluation Methods: Integrating Theory and Practice*. SAGE Publications.
- Perez, A., y Galvis, E. (2022). *Relación entre las Prácticas de Producción más Limpia y Manufactura Esbelta sobre los Impactos en la Gestión de Operaciones*. (tesis de pregrado). Universidad Pontificia Bolivariana, Montería, Colombia.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2007). *Acuerdos Ambientales y Producción más Limpia*. PNUMA. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7718>

- Rodriguez, V. J. (2020). ¿Como Gerenciar un Proyecto Social a Través de la Matriz Vester en Planificación Estratégica? CASO: Explotación Mineara en Timbiquí (Cauca). Punto de vista, 11(17), 63-84. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9020141>
- Sachs, J. D. (2014). La era del desarrollo sostenible. https://planetadelibroscom.cdnstatics2.com/libros_contenido_extra/31/30978_La_era_del_desarrollo_sostenible.pdf
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2023). Producción más limpia (PML). Observatorio Ambiental de Bogotá. <https://oab.ambientebogota.gov.co/glossary/produccion-mas-limpia-pml/>
- Serrato L. (2017). La ética, el desarrollo sostenible y la responsabilidad social en las organizaciones. Dictamen Libre, (20), 59-64. <https://doi.org/10.18041/2619-4244/dl.20.2890>
- Severiche-Sierra, C., y Ahumada-Villafa, I. (2021). Ecomapa o Ecomapeo en el Sector Productivo: Herramientas Práctica para el diagnóstico de la situación ambiental. IPSA Scienta, Revista Científica Multidisciplinaria, 6(2), 52-62. <https://doi.org/https://doi.org/10.25214/27114406.1139>
- Universidad La Gran Colombia. (s.f.). Matriz legal de normas en seguridad y salud en el trabajo. <https://www.ugc.edu.co/sede/armenia/images/sgsst/documentos/Matriz-Legal-Seguridad-y-Salud-en-el-Trabajo.pdf>