

**EVALUACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE UN CENTRO DE RECEPCIÓN,
CLASIFICACIÓN, RECUPERACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS
SÓLIDOS PLÁSTICOS EN EL MUNICIPIO DE QUIBDÓ, CHOCÓ**

NELLY DEL CARMEN ELMIRA CASTRO

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA COMPETITIVIDAD**

Directora

ANGIE TATIANA ORTEGA RAMÍREZ

MsC. Gestión Ambiental para la Competitividad

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERIAS
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA COMPETITIVIDAD
BOGOTÁ, D.C.**

2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Director de la Maestría

Firma del calificador

Bogotá D.C., mayo de 2022

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente Institucional y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García -Peña

Concejo Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García Peña

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretario General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decano Facultad de Ingeniería

Dra. Naliny Patricia Guerra Prieto

Director Maestría en Gestión Ambiental Para la Competitividad

Dra. Nubia Liliana Becerra Ospina

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, porque son mi motor, porque gracias a su amor y confianza en mí, tuve el valor de volver a estudiar, a mi padre y a mi madre porque me han enseñado que es necesario el esfuerzo y la exigencia de nosotros mismos para poder alcanzar las metas que nos trazamos, que siempre debo ponerme retos y confiar en mis capacidades.

A mi hija Lía Susana Romaña Elmira porque quiero que, a través de este, ser para ella un ejemplo y que se sienta orgullosa de su mamá, enseñándole, que los sueños se hacen realidad cuando trabajamos y nos enfocamos día tras día en alcanzarlos.

Y finalmente mi esposo Arlez Enrique Romaña Martínez por alentarme a seguir adelante, por su atención, disposición y su paciencia al entender lo importante que era este proyecto para mi vida personal y profesional.

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo quiero dar gracias a Dios, quien a través de su obrar me permitió avanzar y lograr esta meta, la cual no hubiese logrado sin esas personas que ha puesto en mi vida y por la sabiduría para abordar cada reto de la mejor forma.

A mi directora de trabajo de grado, la profesora Angie Tatiana Ortega por su compromiso, dedicación y paciencia, por saberme orientar, guiar y brindarme las herramientas necesarias para alcanzar de la mejor manera los objetivos propuestos, por todos los conocimientos que a través de ella tanto para mi vida profesional como personal pude adquirir.

Para todas y cada una de las personas, entidades e instituciones que aportaron su grano de arena para que este proyecto de investigación se llevara a cabo. A la Fundación universidad de América quien todo el tiempo me proporcionó el acompañamiento necesario, a los profesores por su aporte pertinente de conocimientos impartidos, a mis compañeros por el apoyo que nos brindamos unos a otros, a la empresa Eco Maderas por compartir su experiencia y permitirme conocer el proceso de aprovechamiento de residuos sólidos que desarrollan lo cual fue importante para llevar a feliz término este proyecto. A la organización internacional PUER EARTH por el importante aporte económico otorgado para la ejecución de la fase de campo de este proyecto. Finalmente agradezco a la comunidad en general y entidad territorial del municipio de Quibdó por participar en las actividades que se desarrollaron en el marco de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	16
INTRODUCCIÓN	18
OBJETIVOS	20
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
2 METODOLOGÍA	24
2.1 Etapa 1: Diagnóstico de la gestión actual de los residuos sólidos-plásticos al botadero “Marmolejo”.	24
2.2 Etapa 2: Estructuración de las condiciones técnicas de la gestión de los residuos sólidos plásticos para su aprovechamiento en procesos de economía circular.	25
2.3 Etapa 3: Reconocimiento de mercado para residuos sólidos plásticos en el municipio de Quibdó	25
2.4 Etapa 4: Análisis Financiero de un Centro de Recepción, Clasificación, Recuperación y Aprovechamiento de residuos sólidos plásticos en el municipio de Quibdó mediante el indicador TIR.	26
3 MARCO TEÓRICO	28
3.1 Gestión de los residuos sólidos	29
3.2 Problemáticas de gestión de residuos sólidos	33
4 MARCO LEGAL	36
5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38

