



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA



#PorelResurgirdelaUPC

**IMPLEMENTACION DE UN MODELO DE ECONOMIA CIRCULAR PARA
EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS TIPO PLASTICO PET
EN EL COLEGIO MILCIADES CANTILLO COSTA**



AUTORES:

KAREN MARGARITA PEÑALOZA PRADO

ORLANDO JOSE PEREZ DAVILA

INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA

FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGIAS

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

VALLEDUPAR-CESAR

2024



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**IMPLEMENTACION DE UN MODELO DE GESTION PARA EL
APROVECHAMIENTO LOS RESIDUOS SOLIDOS TIPO PLASTICO PET EN EL
COLEGIO MILCIADES CANTILLO COSTA**

AUTORES:

KAREN MARGARITA PEÑALOZA PRADO

ORLANDO JOSE PEREZ DAVILA

ING. JOSÉ MAURICIO PÉREZ ROYERO

DIRECTOR:

INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA

FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGIAS

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

VALLEDUPAR-CESAR

2024



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA



DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios, por ser la fuente de inspiración y fortaleza en cada paso de mi vida. Su guía ha iluminado mi camino y me ha permitido la culminación satisfactoria de este proyecto.

A mis padres, Orlando Pérez y Flor Dávila, por su amor incondicional y apoyo constante. Ustedes han sido mi mayor motivación y ejemplo de perseverancia. Gracias por cada sacrificio y por estar siempre a mi lado.

Orlando Pérez

Esta tesis de grado está dedicada a las personas que han sido el rayito de luz a lo largo mi vida: a mi madre María Prado Sarabia que con su amor incondicional, su confianza y ejemplo ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me han ayudado a salir adelante en momentos difíciles. A mi padre Yon Peñaloza López que con su paciencia y sacrificio ha sido mi fuente de inspiración. A mi compañero de vida Moisés Madrid Morales por su apoyo incondicional. A mi hija Ángela Madrid Peñaloza por ser la motivación para nunca rendirme. A mis hermanos Heiner Peñaloza y Rosa Peñaloza por ser parte de mi vida su presencia es un regalo invaluable. Este logro también es suyo.

Karen Peñaloza

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a las personas que han sido fundamentales en la culminación de este proyecto de grado. A mi madre, Flor Dávila, por su amor incondicional y apoyo constante. Tu dedicación y sacrificio han sido una fuente de inspiración en mi vida. Gracias por estar siempre a mi lado, por tus consejos y por enseñarme a ser perseverante. A mi padre, Orlando Pérez, por su apoyo y motivación. Tu guía y confianza en mí me han impulsado a seguir adelante en cada paso de este camino. A mi guía de proyecto, Yulainis Arias, le agradezco profundamente por su orientación y apoyo. Su experiencia ha sido esencial para el desarrollo de este trabajo. Finalmente, a mi director de proyecto, José Mauricio, le agradezco por su valiosa guía y paciencia. Su apoyo ha sido crucial para alcanzar los objetivos planteados.

A todos ustedes, gracias por su apoyo incondicional y por creer en mí. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

Orlando Pérez

Agradezco principalmente a Dios por a haberme otorgado una familia maravillosa. A mi madre María Prado Sarabia y a mi padre Yon Peñaloza López por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por confiar y creer en mí. A mi madre por su acompañamiento a lo largo de mis estudios, por no darse por vencida frente a mis momentos de rebeldía, por siempre desear y anhelar lo mejor para mí vida. A mi padre por su sacrificio para que no me faltará los recursos necesarios y por estar a mi lado apoyándome y aconsejando me siempre a pesar de las dificultades.

A mi compañero de vida Moisés Madrid Morales por ayudarme a cumplir mis sueños. A Orlando Pérez Dávila por ser mi compañero durante nuestra carrera, juntos hacemos buen equipo. A mi director de proyecto José Mauricio Pérez y a mi guía de proyecto Yulainis Arias por estar presente en la consecución de este proyecto. A todas aquellas personas que confiaron en mí. Gracias.

Karen Peñaloza

RESUMEN

Se diseñó un modelo de gestión de residuos sólidos basado en el concepto de economía circular en la institución educativa Milcíades Cantillo Costa, con el fin de reciclar y reutilizar las botellas de plástico tipo PET para su uso como fibra textil a mayor escala.

Para la realización de este proyecto se inició haciendo una identificación del estado actual que había con relación a los residuos sólidos dentro de la institución observando que existía un desinterés por parte de la comunidad educativa en la separación de los residuos, así mismo, se recolectaron 120 botellas de plástico tipo PET para su transformación en una fibra que puede usarse en la industria de fabricación de prendas de vestir. Seguidamente se hizo el diseño del modelo de gestión para lograr la disminución de los residuos dentro del colegio, este modelo basado en un taller y una encuesta realizada a los estudiantes del grado sexto y octavo, donde se les hablo sobre la importancia del cuidado de los recursos naturales y del reciclaje.

Finalmente, para la ejecución del modelo, se hizo una prueba piloto durante un día donde se plantearon grupos de apoyo y rutas de recolección y se vio un resultado significativo logrando una disminución de residuos en el patio de un aproximado del 60%. Con esto, podemos decir que el modelo de gestión es viable para ser aplicado en instituciones educativas de básica primaria y secundaria.

Palabras claves: Economía circular, Modelo de Gestión, Residuos sólidos, plástico PET, fibras textiles



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



ABSTRACT

With this in mind, a solid waste management model was designed based on the concept of circular economy at the Milciades Cantillo Costa educational institution, in order to recycle and reuse PET-type plastic bottles for use as textile fiber. scale.

To carry out this project, it began by identifying the current state in relation to solid waste within the institution, observing that there was a lack of interest on the part of the educational community in the separation of waste; likewise, 120 PET-type plastic bottles for transformation into a fiber that can be used in the clothing manufacturing industry. Next, the design of the management model was carried out to achieve the reduction of waste within the school, this model based on a workshop and a survey carried out with sixth and eighth grade students, where they were told about the importance of caring for waste. natural resources and recycling.

Finally, to execute the model, a pilot test was carried out for one day where support groups and collection routes were proposed and a significant result was seen, achieving a reduction in waste in the yard of approximately 60%. With this, we can affirm that the management model is viable to be applied in primary and secondary educational institutions.

Keywords: Circular economy, Management Model, Solid waste, PET plastic, textile fibers

TABLA DE CONTENIDO	PÁG.
INTRODUCCION	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2. JUSTIFICACIÓN	12
3. OBJETIVOS	13
3.1. Objetivo general.....	13
3.2. Objetivos Específicos.....	13
4. MARCO REFERENCIAL.....	14
4.1. Antecedentes de la investigación	14
4.2. Marco Teórico	16
4.3. Marco Conceptual	21
4.4. Marco Contextual.....	22
4.5. Marco Legal	26
4.6. Marco Institucional	28
5. MARCO METODOLÓGICO.....	31
6. ANALISIS Y RESULTADOS	36
7. CONCLUSIONES	55
8. RECOMENDACIONES.....	56
BIBLIOGRAFIA	57

Listado de Tablas	Pág.
Tabla 1 <i>Normatividad Aplicable</i>	26
Tabla 2 <i>Generalidades de la institución</i>	28
Tabla 3 <i>Visitas a la institución educativa</i>	37
Tabla 4 <i>Resultados prueba de calidad de la fibra PET</i>	44
Tabla 5 <i>Modelo de gestión</i>	46
Listado de Figuras	Pág.
Figura 1 <i>Panorama de los Rellenos sanitarios en Colombia</i>	17
Figura 2 <i>Contexto organizacional de la economía circular</i>	21
Figura 3 <i>Ubicación geográfica del departamento del Cesar</i>	24
Figura 4 <i>Ubicación geográfica del municipio de Valledupar</i>	24
Figura 5 <i>Ubicación Geográfica Instituto Técnico Milciades Cantillo Costa</i>	25
Figura 6 <i>Organigrama Colegio</i>	30
Figura 7 <i>Botellas recogidas en la institución educativa</i>	38
Figura 8 <i>Recipiente dejado en la institución para la recolección de tapas</i>	39
Figura 9 <i>Proceso de lavado y recorte de las botellas</i>	40
Figura 10 <i>Ingreso del plástico a la mufla</i>	41
Figura 11 <i>Estiramiento del plástico para formar los hilos</i>	41
Figura 12 <i>Hilo trenzado</i>	42
Figura 13 <i>Llaveros elaborados con el sobrante del plástico</i>	42
Figura 14 <i>Prueba de calidad en resistencia</i>	43
Figura 15 <i>Comportamiento de la fibra con relación a la resistencia y el peso</i>	44
Figura 16 <i>Diapositiva inicial de la charla</i>	47
Figura 17 <i>Realización de la charla a los estudiantes</i>	47
Figura 18 <i>Formato de encuesta realizada</i>	48
Figura 19 <i>Resultado encuesta grado sexto</i>	48
Figura 20 <i>Resultado encuesta grado octavo</i>	49
Figura 21 <i>Donación del punto ecológico a la institución</i>	50
Figura 22 <i>Aplicación del modelo de gestión</i>	52
Figura 23 <i>Matriz DOFA para el modelo de gestión</i>	53



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



INTRODUCCION

En el marco de la emergencia sanitaria del COVID 19, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible invito a los colombianos a darle prioridad a la compra de productos verdes con un enfoque agroecológico, transformados para la alimentación, para el aseo o relacionados con procesos de la economía circular. (MinAmbiente, Colombia potencia de la vida, 2022)

Por esta razón, para la realización de este proyecto se escogió la gestión integral de los residuos sólidos por medio de la implementación de un modelo de aprovechamiento para los plásticos de tipo PET en el instituto técnico Milcíades Cantillo, esto con el fin de poder asegurar que el ciclo de vida útil de las botellas plástica no se detenga si no que se convierta en un apoyo a las grandes industrias como lo es el mundo textil.

Para cumplir este objetivo se hizo con la metodología donde principalmente se hizo un diagnóstico de la situación actual de los residuos dentro de la institución y con esta información se realizó el modelo de aprovechamiento que tuvo como un resultado positivo, viendo la diferencia entre el antes y después con una disminución 60% en la cantidad de residuos producidos por la institución.