5.1 Etapa 1: Diagnóstico de la gestión actual de los residuos sólidos - plásticos al botadero “El Marmolejo”	38
5.1.1 <i>Localización Geográfica</i>	38
5.1.2 <i>Situación socioeconómica de Quibdó</i>	42
5.1.3 <i>Situación de residuos Sólidos en el municipio de Quibdó.</i>	43
5.1.4 <i>Sistema de recolección en Quibdó.</i>	46
5.1.5 <i>Residuos Sólidos Sector Comercial</i>	50
5.1.6 <i>Identificación de empresas formales de reciclaje en el municipio de Quibdó</i>	51
5.1.7 <i>Parámetros para la recepción y clasificación del material</i>	52
5.1.8 <i>Jornada de capacitación “Gestión de los recursos sólidos”</i>	53
5.1.9 <i>Encuesta</i>	55
5.1.10 <i>Análisis de los elementos contaminantes encontrados que potencialmente pueden afectar tanto la calidad ambiental como la salud de los habitantes del área de estudio.</i>	71
5.2 Etapa 2: Estructuración de las condiciones técnicas de la gestión de los residuos sólidos plásticos para su aprovechamiento en procesos de economía circular.	77
5.2.1 <i>Propuesta preliminar de modelo de actividad económica. – Negocio.</i>	77
5.2.2 <i>Desarrollo de formulación base</i>	77
5.2.3 <i>Planteamiento de proceso de manufactura de madera plástica</i>	79
5.2.4 <i>Recolección.</i>	80
5.2.5 <i>Lavado y enjuague.</i>	81
5.2.6 <i>Almacenamiento</i>	81
5.2.7 <i>Molienda</i>	81
5.2.8 <i>Extrusión</i>	82
5.2.9 <i>Enfriamiento</i>	84
5.2.10 <i>Distribución.</i>	85
5.2.11 <i>Bodega</i>	85
5.3 Etapa 3: Reconocimiento de mercado para residuos Sólidos plásticos en el municipio de Quibdó	88
5.3.1 <i>Demanda</i>	88
5.3.2 <i>Oferta</i>	94

5.4 Etapa 4: Análisis financiero de un centro de recepción, clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos plásticos en el municipio de Quibdó mediante el indicador TIR.	98
<i>5.4.1 Plan de Inversión</i>	98
<i>5.4.2 Inflación y PIB</i>	101
<i>5.4.3 Nómina</i>	102
<i>5.4.4 Depreciación</i>	103
<i>5.4.5 Producción y ventas</i>	107
<i>5.4.6 Costos</i>	107
<i>5.4.7 Punto de equilibrio</i>	110
<i>5.4.8 Evaluación financiera</i>	112
<i>5.4.9 Fuente de ingresos</i>	117
6 CONCLUSIONES	118
BIBLIOGRAFÍA	121
ANEXOS	128

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Ciclo en el modelo de gestión de residuos orgánicos	30
Figura 2. Jerarquía en la gestión de residuos	31
Figura 3. Gestión de residuos sólidos	31
Figura 4. Principales limitaciones en la gestión de residuos	35
Figura 5. Localización geográfica de Quibdó.	39
Figura 6. Quebrada la yesca – mapa de estaciones de monitoreo	40
Figura 7. Mapa evolución de los asentamientos la quebrada la yesca (1960-1970)	41
Figura 8. Mapa de marmolejo	42
Figura 9. Proporción de residuos generados en el área urbana en Quibdó	45
Figura 10 Producción de residuos en el sector comercial	51
Figura 11. Capacitación – residuos sólidos.	54
Figura 12. Socialización sobre valoración de residuos	55
Figura 13. ¿Sabe que es un residuo sólido?	56
Figura 14.¿Considera importante reciclar?	56
Figura 15.¿Cuáles son los residuos que más genera?	57
Figura 16.¿Dónde se arrojan los residuos?	58
Figura 17.¿Cuándo está en la calle donde arroja los residuos sólidos?	58
Figura 18.¿Usted sabe que es la separación en la fuente?	59
Figura 19. ¿Realiza usted la separación en la fuente?	60
Figura 20.¿Conoce el código para la separación de residuos sólidos (resolución 2184 / 2019)	60
Figura 21. ¿Cuál considera dificulta la separación en la fuente?	61
Figura 22.¿Conoce los beneficios de hacer separación en la fuente?	62
Figura 23.¿Conoce los beneficios del reciclaje?	62
Figura 24.¿Conoce alguna organización de recicladores que realice recolección de material en su sector?	63
Figura 25. ¿Sabe dónde llegan los residuos sólidos transportados por el carro recolector?	64
Figura 26. ¿Si hubiese una ruta selectiva de reciclaje haría separación en la fuente?	64
Figura 27. ¿Si hubiese en el municipio de Quibdó una planta reciclaje haría separación en la fuente?	65