En esto documento se encuentra distribuidas cada una de las fases de la siguiente manera, primeramente, se inicia con los preliminares que dan a conocer la investigación, como la introducción, justificación, objetivos, seguidamente, encontramos el marco referencial donde se hace referencia al contexto interno y externo de la investigación y finalmente encontramos los resultados, análisis y conclusiones de la metodología realizada

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel nacional, la contaminación por residuos plásticos ha ido aumentando por el rápido crecimiento en la producción y uso del plástico combinado con los modelos económicos lineales que no tienen en cuenta la gestión de residuos, ya que no se tiene la capacidad suficiente para eliminar o reciclar residuos plásticos de forma segura, lo cual resulta en la contaminación del medio ambiente. (Salcedo, 2021)

Esta problemática está presente en los hogares, empleos y escuelas debido al alto consumo de productos con envolturas ya sean bolsas o botellas. (Rivera & Sierra, 2021) Se puede evidenciar que en el colegio Milcíades Cantillo tienen poca conciencia ambiental al momento de comer y desechar los envoltorios de plástico en el piso, estos plásticos se acumulan y se desechan sin ningún tipo de aprovechamiento, también se puede ver que en muchas ocasiones, estos desechos permanecen en las zonas verdes volviéndose una fuente de acumulación de vectores, por parte de los docentes, manifiestan que quienes se les dificulta encontrar soluciones idóneas y eficaces para superar el problema.

Así mismo, se puede decir que el sector textil ha sido una de las industrias más largas y complejas de los sectores productivos existentes, ya que las fibras sintéticas se han convertido en las de mayor uso para la fabricación de ropa en todo el mundo provocando que las grandes industrias generen contaminación por la emisión de CO₂ a la atmósfera y el consumo excesivo de productos no renovables como el petróleo.

Teniendo en cuenta que se evidencian 2 tipos de problemáticas, el objetivo principal de esta investigación se basa en plantear un modelo de economía circular para la reutilización y transformación de los plásticos PET en forma de botellas generadas en la institución educativa Milcíades Cantillo de la ciudad de Valledupar para ser utilizados en la industria textil con el fin de disminuir la contaminación y poder darle un segundo uso a este tipo de materiales.

Formulación del problema: ¿Cuáles son las estrategias de gestión que se plantean para reducir la contaminación y lograr el uso a los plásticos PET que se producen en la institución educativa Milciades cantillo como material textil?

2. JUSTIFICACIÓN

En Colombia la producción de plástico se ha convertido en la fuente más importante y de rápido crecimiento de emisiones industriales de gases de efecto invernadero, y la mayoría de sus impactos directos sobre el clima ocurren después del final de la vida útil del plástico (Salcedo, 2021) por esta razón es importante que se generen planes enfocados al reciclaje y la reutilización de residuos plásticos con el fin de fomentar en la población estudiantil un sentido de pertenencia hacia el medio ambiente.

En Valledupar, ha surgido una gran preocupación con relación al tema de los residuos sólidos, por esta razón la necesidad de llevar a cabo esta investigación en la institución educativa Milciades Cantillo se vuelve importante ya que, es uno de los escenarios idóneos donde el ser humano puede fortalecer su capacidad de convivir y respetar al medio ambiente debido a que nadie duda que una sana convivencia con el medio y el respeto a ciertas normas son absolutamente necesarias para conseguir una enseñanza de calidad.

La principal solución que se presenta en este proyecto es hacer una transformación de los plásticos de modo que se vuelvan fibras delgadas que se puedan utilizar en la industria textil para la elaboración de ropa o de alfombras y así poder darle un segundo uso a este tipo de plásticos que son grandes contaminantes para el medio ambiente

Ahora bien, el gobierno nacional por medio de sus políticas ambientales ha creado nuevos métodos de enfoque para que haya una disminución en la contaminación y por ende, una mejora en la calidad de vida de los colombianos.

Por esta razón la Universidad Popular del Cesar por medio del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, a través de esta investigación busca hacer un aporte al avance de la economía circular, siendo un beneficio para toda la comunidad y aportando de manera significativa a los procesos internos de la universidad y al crecimiento de los profesionales.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Implementar un modelo de economía circular para el aprovechamiento del plástico tipo PET en el colegio Milcíades Cantillo Costa

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar como se encuentra las condiciones actuales en la gestión de los residuos sólidos tipo plástico en el colegio Milcíades cantillo.
- Plantear alternativas de aprovechamiento y transformación de plástico tipo PET.
- Ejecutar el modelo de aprovechamiento acorde a la viabilidad técnica, económica y ambiental en la reutilización de plásticos tipo PET



4. MARCO REFERENCIAL

A continuación, se presentarán los referentes de autores e investigaciones relevantes que anteceden este proyecto o investigación; los sustentos teóricos más relevantes; conceptos, definiciones, palabras claves y términos de mayor frecuencia y uso en el trabajo; la contextualización y delimitación espacial y geográfica de ubicación de este proyecto o investigación, los sustentos legales que se asocian con el área temática de desarrollo de este trabajo y finalmente un referente de la institución en la cual se llevara a cabo el trabajo.

4.1. Antecedentes de la investigación

(Andrade, 2023) En su investigación titulada obtención de fibra de poliéster a escala piloto usando residuos PET generados en la universidad popular del cesar, sede Valledupar para optar al título de ingeniero ambiental y sanitario, planteo obtener Fibra De Poliéster usando Residuos PET generados en la Universidad Popular Del Cesar, Sede Valledupar a escala piloto, lo que permitirá reducir los impactos negativos y problemas ambientales ocasionados por la inadecuada disposición de este tipo de residuos a las fuentes hídricas y vías de acceso del municipio, así como también mitigar las afectaciones al ambiente que causan una de las industrias más contaminantes que es la textil. Dándole sentido a la necesidad de buscar alternativas de reutilización para algunos materiales de larga vida útil, proveniente el imperativo ético de preservar nuestro planeta, ya desgastado y afectado por la contaminación. Reciclar PET es darle una gran oportunidad a la economía circular, ya que al reintegrar este polímero en un nuevo ciclo productivo como materia prima no solo se estaría eliminando o minimizando el daño ambiental causado por estos residuos contaminantes, sino que también se estaría presentando oportunidad de generar ingresos o beneficios económicos.

(Baquero & Valero, 2021) Desarrollaron la investigación titulada plan de negocio para la creación de una empresa de ropa cuya fibra textil sea a base de plástico reciclable para optar al título de economista de la universidad católica de Colombia Referente a la problemática que se está viviendo sobre el desperdicio de plásticos, y su ineficiente sistema de reciclaje en la ciudad de Bogotá, se ve una oportunidad de negocio, donde se puede contribuir al planeta y a

la economía del país, creando un modelo de negocio a partir de diseñar una empresa de ropa con fibra textil derivada del plástico PET; por ello, se creó la siguiente pregunta problema: ¿Es factible crear un plan de negocios, de una empresa de ropa con fibras textiles a base de materiales de plástico reciclado ?. Por lo tanto, se dio respuesta mediante un análisis dentro y fuera de la empresa, donde se analizó la oferta y demanda del proyecto planteado, calculando la viabilidad de la empresa en temas financieros. Siendo este proyecto posible mediante el análisis de mercado, la creación de un cuadro Canvas, encuestas realizadas al público sobre sus gustos y necesidades. El siguiente proyecto, recolecta toda la información encontrada, dónde estará su proceso de producción; prendas a diseñar; materia prima; costos e ingresos; y margen de utilidad.

(Otalora & Bejarano, 2022) Desarrollaron la investigación titulada Propuesta de Construcción y Puesta en Marcha de un Sistema de Fabricación y Reciclaje de Envases PET para la Fabricación de Telas Sintéticas para optar al título de especialista en gerencia de proyectos, proponen los aspectos más importantes a tener en cuenta para realizar una adecuada formulación, análisis, implementación e inicio de un proyecto por medio del PMBOK en su sexta edición, en donde se contempla la problemática de la contaminación por plástico en los diferentes biomas y ecosistemas de la Tierra, sus antecedentes, la fuente principal del problema, la necesidad de solución requerida para la problemática, la descripción de la organización, así como la evaluación y propuesta final de solución que se propone, caso de negocio, marco teórico y marco metodológico. Para la definición preliminar del proyecto se planteará la evaluación de las necesidades, así como diferentes alternativas y criterios de solución y así formular el caso de negocio, con el fin de dar a conocer todas las alternativas planteadas y así establecer un punto de inicio para gestionar el plan de beneficios que radica según la problemática seleccionada la cual, trata de reducir la inadecuada disposición de los desechos PET en Colombia. Una vez se haya establecido la necesidad de plantear la creación de la empresa ECOFABRIT para solucionar la problemática mediante la generación de productos textiles a partir del tratamiento del plástico PET y su conversión en hilos, se establecerán los planes de gestión de las diferentes líneas base, dentro de los cuales se pretende establecer parámetros de dirección que permitan a la organización generar un impacto considerable en la

mitigación de la contaminación a causa del plástico así como en el mercado textil a través de la oferta de productos textiles competitivos

(Salcedo, 2021) Desarrolló la investigación titulada modelo de gestión de plástico tipo PET en la ciudad de Bogotá para su reutilización y transformación a fibras o materiales de uso textil para optar al título de magister en gestión ambiental de la universidad pontificia javeriana, Para el desarrollo del proyecto, se plantearon tres fases cada una con actividades y métodos de análisis. Fase conceptual o de preparatoria: en esta fase se desarrollará la revisión documental de información secundaria, esto con el fin de identificar los stakeholders por medio del análisis de información, en esta fase se espera establecer que actores serán los más importantes para poder desarrollar el proyecto. Fase de campo: Esta fase busca obtener información pertinente para el desarrollo del plan de gestión, por medio de entrevistas semiestructuradas y encuestas a los actores identificados en la fase anterior. Fase de formulación: Finalmente, esta fase busca realizar el modelo de gestión de plástico tipo PET para la reutilización y transformación a fibra o materiales textiles, por medio del análisis que se realice en cada una de las fases anteriores y así poder aplicar la metodología de análisis costo beneficio. Como conclusión, se pudo evidenciar que en Bogotá el proceso de transformación de botellas PET a fibras textiles es muy sesgado, situación que se evidencio con la búsqueda de información secundaria, así como las bases de datos suministradas por Acoplásticos, Con esta información se encontró que Bogotá solo cuenta con una planta transformadora de botellas PET a fibras textil más conocida como APROPET.