Figura 28. ¿Consumiría productos elaborados con material reciclado?	66
Figura 29. ¿Conoce alguna planta de tratamiento de residuos?	66
Figura 30. ¿Qué actividad considera sería mejor para reciclar?	67
Figura 31. ¿Estaría de acuerdo con una planta de reciclaje en Quibdó?	68
Figura 32. ¿Considera que la educación ambiental ayudaría a mejorar el manejo de residuos sólidos en Quibdó?	69
Figura 33. ¿Trabajaría en actividades de reciclaje?	69
Figura 34. ¿Trabajaría en una planta de reciclaje?	70
Figura 35. Considera que el servicio público de aseo para la recolección de residuos es:	71
Figura 36. Toma de muestras quebrada la yesca.	73
Figura 37. Toma de muestras de suelo en el botadero marmolejo.	74
Figura 38. Diagrama de flujo fabricación madera plástica.	79
Figura 39. Motocicleta eléctrica brexson 300	80
Figura 40. Molino eco m120	82
Figura 41. Extrusora eco 100	83
Figura 42. Molde	83
Figura 43. Torre de enfriamiento	84
Figura 44. Tanque de enfriamiento	85
Figura 45. Bodega (escenario 1)	86
Figura 46. Bodega (escenario 2)	86
Figura 47. Tipologías de iniciativas innovadoras de la economía circular	87
Figura 48. Serie de evidencias fotográficas del estado actual del municipio	137
Figura 49. Visita realizada a la fábrica de maquinaria	139
Figura 50. Visita realizada a la fábrica de maquinaria para la producción de madera plástica	139
Figura 51. visita realizada a la fábrica de maquinaria para la producción de madera plástica	139
Figura 52. Visita realizada a la fábrica de maquinaria para la producción de madera plástica	140
Figura 53. Visita realizada a la fábrica de maquinaria para la producción de madera plástica	140
Figura 54. Visita realizada a la fábrica de maquinaria para la producción de madera plástica	140
Figura 55. Visita realizada a la fábrica de maquinaria para la producción de madera plástica	141
Figura 56. Lienzo canvas	142
Figura 57. Plano planta arquitectónica	154

Figura 58. Plano planta hidráulica	155
Figura 59. Planta sanitaria	156
Figura 60. Planta eléctrica	157

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Estratificación socioeconómica en el municipio de Quibdó.	44
Tabla 2.. Muestra las empresas de reciclaje presentes en Quibdó (bienestar familiar, 2017).	46
Tabla 3.resumen de generación de residuos sólidos en el municipio de Quibdó.	47
Tabla 4.proyección de generación de residuos sólidos en el municipio de Quibdó.	48
Tabla 5. Composición física de residuos sólidos estratos 1, 2, 3 y 4 en el municipio de Quibdó.	49
Tabla 6. Empresas formales de reciclaje en la ciudad de Quibdó.	52
Tabla 7. Resultados de análisis de plomo total muestra de suelo marmolejo	74
Tabla 8.resultados de análisis muestra de agua no 1, quebrada la yesca	75
Tabla 9. Resultados de análisis muestra de agua no 2, quebrada la yesca	75
Tabla 10. Resultados de análisis muestra de agua no 3, quebrada la yesca	75
Tabla 11. Plásticos y sus fuentes.	78
Tabla 12. Composición de madera plástica	78
Tabla 13. Especificaciones motocicleta eléctrica brenson 300	81
Tabla 14. Especificaciones molino eco m120	82
Tabla 15.especificaciones extrusora eco	83
Tabla 16.características y tipos de moldes.	83
Tabla 17.. Especificaciones torre de enfriamiento	85
Tabla 18.especificaciones tanque de enfriamiento.	85
Tabla 19.. Producción de muebles.	88
Tabla 20.. Histórico de consumo de madera plástica	90
Tabla 21. Histórico de consumo de postes y listones de madera plástica.	91
Tabla 22. Empresas comercializadoras de madera plástica.	95
Tabla 23. Empresas comercializadoras de madera plástica del Chocó.	95
Tabla 24. Plan de inversión 1	98
Tabla 25. Plan de inversión 2.	100
Tabla 26. Predicción de la inflación y pib.	102
Tabla 27. Pronóstico smmlv 2021-2026.	103
Tabla 28. Depreciación del plan de inversión 1.	103
Tabla 29. Depreciación del plan de inversión 2.	105

Tabla 30. Análisis producción y ventas.	107
Tabla 31. Costos variables.	107
Tabla 32. Costos fijos del plan de inversión 1.	109
Tabla 33. Costos fijos del plan de inversión 2.	109
Tabla 34. Punto de equilibrio del plan de inversión 1.	110
Tabla 35. Punto de equilibrio del plan de inversión 2.	111
Tabla 36. Evaluación financiera del proyecto con el plan de inversión 1.	112
Tabla 37. Evaluación financiera del proyecto con el plan de inversión 2.	114

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Cartilla informativa sobre el proyecto en el Quibdó	129
Anexo 2. Evidencias fotográficas del estado actual del municipio	137
Anexo 3. Evidencia fotográfica de la visita realizada a la fábrica de maquinaria para la producción de madera plástica en la ciudad de Bogotá D.C.	139
Anexo 4. Lienzo canvas	142
Anexo 5. Evolución de la nómina entre los años 2021 – 2026	143
Anexo 6. Planos de la planta	154
Anexo 7. Cotización de los equipos	158
Anexo 8. Dimensiones de maquinaria	163
Anexo 9. Recomendaciones	164

RESUMEN

El consumismo de la sociedad moderna ha generado toneladas inimaginables de residuos sólidos, cantidades preocupantes que a diario se producen sin ninguna restricción en los países del mundo. En Colombia, se registran cerca de 12 millones de toneladas de residuos al año, de las cuales el 81% corresponde a residuos de alimentos y el 13% a residuos plásticos, es decir, los residuos plásticos son el segundo tipo de residuos más generado a nivel nacional. (Jaramillo, 2008). Del porcentaje de residuos plásticos, solamente el 17% es aprovechado. En relación con esto, la situación en el municipio de Quibdó no es distinta, pues de acuerdo con el documento titulado Actualización y Ajustes del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) del Municipio de Quibdó, Chocó 2015 – 2026, en promedio se depositan a diario 71,8 Toneladas de residuos sólidos, es decir, 20.683 Toneladas al año, de los cuales el 86,2% corresponde a residuos orgánicos, el 10,6% a material plástico y el porcentaje restante a disposiciones no reciclables.

Estas preocupantes cifras conducen a plantear alternativas empresariales que contribuyan a optimizar y ampliar la cobertura de gestión de los residuos sólidos, especialmente los plásticos, uno de los desafíos que en materia de residuos sólidos debe afrontar la humanidad, pues sus repercusiones afectan gravemente los recursos naturales, la estabilidad ecosistémica y el bienestar de la salud humana. En concordancia con lo anterior, este trabajo de grado tiene como propósito evaluar técnica y financieramente el establecimiento de un Centro de Recepción, Clasificación, Recuperación y Aprovechamiento de Residuos Sólidos Plásticos en el Municipio de Quibdó, capital del departamento del Chocó y como meta convertirse en una alternativa de solución a la problemática planteada, toda vez que brinda elementos técnicos sólidos que podrán ser utilizados en un proceso de gestión y aprovechamiento del material plástico con fines de transformación, específicamente en madera plástica.

Para lograr este propósito se desarrolló una investigación mixta que fue adelantada en cuatro etapas de investigación que dieron respuesta a cada uno de los objetivos establecidos en este documento: Diagnóstico de la gestión actual de los residuos sólidos - plásticos al botadero “El Marmolejo”, Estructuración de las condiciones técnicas de la gestión de los residuos sólidos plásticos para su aprovechamiento en procesos de economía circular, Reconocimiento de mercado para residuos Sólidos plásticos en el municipio de Quibdó y un Análisis financiero de un Centro de Recepción, Clasificación, Recuperación y Aprovechamiento de Residuos Sólidos

Plásticos en el Municipio de Quibdó mediante el indicador TIR.

Como principales resultados del proceso investigativo se obtuvo información que permite identificar las debilidades o falencias en cuanto al adecuado manejo y tratamiento de residuos, así como y ampliar el panorama sobre la gestión actual de los residuos sólidos tanto en la ciudad como en el lugar de disposición final. Esto permitió generar una propuesta de modelo de actividad económica y la descripción de su proceso productivo, de igual forma se obtuvo una línea base del escenario potencial para la comercialización de madera plástica en el municipio de Quibdó, disponibilidad del material, costos del mismo y por último, a partir de la evaluación de un plan de negocios, en el que se aplicó un modelo Canvas, se estableció un estudio de mercado que permitió definir la oportunidad que tiene la producción de este tipo de madera en el territorio

Para lograr lo anterior se avanzó en la identificación y diseño de aspectos importantes para el proceso de fabricación de la madera plástica y se plantearon 2 planes de inversión, con igual número de escenarios. El Plan de Inversión N° 1 se realizó proyectando la compra de terrenos y la construcción de las instalaciones necesarias para el proyecto. El plan de inversión N° 2 se plantea tomando en arriendo instalaciones que cumplan con las características para el proyecto y algunas obras civiles para su adecuación.