4.2. Marco Teórico

Contaminación por plásticos: La contaminación por plástico puede alterar los hábitats y los procesos naturales, reduciendo la capacidad de los ecosistemas para adaptarse al cambio climático, afectando directamente a los medios de vida de millones de personas, a su capacidad de producción de alimentos y a su bienestar social. (Andersen, 2023)

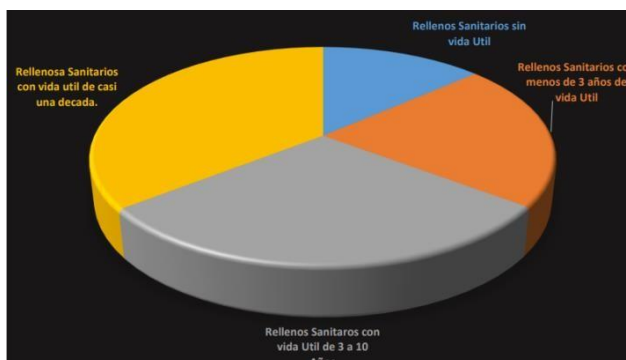
No saldremos de la crisis de la contaminación por plásticos recurriendo únicamente al reciclaje: necesitamos una transformación sistémica para lograr la transición a una economía circular (Andersen, 2023)

Según cifras de la ONU la contaminación por plásticos es un problema mundial, ya que aproximadamente 7.000 millones de los 9.200 millones de toneladas de plástico producidas entre 1950 y 2017 se convirtieron en residuos plásticos, que acabaron en los vertederos o fueron arrojados. (Andersen, 2023) Anualmente, 11 millones de toneladas de residuos plásticos entran a los océanos, lo que equivale arrojar al mar un camión lleno de plástico por minuto. Y ¿cómo llegan allí? Por la mala gestión que hacemos de los desechos de este material, pues muchos se queman abiertamente, se vierten directamente o se filtran a la naturaleza. Esto amenaza la capacidad de los océanos para actuar como sumideros de carbono, contribuyendo aún más a la crisis climática. (WWF, 2022)

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

En el país del 100% de los rellenos sanitarios que existen el 13,5% ya se les acabo su vida útil, a un 21.8% le queda menos de tres años de vida útil, un 29.1% le queda una vida Útil entre tres y diez años y un 35,6% tienen una vida útil casi para una década. (MinAmbiente, Generación de residuos solidos, 2023)

Figura 1
Panorama de los Rellenos sanitarios en Colombia



Nota: Grafico representativo de estado de los rellenos sanitarios en Colombia. Fuente: tomado de Min Ambiente, 2024

Según el DNP estima que en los próximos 10 años la generación de Residuos sólidos crezca en el país en un 20%. En la actualidad el DNP tiene datos que en el país se generan 11,6 millones de toneladas de Residuos sólidos al año y de esta cantidad de residuos que se generan al año solo se recicla el 17%. (MinAmbiente, Generación de residuos solidos, 2023)

Reutilización y transformación de residuos sólidos: En la actualidad la reutilización es y debe entenderse como una estrategia de aprendizaje utilizada por el hombre en la reducción del volumen de desperdicios y residuos sólidos; este proceso consiste en un conjunto de acciones que realiza el hombre sobre diferentes materiales para transformarlos y volverlos a recuperar. (Garrido, 2016)

De ahí que el reutilizar materiales (residuos sólidos) se ha convertido en una de las más efectivas estrategias para trabajar el tema de la conservación y preservación del ambiente, sobre todo entendiendo que éste ha sido altamente vulnerado por la mano del hombre, que sin entender la importancia que el mismo reviste para mantener la vida sobre el planeta, lo ataca y lo destruye sin piedad, pensando casi siempre en lo beneficios económico y de confort que le puede generar su explotación y dejando totalmente de lado su importancia para mantener la vida en el planeta. (Garrido, 2016)

La reutilización de materiales resulta de gran importancia, pues a través de este accionar los materiales de desperdicios son recolectados y transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos. Entendiendo entonces que la reutilización de materiales es un proceso simple que ayuda a resolver muchos de los problemas creados por la forma de vida moderna que llevamos. La reutilización de materiales como técnica para la reducción de desechos, representa una de las estrategias de desarrollo más importante que ha surgido del movimiento ambiental en los últimos años. (Garrido, 2016)

Plásticos PET: El PET es uno de los materiales más usados y reciclados del mundo. Su resistencia al impacto y a las temperaturas, así como su barrera contra la humedad son los factores por los que se ha convertido en el preferido para el embalaje de productos. (Maldonado, 2023)

Con una huella de carbono menor que las alternativas, el PET es un material que cuenta con unas características que lo convierten en uno de los plásticos más usados. Entre las propiedades más comunes están:

1. **Transparencia:** esto lo convierte en un material popular para envases de alimentos y bebidas, como botellas de agua. Esta característica permite a los consumidores ver el contenido del envase.
2. **Resistencia mecánica:** es decir, que puede soportar el manejo y el transporte sin deformarse o romperse fácilmente. Esta propiedad lo hace adecuado para aplicaciones donde se requiere resistencia a impactos o golpes.
3. **Resistencia térmica:** este material puede soportar temperaturas moderadas sin sufrir deformaciones significativas. Esta propiedad es importante en aplicaciones donde el PET entra en contacto con alimentos calientes o se expone a altas temperaturas durante su procesamiento.
4. **Resistencia química:** por esta razón, el PET es adecuado para su uso en productos de limpieza y otros productos químicos. Esta propiedad evita que el PET se degrade o se dañe cuando entra en contacto con ciertas sustancias.
5. **Estabilidad dimensional:** el PET mantiene su forma y tamaño en diversas condiciones ambientales. Esto es importante en aplicaciones donde se requiere una alta precisión dimensional, como componentes industriales o piezas de maquinaria.
6. **Barrera a la humedad:** esta característica ayuda a proteger los productos envasados de la entrada de humedad. Esto es especialmente importante en aplicaciones donde se almacenan productos sensibles a la humedad.
7. **Reciclabilidad:** los productos de PET pueden ser recogidos, procesados y reciclados para su reutilización en la fabricación de nuevos productos, lo que ayuda a reducir la acumulación de residuos plásticos.

Economía circular: La economía circular es considerada la mejor opción para poder transformar nuestro actual modelo de economía lineal fundamentado en: extraer, consumir y desechar y pasar a un modelo económico basado en la naturaleza del ciclo de vida, permitiendo un ahorro en materias primas, un manejo productivo de los residuos, entre otros.

Beneficios de la economía circular:

1. Evidencia tu compromiso con la circularidad.

Cuando promueves una visión de todo el ciclo de vida no solo contribuyes a los Objetivos de Desarrollo Sostenible sino también a la creación de empleos, lograrás procesos más eficientes y eficaces caracterizados por minimizar la contaminación y promover la conservación de los ecosistemas, contando con la innovación tecnológica. (Fenalco, 2023)

2. Fortalece la credibilidad y mejora la reputación de tu marca

Los consumidores del futuro están exigiendo más compromiso por parte de las organizaciones, es por esto que todos los esfuerzos en materia de sostenibilidad y de visión de ciclo de vida, mejoran significativamente la reputación y la credibilidad de las organizaciones, posicionándose en el mercado como empresas que se enfocan en el “ganar-ganar”

3. Genera una imagen basada en la sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida

Cuando las organizaciones proyectan una imagen basada en la naturaleza, los consumidores la valoran más, según estudios en tendencias de compra, las nuevas generaciones se preocupan más por temas como el medio ambiente, la disposición de los residuos, los productos y servicios eco-sostenibles

4. Personaliza tu experiencia y disfruta tu viaje

El nuevo modelo económico circular les permite a las organizaciones liderar procesos únicos y diseñados a la medida de la necesidad de cada organización, dándole una ventaja competitiva y la posibilidad de mejorar la experiencia de usuario basada en el ciclo de vida.

Figura 2

Contexto organizacional de la economía circular



Nota: Grafico representativo del ciclo de vida de la economía circular. Fuente Tomado de Fundación Fenalco, 2024

4.3.Marco Conceptual

Fibra Textil: En el ámbito de la industria textil, se denomina fibra o fibra textil al conjunto de filamentos o hebras susceptibles de ser usados para formar hilos, bien sea mediante hilado, o mediante otros procesos físicos o químicos. Así, la fibra es la estructura básica de los materiales textiles.

Botellas plásticas: La botella de plástico es un envase muy utilizado en la comercialización de líquidos en productos como lácteos, bebidas o limpia hogares. Sus ventajas respecto al vidrio son básicamente su menor precio y su gran versatilidad de formas.

Reducir: Si *reducimos* el problema, disminuimos más el impacto en el medio ambiente. Los problemas de concienciación habría que solucionarlos empezando por esta erre. La reducción puede realizarse en dos niveles: reducción del consumo de bienes o de energía. Actualmente la producción de energía produce numerosos desechos

Reciclar: El reciclaje es un proceso cuyo objetivo es convertir residuos en nuevos productos o en materia prima para su posterior utilización.

Reutilizar: Esta se basa en *reutilizar* un objeto para darle una segunda vida útil. Todos los materiales o bienes pueden tener más de una vida útil, bien sea reparándolos para un mismo uso o con imaginación para un uso diferente.

ONU: Organización de naciones unidas

Ciclo de vida útil: El ciclo de vida de un producto es un proceso cronológico que transcurre desde su lanzamiento en el mercado hasta su desaparición. Durante este proceso se suceden diferentes etapas, que vienen principalmente condicionadas por dos variables: ventas y beneficios

PGIRS: Es el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Regional, esta herramienta de planeación ayuda con la separación de los residuos, la limpieza del espacio público, la recolección selectiva y la inclusión de los recicladores.

4.4. Marco Contextual

Información tomada del Plan de Desarrollo Municipal 2020-2023 “Valledupar en Orden”

Caracterización y descripción geográfica: Valledupar, también llamada Ciudad de los Santos Reyes del Valle de Upar, es un municipio colombiano, capital del departamento del Cesar. Es la cabecera del municipio homónimo, el cual tiene una extensión de 149 km², 559.462 habitantes y junto a su área metropolitana reúne 691.266 habitantes;¹ está conformado por 25 corregimientos y 102 veredas.

Aspectos de Contextualización Locativa:

Economía: Actualmente, Valledupar empieza a diversificar su economía abriendo nuevas perspectivas distintas a la tradicional vocación agropecuaria de gran validez histórica

Es importante el sector lácteo -uno de los más desarrollados de la región- con una producción mayor al millón de litros de leche producidos diarios, de la cual se destacan las multinacionales Nestle y Fonterra. La economía municipal gira alrededor del sector ganadero. La ganadería es de tipo extensivo. La ganadería del Cesar es resultado del cruce de tipos criollos con el cebú. La región es productora de carne y de leche. Otros productos agrícolas importantes son el algodón y el arroz.

El cultivo de variedades especiales de café en la Sierra Nevada y de la Serranía del Perijá, han tomado un auge importante, principalmente en la producción de las comunidades indígenas y con el apoyo de entidades y organizaciones no gubernamentales.

Flora y Fauna: Las especies más representativas de la región, que corresponde a bosque seco tropical, están representadas por los géneros Cassia, Tabebuia, Crescentia e Inga entre otras con nombres comunes como acacias, cañaguates, guanábanos, cedros, ceibas y una importante variedad de especies foráneas muy adaptadas ya al medio local como los mangos, eucaliptos y cítricos.