Los resultados de estos escenarios arrojaron que para el caso del Plan de Inversión N° 1, se requerirían \$994.760.214 y para el Plan de Inversión N° 2 \$784.222.896. Evidenciando que para la ejecución del plan de Inversión N° 2 se necesitan \$210.537.318 menos de inversión comparada con la del Plan de Inversión N° 1, lo que se traduce en 2, 21% más de rentabilidad en comparación al Plan de Inversión N° 1.

Así mismo, se incluyó la proyección de ventas para cada producto de madera plástica (Poste para Cerca, Poste para Cerca Redondo y Vareta Rectangular). Los resultados de todo el proceso permitieron definir que el Plan de Inversión N° 2 posee una tasa interna de retorno mayor, con un 25,07%, mientras que la del Plan de Inversión N° 1 tendría una tasa de retorno del 7,21%.

Palabras clave: gestión de los residuos sólidos, plástico, aprovechamiento, residuos sólidos, mercado.

INTRODUCCIÓN

El presente escrito pretende dar a conocer al lector el proceso en la construcción de la evaluación técnica y financiera de un centro de Recepción, Clasificación, Recuperación y Aprovechamiento de residuos sólidos plásticos en el municipio de Quibdó. Para tal fin, se lleva a cabo un proceso de diagnóstico de las condiciones actuales de la gestión de residuos plásticos en Quibdó. Resulta importante señalar que los habitantes de este municipio no realizan clasificación de residuos en la fuente, lo que dificulta aún más las labores de aprovechamiento.

Según el decreto 1713 de 2002 citado por Rivera & Zuluaga (2010), los residuos sólidos se definen como objetos, materiales, sustancias, o elementos sólidos resultantes del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico (material recuperable) o de disposición final (material no recuperable). Aunque la práctica de reciclaje genera aproximadamente 121 Toneladas a la semana de material recuperado, como fuente de trabajo sigue siendo escasa y poco valorada. Para el año 2016 la labor de reciclaje estaba a cargo de once asociaciones con sede en Quibdó y de recicladores ubicados directamente en el botadero en el que se disponen los residuos.

En cuanto a cobertura de servicio de recolección y de acuerdo con los resultados del estudio Visión y Perspectivas del Servicio Público de aseo 2018-2022 realizado por el Comité Nacional Ambiental de la ANDI y el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, para el año 2017, en Colombia el 98,6% de la población contaba con cobertura de recolección de residuos. El 83% llevaba a cabo su disposición de manera adecuada siguiendo lineamientos técnicos y normativos, sin embargo, el 17% los disponía a cielo abierto. Dentro de esta última cifra se encuentra la población que dispone los residuos en el botadero el “Marmolejo” del municipio de Quibdó (ANDI, 2018).

Factores como el crecimiento demográfico, el desarrollo urbano y el crecimiento acelerado de las industrias han generado mayor producción y eliminación de residuos sólidos, dando como resultado la apertura de una mayor cantidad de vertederos e incineradores que generan impactos en el paisaje y en el ambiente de las ciudades (Salamanca, 2014).

Por lo tanto, el objetivo del presente proyecto fue investigar la viabilidad ambiental y financiera del aprovechamiento de residuos plásticos que son generados por la población del Quibdó, para

la elaboración de madera plástica de buena calidad, para esto se realizó un análisis de los desechos que elimina la población, estudiando los diferentes residuos según estrato y condiciones socioeconómicas, observando el estado de los ecosistemas y de los botaderos utilizados. Posteriormente se realizó la composición ideal del producto de acuerdo con los resultados obtenidos por la constitución de los residuos, a continuación, se realizó un estudio de mercado teniendo en cuenta las diferentes empresas y productos que se ofertan en el mercado, y finalmente se realizó un estudio financiero que tuvo como objetivo saber si el proyecto es económicamente viable.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar técnica y financieramente el establecimiento de un Centro de Recepción, Clasificación, Recuperación y Aprovechamiento de residuos sólidos plásticos en el municipio de Quibdó.