La fauna silvestre en la actualidad se encuentra muy afectada, los felinos y mamíferos como el tigrillo y los venados son actualmente una rareza sobresaliendo casi exclusivamente los reptiles representados por las iguanas, lagartijas y algunas serpientes como boas, falsas corales, y mapaná. En cuanto a las aves sobresalen algunas rapaces como la lechuza y los gavilanes y otras como palomas, tierrelitas, pericos y colibríes.

Clima: Valledupar, dada su latitud, se encuentra en la zona de dominios tropicales, posee un clima tropical de sabana donde las características generales del clima son elevadas temperaturas y escasa oscilación térmica anual con un periodo seco intenso y otro de lluvias torrenciales.

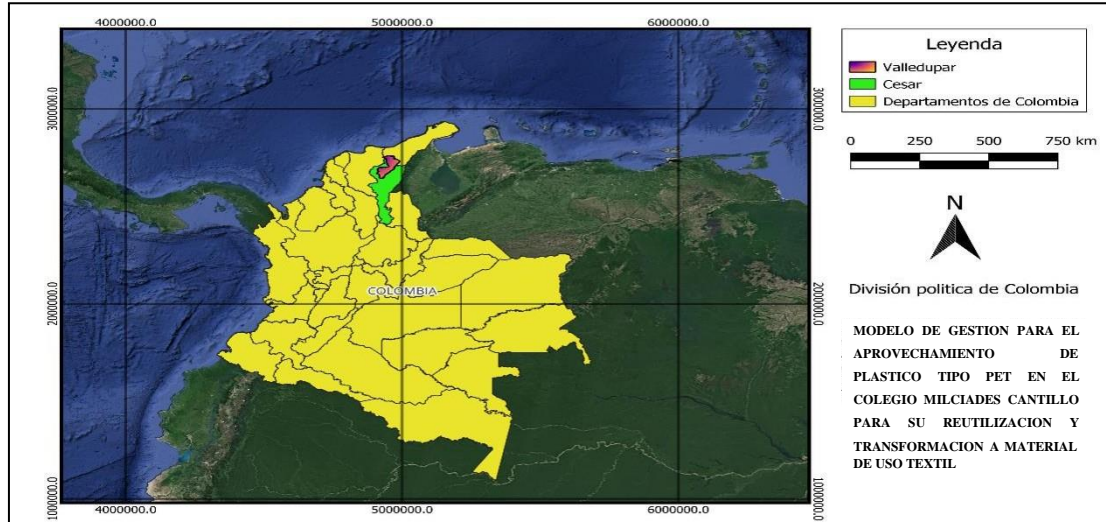
Cultura: Valledupar es reconocida por ser el epicentro del vallenato y celebrar anualmente el Festival de la Leyenda Vallenata. Es, además, uno de los epicentros culturales de la Costa Caribe colombiana. La danza folclórica más importante es la danza del pilón. En la ciudad se celebran anualmente los carnavales. Las peleas de gallos están muy arraigadas en la cultura de la gente.

Representación Geográfica y Espacial

Cesar es uno de los treinta y dos departamentos que conforman la República de Colombia. Su capital es Valledupar. Está ubicado al noreste del país, en las regiones Andina y Caribe. El 21 de junio de 1967 el presidente Carlos Lleras Restrepo sancionó la ley por medio de la cual se creó el departamento de Cesar. (Cesar, 2024)

Figura 3

Ubicación geográfica del departamento del Cesar

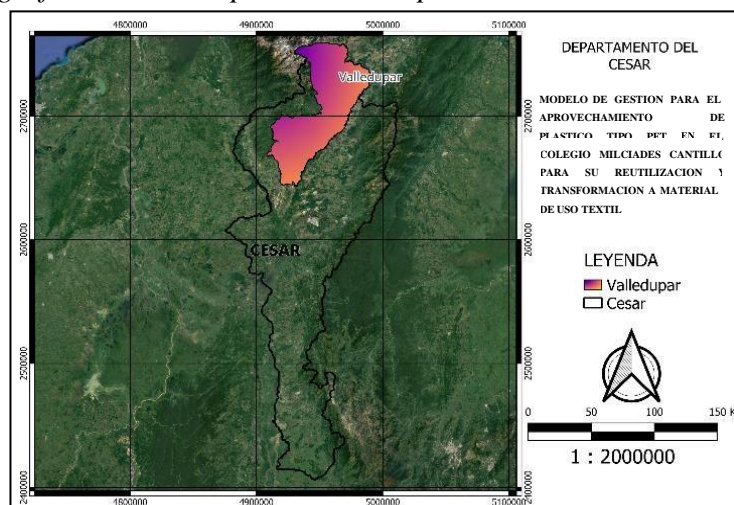


Nota. Mapa elaborado por Autor, delimitación geográfica del departamento del Cesar información geográfica obtenida del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, (IGAC, 2024)

Valledupar es la capital del departamento del Cesar, Colombia. Está ubicada al nororiente de la Costa Caribe colombiana, a orillas del río Guatapurí, en el valle del río Cesar formado por la Sierra Nevada de Santa Marta y la serranía del Perijá (Valledupar A. d., 2024)

Figura 4

Ubicación geográfica del municipio de Valledupar

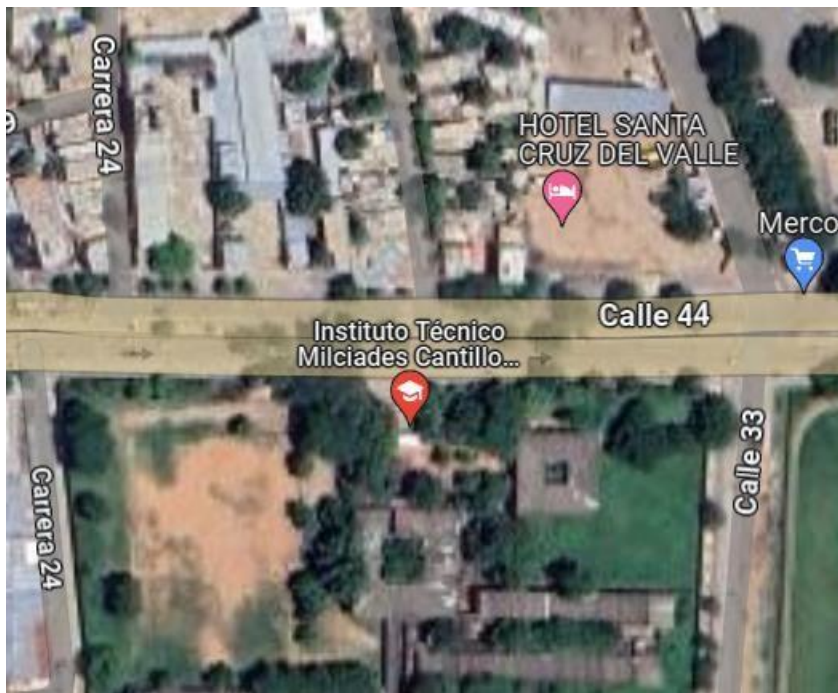


Nota. Mapa elaborado por Autor, delimitación geográfica del departamento del Cesar información geográfica obtenida del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, (IGAC, 2024)

El municipio de Valledupar en la actualidad cuenta con Treinta y Seis (36) Instituciones Educativas, veinticuatro (24) Instituciones Educativas corresponden a la zona urbana, y doce (12) al sector rural, de estas las correspondiente al sector rural, tres (3) están en jurisdicción indígena de los cuales ocho (8) corresponden a territorios indígenas.

Figura 5

Ubicación Geográfica Instituto Técnico Milciades Cantillo Costa



Nota: Ubicación geográfica del colegio Milciades Cantillo Fuente: Google Maps, 2024



4.5. Marco Legal

Tabla 1

Normatividad Aplicable

NORMA	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA	ARTICULO 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación	Contribuye al nivel de importancia que debe tener el medio ambiente dentro de las entidades públicas y privadas con el fin de aportar en el desarrollo sostenible
Ley 142 de 1994	Establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones	establece que es responsabilidad de los municipios asegurar que se preste el servicio público de aseo de modo eficiente y continuo, sin poner en peligro la salud de los ciudadanos
Decreto 1076 de 2015.	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Permite copilar la normatividad expedida por el Gobierno Nacional en ejercicio de las facultades reglamentarias conferidas por el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política, para la cumplida ejecución de las leyes del sector Ambiente.


<p>Decreto 596 de 2016</p>	<p>define el esquema operativo de la actividad de aprovechamiento y la transitoriedad para el cumplimiento de las obligaciones que deben atender los recicladores de oficios y las organizaciones de recicladores de oficio</p>	<p>Promueve la actividad de aprovechamiento en el servicio público de aseo</p>
<p>Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible, 2010</p>	<p>orienta a cambiar los patrones insostenibles de producción y consumo, ayudando a reducir la contaminación, conservar los recursos, favorecer la integridad ambiental</p>	<p>promover y enlazar el mejoramiento ambiental y la transformación productiva a la competitividad empresarial, con el fin de mantener la competitividad empresarial y una buena calidad de vida</p>
<p>Resolución 1407 de 2018</p>	<p>se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio, metal y setoman otras determinaciones</p>	<p>establece a los productores la obligación de formular, implementar y mantener actualizado un Plan de Gestión Ambiental de Residuos de Envases y Empaques en el cual se fomente el aprovechamiento</p>

Nota: En la tabla encontramos la normatividad aplicable a los residuos sólidos en esta práctica.

Fuente: (UPME, 2016)

4.6. Marco Institucional

Tabla 2
Generalidades de la institución

Representante Legal	Javier de Jesús Ramírez Molina
Razón Social	Institución educativa
NIT	824001438-6
Nombre comercial	Institución Educativa Milcíades Cantillo Costa
Localización	Calle 44 # 23-51
Nivel de Riesgo	1
Número de Empleados	15
Logotipo	

Nota: Tabla de generalidades de generalidades de la empresa Fuente: Portafolio de servicios educativos Colegio Milcíades Cantillo

Misión: La institución educativa brinda a sus estudiantes una formación integral basada en su identidad monte mariana, en la inclusión, en el desarrollo de habilidades, valores éticos sociales y competencias básicas hacia el trabajo productivo, a través de una formación académica y técnica que les permita proyectarse como líderes en el mejoramiento de su calidad de vida familiar y comunitaria, con responsabilidad social.

Visión: para el año 2017 seremos una institución educativa reconocida regionalmente por su capacidad de liderazgo, de formación humana, académica, especializados en lo agro-pesquero forjadora de ciudadanos con el perfil establecido en el PEI contribuyendo al desarrollo de nuestra comunidad monte mariana (robles, municipio el guamo, bolívar) y de nuestro país Colombia, proyectados a los procesos comunitarios con responsabilidad social,

dando cumplimiento a nuestra misión a través de una propuesta pedagógica de formación integral.

Política y Objetivos: La política principal de educación es la formación integral del estudiante Miliciadista, se fundamenta en una educación centrada en la concepción de que el estudiante es una persona que debe recibir una formación acorde con la realidad cultural y científica de la época dentro de un marco de respeto al hombre y a su medio, con un espíritu cristiano de amor que se traduce en servicio, cooperación y armonía para lograr también una formación laboral y empresarial que permitan mejorar su calidad de vida.

Principios y Valores:

EL RESPETO: Es la base de toda convivencia en sociedad. Es una forma de reconocimiento, de aprecio y de valoración de los demás, ya sea por su conocimiento, experiencia o valor como persona.

LA RESPONSABILIDAD: Ser responsable es asumir las consecuencias de nuestras acciones y decisiones, ser responsable es tratar de que todos nuestros actos sean realizados de acuerdo con una noción de justicia y de cumplimiento del deber en todo sentido. La responsabilidad es un gesto de madurez.

LA HONESTIDAD: Es una forma de vivir congruentemente entre lo que se piensa y la conducta que se observa hacia el prójimo, que junto a la justicia, exige dar a cada quien lo que es debido.

LA SOLIDARIDAD: Es una actitud que debemos asumir para sentirnos unidos a nuestros semejantes y la cooperación con ellos.

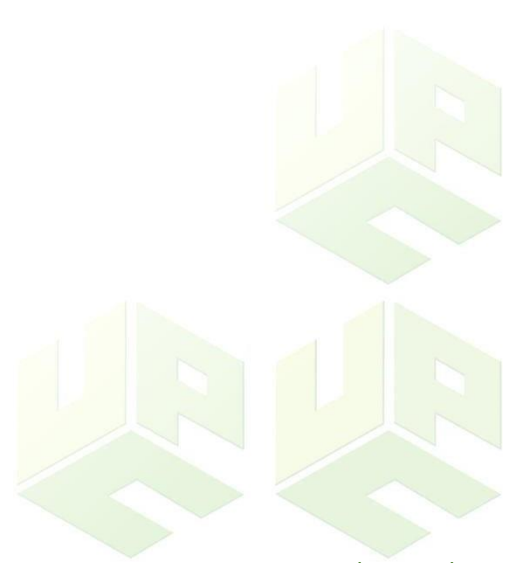
Estructura Organizacional

Figura 6
Organigrama Colegio



Fuente: Portafolio de servicios Colegio Milcíades Cantillo. 2024

Portafolio de productos o servicios: Consta con niveles de preescolar, Media, Básica secundaria, Básica primaria



5. MARCO METODOLÓGICO

5.1. Línea, Sub-línea Y Área Temática De Investigación.

Línea de investigación: Sostenibilidad y gestión ambiental

Sub línea de investigación: Gestión integral de residuos sólidos y líquidos

Áreas temáticas aplicables: Transformación y aprovechamiento de los residuos sólidos (Economía circular), Procesos de reciclaje, re-uso, reutilización, reincorporación y reducción de los residuos

5.2. Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es de carácter cuantitativo, ya que permite obtener información de manera clara y precisa por medio de encuestas, cuestionarios y otros métodos, y con esta información poder lograr un correcto análisis e interpretación de los resultados obtenidos. (Torres, y otros, 2022)

5.3. Alcance de la investigación

El Alcance la investigación se basó en un diseño experimental donde su finalidad fue conocer la relación que existe entre la comunidad educativa y la gestión de los residuos sólidos, y plantear mecanismos para aprovechar el plástico de tipo PET. (Torres, y otros, 2022)

5.4. Población de estudio

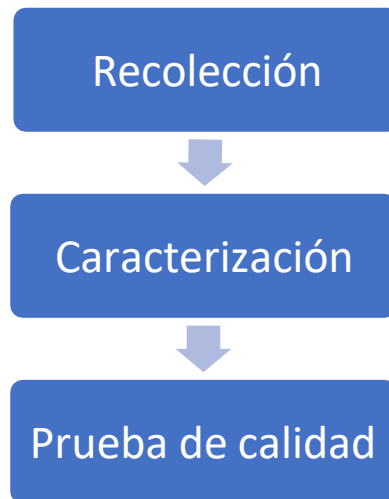
La población de estudio a investigar son los estudiantes del colegio Milcíades Cantillo Costa, la sede principal en la secundaria tiene un total de 1233 estudiantes hasta el 2024.

5.5. Muestra Poblacional

La muestra poblacional aplicable a esta investigación el número de estudiantes de los grados sexto y octavo

5.6. Diseño experimental

El diseño experimental se basa en el siguiente esquema



Fuente: Autores 2023. Nota: Resumen del diseño experimental propio basado en la metodología de (Andrade, 2023)

5.7. Desarrollo Metodológico

Tomando como referencia la metodología usada por (Rivera & Sierra, 2021)

Etapa 1: IDENTIFICAR COMO SE ENCUENTRA LAS CONDICIONES ACTUALES EN LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS TIPO PLÁSTICO EN EL COLEGIO MILCIADES CANTILLO.

Actividad 1.1. Revisión de información

Descripción: Se realizó una revisión de documentos que tenga el colegio y proyectos o investigaciones que tengan similitud con lo que se quiere realizar en el modelo de gestión

Actividad 1.2 Visita de reconocimiento a la planta física del colegio

Descripción: Se realizaron visitas de reconocimiento a la institución para revisar las condiciones actuales de los residuos sólidos, teniendo en cuenta las normas con relación a la disposición final (puntos ecológicos, colores de canecas, separación de los residuos)

Actividad 1.3. Caracterizar el plástico tipo PET

Descripción: Durante una semana se recopilaron la mayor cantidad de residuos PET provenientes del Colegio Milcíades Cantillo. Es decir, se realizaron recorridos en todo el plantel. Así mismo, se realizó la caracterización de residuos PET, este se hizo por medio del color y el estado del residuo.

Actividad 1.4 Elaboración de la fibra a partir de las botellas de plástico

Descripción: Metodología basada en (Andrade, 2023) Para la obtención de la fibra de plástico se hicieron 2 pruebas para cada una se seleccionarán 20 botellas y se clasificarán, estas fueron transparentes, las que no, fueron desechadas, seguidamente se realizó el retiro de las tapasy etiquetas de las botellas PET que aun las contengan se lavaron adecuadamente aproximadamente por 5 minutos las 20 botellas seleccionadas y se realizó la molienda de las botellas a manera de obtener un residuo de PET.

Paso 2. El residuo PET obtenido, fue sometido a lavado en una solución de agua destilada y luego depositado en recipientes que como base tenían una malla metálica antioxidante de no más de 1/8 de pulgada de diámetro, que permitiera un flujo del agua con los residuos aún presentes.

Paso 3. Los fragmentos de PET, ya inspeccionados y limpios, antes de entrar al proceso de fundido para el hilado, fueron secados bajo un constante control de temperatura.

Paso 4. Para el fundido se puso el residuo la mufla a temperatura de derretimiento aproximadamente entre 240 °C y 300 °C, obteniendo una masa conocida como “pasta hilable”, la cual se filtró en una malla antes de ser extraída. Una vez filtrada la solución, se obtuvieron los filamentos por extrusión, los cuales se enfriaron y endurecieron al hacer contacto con el aire.

Paso 5: Los poliésteres fueron estirados en caliente para que la alineación molecular sea efectiva. Para esto se usaron palillos de madera

Paso 6. Finalmente se realizó el tejido manual con el fin de transformar el hilo en tela poliéster, para esto se extenderán los hilos una vez estirados y se procederá a cruzar unos con otros generando un tejido tipo “trenza”.

Actividad 1.5 Prueba de calidad de la fibra obtenida con el plástico PET

Descripción: La resistencia a la abrasión es una prueba que se realiza a través de la maquina Martindale con el fin de determinar la durabilidad de la tela, esta máquina dispone de unos platos sobre los cuales se colocan varias muestras de la misma tela, sobre la tela actúan discos con distintos grados de abrasión, que realizan movimientos oscilo rotatorios, las muestras son analizadas continuamente para determinar cuándo se genera el desgaste o la rotura de la fibra y así saber el número de ciclos resistentes.

Para esta prueba se hará el montaje de un disco oscilo rotatorios creado a partir de baterías electrónicas, sobre la tela obtenida y se anotará el tiempo en el que se empiece a presentar un cambio o una forma de desgaste en la tela sometida al ensayo y el número de ciclos realizados por el disco.

***Etapa 2:* PLANTEAR ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN DE PLÁSTICO TIPO PET A MATERIAL DE USO TEXTIL.**

Actividad 2.1. Elaborar métodos de recolección de residuos sólidos dentro de la institución

Descripción: Se creó un modelo de gestión de residuos sólidos para la separación adecuada y poder acceder de forma precisa a las botellas plásticas (sitios específicos de recolección)

Actividad 2.2. Socialización del proceso utilizado en el modelo de economía circular con los directivos y estudiantes

Descripción: Por medio de medios audiovisuales, se les mostró a los directivos, docentes y estudiantes el ciclo de vida que puede llegar a tener una botella de plástico PET si la reutilizamos y mostrar el proceso realizado con las botellas obtenidas.

Actividad 2.3 Diseñar rutas de reciclaje para los residuos aprovechables

Descripción: Creación de un sistema de reciclaje para la reutilización del material aprovechable dentro de la institución

Etapa 3: EJECUTAR EL MODELO DE APROVECHAMIENTO ACORDE A LA VIABILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL EN LA REUTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS TIPO PET

Actividad 3.1 Desarrollo del modelo de economía circular

Descripción: Se realizó una prueba piloto dentro de la institución donde se aplicó el modelo diseñado.

Actividad 3.2 Revisión de viabilidad técnica, económica y ambiental

Descripción: Por medio de una matriz DOFA se evidencio la viabilidad del modelo de gestión teniendo en cuenta la técnica aplicada, el costo y lo ambiental.



6. ANALISIS Y RESULTADOS

Etapa 1: Identificación de las condiciones actuales en la gestión de los residuos sólidos tipo plástico en el Colegio Milciades Cantillo.

Para que haya una buena gestión de residuos sólidos dentro de una ciudad es importante incluir a las instituciones educativas a través de programas ambientales que funcionen como agente para operaciones a menor escala en la separación y recolección de los residuos generados día a día. En esta etapa se realizó la visita de reconocimiento, la recolección de las botellas de plástico PET y la elaboración de las fibras, cabe resaltar que las pruebas realizadas a dichas fibras no pudieron hacerse con las maquinas mencionadas ya que no se encontró un lugar para realizarla con pocas cantidades.

Actividad 1.1. Revisión de información

Durante la realización de esta investigación se tomaron como base documentos de la institución educativa con el fin de tener un contexto interno sobre lo que ocurre en los procesos educativos y como esto puede influir en la aplicación del modelo de gestión que se plantea.

Se tomaron los documentos del Proyecto educativo institucional (PEI) y el Sistema institucional de evaluación de estudiantes (SIEE) como referencias para la evolución de este modelo con el fin de articularlos al modelo de gestión diseñado para fines académicos de esta investigación.

También se observó, que la institución educativa no cuenta con un plan de gestión para los residuos sólidos, por lo cual no hacen una correcta distribución de los residuos.

Actividad 1.2 Visita de reconocimiento a la planta física del colegio

Para esta actividad se realizaron 4 visitas programadas a la institución educativa con el fin de conocer la situación actual de los residuos sólidos dentro de la planta física.

Tabla 3

Visitas a la institución educativa

Visita 1	9 de julio
Visita 2	23 de julio
Visita 3	13 agosto
Visita 4	20 de agosto

Fuente: Elaborado por los autores, 2024

Se pudo observar que en la parte del patio exterior, la institución educativa no cuenta con suficientes puntos de recolección para la cantidad de estudiantes que estudian allí. Se observaron 2 canecas de residuos sin bolsa en la entrada y en el medio de la cancha, así mismo se observó un punto ecológico pero, desactualizado, es decir, no tenían los colores aprobados por la resolución 2184 de 2019, de la misma manera, se evidencio que los estudiantes durante el recreo arrojan los residuos en el piso de la cancha dejando muchos residuos esparcida en las zonas comunes de la institución.

Igualmente se observó que dentro de los salones de clases los estudiantes arrojan los residuos en el piso, teniendo una caneca de residuos a la mano, se vio gran cantidad de hojas de papel, residuos de lápiz, entre otros. En la zona administrativa (oficina de coordinación, secretaria y rectoría) se vio que se mantiene un orden con los residuos, en embargo, el color de la caneca que usan no es la adecuada para este espacio.



Actividad 1.3. Caracterización el plástico tipo PET

Para hacer la caracterización del plástico, primeramente se hizo la recolección de las botellas plástica de tipo PET, los diferentes estudiantes de los grados entre 6to y 8vo recolectaron en total 120 botellas de plástico PET que fueron las utilizadas para la realización de las fibras.

Figura 7
Botellas recogidas en la institución educativa



Nota: Botellas recolectadas en el colegio Milcíades cantillo por parte de los estudiantes de los grados 6to y 8vo Fuente. Elaborado por los autores, 2024

A pequeña escala, se hizo un cálculo estimado de la PPC de la institución teniendo en cuenta que durante la visita de recolección, se recolectaron 120 botellas y tomando este dato como referencia en un mes se generan aproximadamente 2.500 botellas de plástico PET, con esta información se calcula la producción per-capita estimada de la institución de la siguiente manera

$$\text{PPC: } \frac{\text{Cantidad de residuos producidos en 1 mes (kg)}}{\text{N}^\circ \text{ de días en un mes}} * \text{N}^\circ \text{ de usuarios}$$

$$\text{PPC: } \frac{2.400 \text{ kg}}{30 \text{ dias}} * 1.233 \text{ est}$$

PPC: 98.640 kg/est/día

Este cálculo nos permite tener un estimado de la generación de residuos sólidos dentro del colegio Milciades cantillo, lo cual nos sirve como indicador para determinar si existe una o no contaminación, con este resultado se puede decir que si existe una contaminación por plásticos de tipo PET.

Para la caracterización de las botellas primeramente se lavaron las botellas con abundante agua, se le retiro el adhesivo, el cual no se utilizó para la fabricación de la fibra y fue desechado, de igual manera las tapas de las botellas tampoco se utilizaron, ya que, no había los implementos necesarios para hacer una reutilización de este material, sin embargo, se dejó un recipiente en la institución para depositarlas y más adelante poder realizar manualidades con los estudiantes en la materia de artística para que se aproveche este residuo. Ya con las botellas limpias, se recortaron en pequeños trozos de aproximadamente 1cm x 1cm para poder someterlos al proceso de calentamiento

Figura 8

Recipiente dejado en la institución para la recolección de tapas



Fuente: Elaborado por los autores, 2024

Figura 9

Proceso de lavado y recorte de las botellas



Nota: En las imágenes se observa el proceso de lavado de las botellas de plástico junto a las mismas trituradas en pequeños trozos para someterlas al proceso de calentamiento. Fuente. Elaborado por los autores, 2024

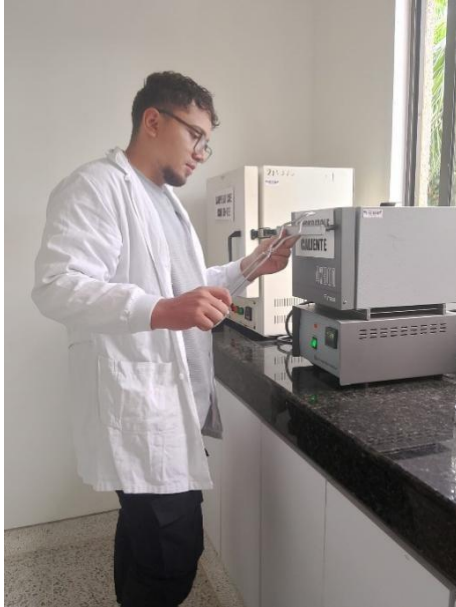
Actividad 1.4 Elaboración de la fibra a partir de las botellas de plástico

Para la realización de esta actividad se tuvo como referencia la investigación realizada por (Andrade, 2023)

Esta actividad se hizo en el laboratorio de ingeniería ambiental y sanitaria de la universidad popular del Cesar. Los trozos de plástico recortados se depositaron en un molde de papel aluminio y se fundieron en una Mufla a aproximadamente 300°C durante 11 minutos hasta obtener una “pasta hilable” de plástico de donde se sacaron las fibras.

Figura 10

Ingreso del plástico a la mufla



Al sacar la “pasta hilable” se estiro con la ayuda de palillos de madera obteniendo hilos delgados de aproximadamente 16 o 18 cm de largo. Se hicieron 10 repeticiones para poder utilizar la totalidad del plástico obtenido de las botellas PET.

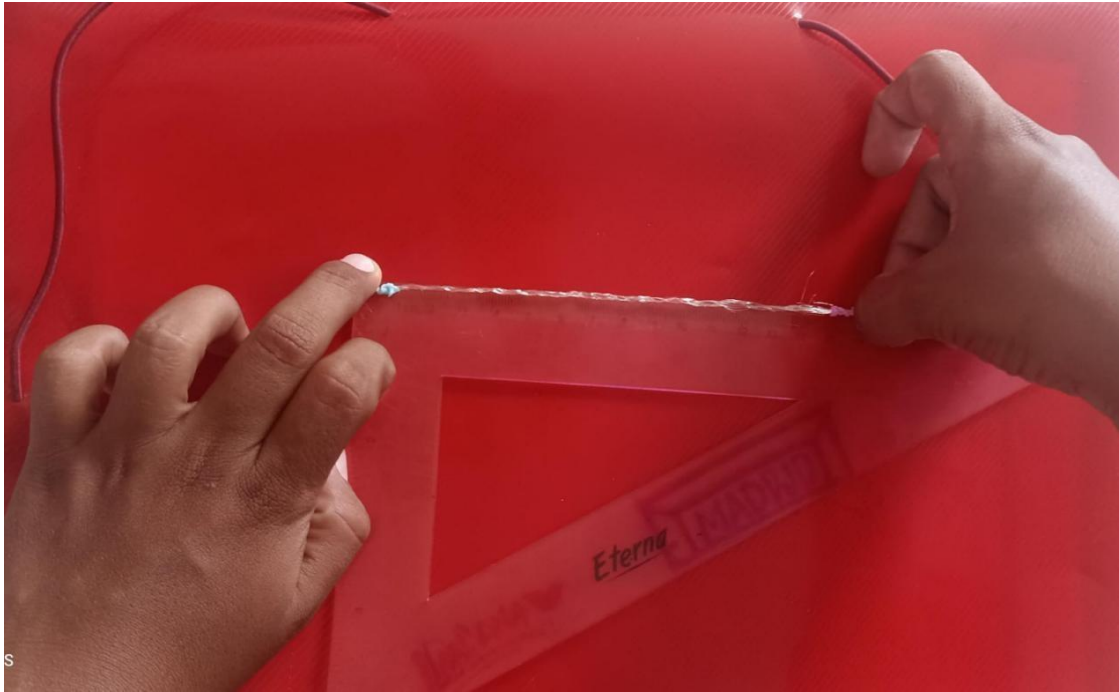
Figura 11

Estiramiento del plástico para formar los hilos



Con los hilos individuales listo, se hizo el proceso de trenzado obteniendo una fibra de mayor grosor la cual se sometió a la prueba de resistencia física.

Figura 12
Hilo trenzado



Cabe resaltar que no toda la “pasta hilable” se pudo usar para sacar los hilos, ya que, al someterla a calentamiento en varias ocasiones, llega un punto donde se oscurece o se quema y no permite que haya un estiramiento del plástico, por esta razón con el sobrante se hicieron llaveros en forma de corazón para no desperdiciar nada de lo utilizado.

Figura 13
Llaveros elaborados con el sobrante del plástico



Fuente: Elaborado por los autores, 2024

Actividad 1.5 Prueba de calidad de la fibra obtenida con el plástico PET

Para que una fibra hecha con plástico PET se pueda considerar acta, debemos someterla a pruebas físicas que nos provean un resultado óptimo donde sea capaz de resistir la elongación, el agua y los cambios de temperatura, ya que, estas fibras serán usadas para fines textiles.

Para estas pruebas, no se pudo conseguir un laboratorio donde se pudieron hacer ya que no había las maquinas ni los implementos necesarios para hacerlas, por este motivo, se hicieron las pruebas de manera manual dentro del laboratorio de ingeniería ambiental y sanitaria de la universidad popular del cesar de la siguiente manera.

Se llenaron bolsas con arena cada una con un peso diferente, se amarraron a la fibra de plástico PET trenzada y se dejó caer el peso, midiendo su resistencia (si se rompe o no). A continuación, se muestran en la tabla los resultados obtenidos en la prueba de calidad.

Figura 14
Prueba de calidad en resistencia

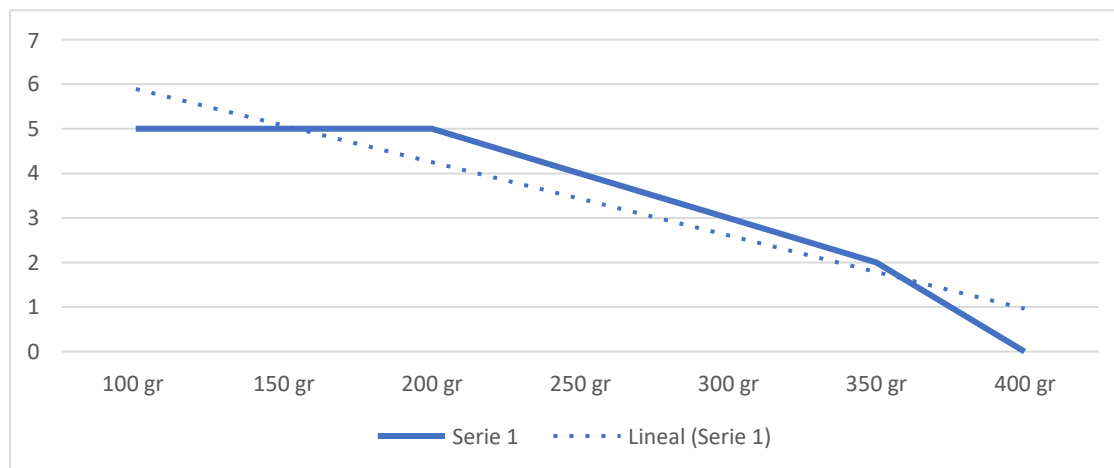


Tabla 4
Resultados prueba de calidad de la fibra PET

100 gr	La fibra resistió al peso
150 gr	La fibra resistió al peso
200 gr	La fibra resistió al peso
250 gr	En este momento la fibra comenzó a ceder al peso, sin embargo, aun resistió
300 gr	En este momento la fibra comenzó a ceder al peso, sin embargo, aun resistió
350 gr	En este momento la fibra comenzó a romperse poco a poco
400 gr	La fibra cedió completamente al peso y se rompió

Nota: En esta tabla se encuentran especificados los resultados de la prueba física de calidad en base a la resistencia de la fibra de plástico PET. Fuente: Elaborado por los autores, 2024

Figura 15
Comportamiento de la fibra con relación a la resistencia y el peso



Nota: en la gráfica se muestra una representación del comportamiento de la fibra, donde se puede evidenciar que a los 200gr hubo una variación hasta que finalmente cedió y se rompió.

Fuente: Elaborado por los autores, 2024

Teniendo en cuenta los resultados de la tabla y la gráfica anterior podemos decir que, en cuanto al peso, las fibras de plástico PET de 18cm pueden resistir un máximo de 400 gr, es decir, que, aunque resisten bastante peso, es necesario que se hagan más resistentes para que durante el proceso que se realiza en la construcción de textiles, no se rompa. Sin embargo, teniendo en cuenta que el diseño se realizó a menor escala, se resalta que se hizo un buen trabajo con respecto a las fibras obtenidas.

Etapas 2 Plantear alternativas de aprovechamiento y transformación de plástico tipo PET

El proceso de la gestión de los residuos sólidos, abarca estrategias para reducir los volúmenes de residuos sólidos, como: la reutilización, el reciclaje de materiales y la separación en la fuente. Para elaborar buenos métodos de aprovechamiento se plantearon alternativas dentro de la institución que les permitan a los estudiantes y administrativos la reutilización y transformación de los plásticos tipo PET que se generan en la institución.

Actividad 2.1. Elaborar métodos de recolección de residuos sólidos dentro de la institución.

Basado en el método de (Salcedo, 2021) Se elaboró un modelo de recolección con el fin de que en el colegio se encarguen de recolectar y clasificar todo el material para el proceso, es decir que los propios estudiantes sean quienes recolectan los materiales o que cuenten con aliados estratégicos, como grupos ambientales un estudiante de cada salón, que se encarguen de dicho proceso.



Tabla 5

Modelo de gestión

<p>Establecimiento de un punto ecológico</p> <p>Los puntos ecológicos son unas zonas especiales creadas para recolectar y manejar de manera correcta los desechos de un sitio determinado: un conjunto residencial, un colegio, una universidad, un hospital, un centro comercial e incluso una ciudad entera</p>	<p>El color blanco será para depositar los residuos aprovechables como plástico, vidrio, metales, papel y cartón.</p> <p>El color negro, para depositar los residuos no aprovechables como el papel higiénico; servilletas, papeles y cartones contaminados con comida; papeles metalizados, entre otros.</p> <p>El color verde, para depositar residuos orgánicos aprovechables como los restos de comida, desechos agrícolas, etc.</p>
<p>Establecimiento del comité ambiental de la institución</p>	<p>Establecer un estudiante por cada grado para que cumplan las funciones de veedores ambientales dentro de la institución al momento del recreo para que los residuos sean depositados en los puntos establecidos</p>
<p>Sensibilizar a los estudiantes en el manejo de Residuos Sólidos.</p>	<p>Realizar una charla sobre la importancia de la recolección y reutilización de los plásticos basados en la economía circular.</p>
<p>Día de recolección de residuos en la institución</p>	<p>Proponer un día a los administrativos de la institución un día por mes para que haya una jornada de recolección de residuos en compañía de la empresa recolectora (Aseo del norte)</p>

Nota, Modelo de gestión para la recolección in-situ de los residuos sólidos planteado para la institución educativa. Fuente: Elaborado por los autores, 2024

Actividad 2.2. Socialización del proceso utilizado en el modelo de economía circular con los directivos y estudiantes

La socialización del modelo de gestión a los estudiantes por medio de una charla basada en el proceso de economía circular, durante esta charla se habló sobre la importancia del cuidado de los recursos naturales, las formas de evitar la contaminación y el ciclo de vida de las botellas de tipo PET y como se convierten en fibras para el uso textil.

Figura 16

Diapositiva inicial de la charla



Figura 17

Realización de la charla a los estudiantes



Durante esta charla se realizó una encuesta de diagnóstico para identificar cuáles son las principales falencias de los estudiantes con relación al tema de los residuos sólidos.

Figura 18

Formato de encuesta realizada

ENCUESTA PARA ESTUDIANTES Y ADMINISTRATIVOS

PROYECTO: IMPLEMENTACION DE UN MODELO DE ECONOMIA CIRCULAR PARA EL APROVECHAMIENTO LOS RESIDUOS SOLIDOS TIPO PLASTICO PET EN EL COLEGIO MILCIADES CANTILLO COSTA

NOMBRE: _____ **GRADO O CARGO:** _____

1. ¿conoces como debe ser la separación de residuos sólidos?

Sí No

2. ¿Sabes que es un plástico de tipo PET?

Sí No

3. ¿Crees que es importante hacer una correcta separación de residuos sólidos?

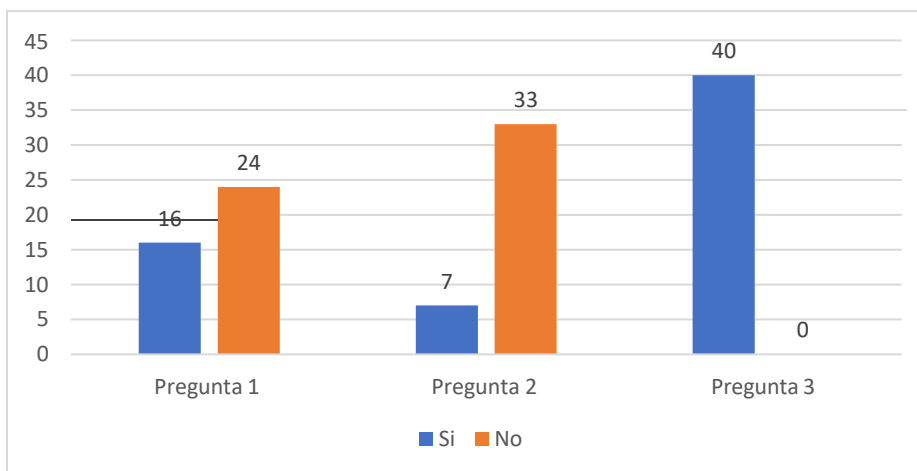
Sí No

Firma docente tutor: _____

El resultado de esta encuesta para el grado sexto fue el siguiente

Figura 19

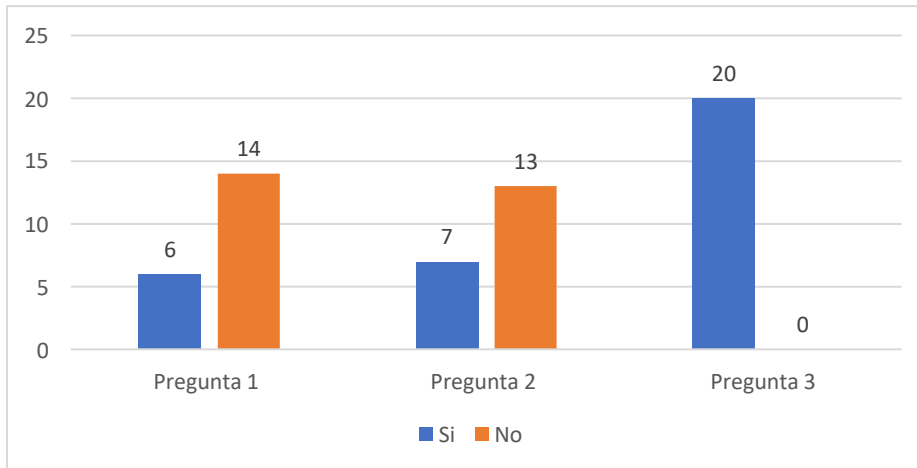
Resultado encuesta grado sexto



El resultado de esta encuesta para el grado octavo fue el siguiente

Figura 20

Resultado encuesta grado octavo



Podemos observar que los estudiantes están poco informados con el tema de los residuos sólidos, aunque son conscientes de la importancia de separarlos y reciclar, no aplican los conocimientos que tienen ni en casa ni en el colegio, por esta razón es importante buscar estrategias para que los jóvenes se interesen por el cuidado del medio ambiente y evitar la contaminación.



Actividad 2.3 Diseñar rutas de reciclaje para los residuos aprovechables

En la institución se pudo observar que no existían muchas rutas de recolección y reciclaje, así como tampoco había puntos de recolección, por esta razón se inició el proceso donando un punto ecológico a la institución.

Figura 21

Donación del punto ecológico a la institución



Después de esto, se realizó una charla con los estudiantes que quedaron seleccionados para el comité ambiental para establecer un punto específico donde puedan recolectar las botellas de plástico PET y luego puedan donarlas a un sitio de reciclaje.



Etapa 3 Ejecutar el modelo de aprovechamiento acorde a la viabilidad técnica, económica y ambiental en la reutilización de plásticos tipo PET

Una vez diseñado el modelo de gestión de la recolección de botellas PET y transformación a fibras o materiales textiles se identificaron varios puntos en los cuales funcionará el modelo, de igual forma se identificó que el desarrollo del modelo aportará beneficios ambientales al disminuir la cantidad de PET producida, contribuye a la disminución de CO2 generada, disminuye la cantidad de plástico y gestiona para que estos residuos no terminen llenando el relleno sanitario, ni terminen llegando a alguna fuente hídrica.

Actividad 3.1 Desarrollo del modelo de economía circular

Para el desarrollo de la prueba piloto en el colegio Milcíades Cantillo, se escogió un día específico para que los estudiantes aplicaran el modelo realizado, iniciando con identificar el punto ecológico donde depositar los residuos y la caja del punto de selección de las botellas, ya identificado esto, a la hora del descanso se ubicaron a los estudiantes del comité ambiental en cada punto para indicar los sitios donde debían depositar sus residuos. Esto se hizo durante el receso, y se puso observar que hubo una respuesta positiva por parte de la comunidad educativa, ya que, al finalizar el descanso, se vio que hubo disminución en la cantidad de residuos que inicialmente quedaban en el patio del colegio, por lo que se puede decir, que el modelo es efectivo.



Figura 22

Aplicación del modelo de gestión



Antes del modelo



Después del modelo

Actividad 3.2 Revisión de viabilidad técnica, económica y ambiental

Para determinar la viabilidad del modelo implementado, se realizó una matriz DOFA donde se identificaron potencialidades positivas y negativas que permitirán aplicar el modelo a mayor escala tanto en instituciones educativas como en empresas.



Figura 23

Matriz DOFA para el modelo de gestión



Nota: Identificación de oportunidades dentro de la institución para aplicación del modelo.

Fuente: Elaborado por los autores, 2024

Tomando en cuenta lo visto en la matriz, se puede decir que el modelo de gestión es eficiente para organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, pero a menor escala, ya que la escasez de maquinaria limita en muchos aspectos la realización del modelo.

Económicamente hablando, se puede dar un estimado de costo a la fibra teniendo en cuenta su proceso de elaboración, a ciencia cierta, durante la investigación no se pudo lograr realizar todas las pruebas requeridas para su creación, sin embargo, se pudo hacer un estimado de precio según la cantidad que se requiere para el uso textil, es decir, la creación de hilos que más adelante puedan ser usados para el diseño de ropa, tapetes, edredones, etc. Se planteó la posibilidad de venderlo a un valor de 2.000 pesos el metro teniendo en cuenta todo lo dicho anteriormente.



7. CONCLUSIONES

En el diagnóstico inicial se pudo concluir que la gestión actual de residuos sólidos tipo plástico en el colegio Milcíades Cantillo presenta deficiencias significativas, como la falta de separación adecuada, la escasez de contenedores específicos para plásticos y la ausencia de programas de reciclaje efectivos, lo que resulta en una gran cantidad de plástico que termina en vertederos o en el medio ambiente.

Así mismo, se tuvieron dificultades para la realización de pruebas por el método de maquinarias, por esta razón, se optó por realizar las pruebas de manera casera, usando materiales reciclables, los resultados que se obtuvieron con la fibra es que son actas para el uso textil, sin embargo, se requiere que sean de mayor largo para que al momento de trazarlo soporte más peso.

Se plantearon varias alternativas viables para el aprovechamiento y transformación de plástico tipo PET, el principal fue el reciclaje con el fin de producir nuevos productos, la transformación en materiales como ropa o bolsas, y la utilización como material de construcción, lo que ofrece oportunidades para reducir la cantidad de residuos plásticos y promover la sostenibilidad

Finalmente, para ejecución del modelo de aprovechamiento de plásticos tipo PET en el colegio Milcíades Cantillo resultó viable técnica, económica y ambientalmente, logrando reducir la cantidad de residuos plásticos de manera significativa con un aproximado del 60% menos que lo inicial, generando conciencia entre la comunidad educativa sobre la importancia del reciclaje y el cuidado del medio ambiente, demostrando que es posible implementar prácticas sostenibles en instituciones educativas.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los administrativos de la institución educativa, que hagan un seguimiento continuo al modelo de gestión realizado para que lo puedan implementar en las sedes de primaria y preescolar.

Se recomienda a futuras investigaciones, realizar la comparación entre botellas transparentes y de color, con la finalidad de obtener resultados de los diferentes tipos y analizar la resistencia a la rotura y durabilidad de ambas propiedades.

Se recomienda que, para futuros proyectos de este tipo, realizar pruebas químicas que analicen las propiedades de las botellas.

Se recomienda aplicar más modelos de economía circular ya que influye mucho en la sostenibilidad y el buen uso de los recursos naturales



BIBLIOGRAFIA

Andersen, I. (21 de Octubre de 2023). *ONU programa para el medio ambiente* . Obtenido de <https://www.unep.org/es/contaminacion-por-plasticos#:~:text=La%20contaminaci%C3%B3n%20por%20pl%C3%A1stico%20puede,alimentos%20y%20a%20su%20bienestar%20social.>

Andrade, E. (2023). *OBTENCIÓN DE FIBRA DE POLIESTER A ESCALA PILOTO USANDO RESIDUOS PET GENERADOS EN LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR, SEDE VALLEDUPAR*. Valledupar : Universidad Popular del Cesar .

Baquero, B., & Valero, C. (2021). *PLAN DE NEGOCIO PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA DE ROPACUYAFIBRA TEXTIL SEA A BASE DE PLÁSTICO RECICLABLE*. Universidad catolica de colombia .

Bustos, E., Sanchez, P., & Reyes, J. (2021). LA EDUCACIÓN AMBIENTAL:PROBLEMÁTICA DE LOS PLÁSTICOS DE UN SOLO USO EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS. *Revista Boletin Redipe* , 10(4), 103-123. doi:ISSN 2256-1536

Fenalco. (2023). *Economía circular*. Obtenido de https://fenalcosolidario.com/servicios/economia-circular/?gclid=CjwKCAiA1-6sBhAoEiwArqIGPq41VsJofClWKcp7Tzs2qhqBhTcg66quQfDNK4Py4UGCEnjH7B0FBoCdpoQAvD_BwE

Garcia, N., Galeano, G., Bernan, R., & Pedrozo, O. (2013). *Cartilla para el manejo y aprovechamiento de la palma estera (Astrocaryum malybo)*. Bogota D.C : Universidad Nacional de Colombia .

Garrido, F. (2016). *Reutilización de Residuos Sólidos como Alternativa de Formación en la Conservación del Ambiente Elaborando Nuevos Materiales para el Docente de*

Educación Inicial. *Revista Científica*, 1(1), 169-189.
doi:<https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2016.1.1.10.169-189>

IGAC. (2024). *INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI*. Obtenido de <https://www.igac.gov.co/>

Maldonado, S. (25 de 05 de 2023). *Guía sobre el PET: propiedades, producción y aplicaciones*. Obtenido de Plastico.com: <https://www.plastico.com/es/noticias/guia-sobre-el-pet-propiedades-produccion-y-aplicaciones>

MinAmbiente. (18 de Octubre de 2022). *Colombia potencia de la vida*. Obtenido de Portafolio de Negocios Verdes: <https://www.minambiente.gov.co/negocios-verdes/portafolio-de-negocios-verdes/>

MinAmbiente. (2023). *Generación de residuos sólidos*. Obtenido de <https://www.mincit.gov.co/getattachment/c957c5b4-4f22-4a75-be4d-73e7b64e4736/17-10-2018-Uso-Eficiente-de-Recursos-Agua-y-Energi.aspx#:~:text=GESTI%C3%93N%20INTEGRAL%20DE%20RESIDUOS%20S%C3%93LIDOS,posibilidades%20de%20aprovechamiento%20y%20comercializaci%C3%93n>

Otalora, D., & Bejarano, C. (2022). *Propuesta de Construcción y Puesta en Marcha de un Sistema de Fabricación y Reciclaje de Envases PET para la Fabricación de Telas Sintéticas*. Bogota D.C : Universidad piloto de Colombia.

Pinzón, C., Burgos, A., Ortiz, L., & Redondo, A. (2022). SUSTITUCIÓN DE EMPAQUES PLÁSTICOS EN EL PROCESO DE EXPORTACIÓN DEL SECTOR TEXTIL COLOMBIANO: APROXIMACIONES. *Revista: Tecnogestion, una mirada al ambiente*, 19(1), 4-20.
doi:<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tecges/article/view/19336>

Rivas, C. (17 de 10 de 2018). *Min Ambiente*. Obtenido de PIENSA UN MINUTO ANTES DE ACTUAR : GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS: <https://www.mincit.gov.co/getattachment/c957c5b4-4f22-4a75-be4d-73e7b64e4736/17-10-2018-Uso-Eficiente-de-Recursos-Agua-y-Energi.aspx#:~:text=GESTI%C3%93N%20INTEGRAL%20DE%20RESIDUOS%20S%C3%93LIDOS,posibilidades%20de%20aprovechamiento%20y%20comercializaci%C3%93n>

Energi.aspx#:~:text=GESTI%C3%93N%20INTEGRAL%20DE%20RESIDUOS%20S%C3%93LIDOS,posibilidades%20de%20aprovechamiento%20y%20comercializaci%C3%93n

Rivera, D., & Sierra, D. (2021). *GESTIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CIUDAD DE TUNJA Y SU IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE*. Universidad de Cartagena .

Salcedo, M. P. (2021). *MODELO DE GESTIÓN DE PLÁSTICO TIPO PET EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ PARA SU REUTILIZACIÓN Y TRANSFORMACIÓN A FIBRAS O MATERIALES DE USO TEXTIL*. Universidad Pontificia Javeriana .

Torres, K., Vanegas, A., Royero, A., Martinez, M., Vega, J., & Fajardo, R. (2022). *LINEAMIENTOS Y GUÍA ORIENTADORA PARA LA FORMULACIÓN Y ESTRUCTURACIÓN DEL ANTEPROYECTO Y PROYECTO DE GRADO EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR*. Valledupar : Universidad Popular Del Cesar.

UPME. (2016). *Normativad ambiental vigente* . Obtenido de http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm#BM2_9_Normatividad_sobre_residuos_s%C3%B3lido

Valledupar. (2023). *Plan Desarrollo Municipal 2020-2023*.

Valledupar, A. d. (2024). *Alcaldia de Valledupar*. Obtenido de <https://valledupar-cesar.gov.co/Paginas/default.aspx>

WWF. (08 de Junio de 2022). *Contaminacion por Plasticos: El eterno problema de los oceanos*. Obtenido de <https://www.wwf.org.co/?375810/Que-tan-grave-es-la-contaminacion-por-plasticos>