Objetivos específicos

- Diagnosticar la gestión actual de los residuos sólidos plásticos al botadero “Marmolejo”.
- Estructurar las condiciones técnicas de la gestión de los residuos sólidos plásticos para su aprovechamiento en procesos de economía circular.
- Realizar el reconocimiento de mercado para residuos sólidos plásticos en el municipio de Quibdó.
- Efectuar el análisis financiero de un centro de recepción, clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos plásticos en el municipio de Quibdó mediante el indicador TIR.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los grandes problemas y retos que se presenta en el municipio de Quibdó consiste en la inadecuada disposición de residuos sólidos, un escenario que contribuye al calentamiento global y al cambio climático por la producción de gases efecto invernadero, así como a la afectación de diversos ecosistemas por los procesos de contaminación del suelo, el aire y el agua, además de la proliferación de vectores que afectan la salud de los habitantes circunvecinos al botadero el “Marmolejo”, el cual recibe los residuos de esta comunidad. (ASODEAM, 2015, p. 118).

De acuerdo con el documento titulado Actualización y Ajustes del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) del Municipio de Quibdó, Chocó 2015 – 2026, el servicio de recolección se presta únicamente en el área urbana. Diariamente se depositan en promedio 71,8 toneladas de residuos sólidos, equivalente a 20.683 toneladas al año, de los cuales el 86,2% corresponde a residuos orgánicos, el 10,6% a material plástico y el porcentaje restante a disposiciones no reciclables. Este mismo documento señala que la proyección anual de composición específica del material plástico está categorizada de la siguiente manera: bolsas plásticas 756,8 kg /día, 22.702,5 kg /mes y 276.213,8 kg /año, las cuales se suman al plástico tereftalato de polietileno (PET) y al policloruro de vinilo (PVC), de los que se registran 362 kg/día, 10.860 kg/mes y 132.130 kg /año (ASODEAM, 2015).

Juntamente con lo anterior, es importante señalar que los habitantes de este municipio no realizan clasificación de residuos en la fuente, lo que dificulta aún más las labores de aprovechamiento. Pese a que la práctica de reciclaje genera aproximadamente 121 Toneladas cada semana de material recuperado, como fuente de trabajo es escasa y poco valorada. Para el año 2016 la labor de reciclaje estaba a cargo de once asociaciones con sede en Quibdó y de recicladores ubicados directamente en el botadero en el que se disponen los residuos. De acuerdo con lo establecido por ASODEAM, dichos recicladores se ven expuestos a condiciones de trabajo peligrosas que generan riesgos para su salud y su calidad de vida. Asimismo, se presenta mal estado en las vías y las empresas compradoras de los residuos sólidos reciclables deben recorrer largas distancias, siendo estos factores limitantes para un mayor aprovechamiento de dichos residuos en el municipio (Alcaldía Municipal de Quibdó, 2016, pp.103-110).

De igual manera, los residuos generados en Quibdó se disponen en el botadero a cielo abierto denominado “Marmolejo”, localizado a cinco kilómetros del casco urbano del municipio sobre la margen derecha de la vía que conduce a Medellín, en un terreno muy cercano al aeropuerto “El

Caraño”. Este depósito, cuya superficie alcanza aproximadamente 14 hectáreas, es el lugar donde se arrojan los residuos desde el año 1992 y su construcción a cielo abierto ha implicado una inadecuada disposición final de los materiales con la consecuente afectación a la salud de los pobladores y al ambiente de toda la municipalidad y las zonas aledañas. Adicionalmente, se presentan afectaciones en la operación del aeropuerto por colisiones de las aeronaves con los gallinazos que frecuentan la zona. Todo lo anterior conllevó a que fuera declarada como zona de emergencia sanitaria desde el año 2011 (Blanquiceth, 2016).

Mediante Resolución 0634 del 14 de mayo de 2014, la Corporación Autónoma para el Desarrollo Sostenible del Chocó – Codechocó reactivó la medida preventiva impuesta en julio de 2011 en contra de la empresa Aguas Nacionales E.P.M. S.A. E.S.P. y Aguas del Atrato, operador del servicio público de aseo en el municipio. Como consecuencia, se conformó una mesa conjunta de trabajo, acordándose acciones para mejorar el desempeño ambiental del sitio de disposición final de residuos sólidos y como resultado Codechocó, mediante Resolución 0727 del 21 de mayo de 2014, levantó provisionalmente la medida de cierre temporal que se había impuesto en contra del botadero de basuras “Marmolejo” de Quibdó, por no cumplir con las condiciones físicas y sanitarias en el lugar dispuesto para la disposición final de los residuos sólidos. En este contexto, también hay que destacar lo establecido en la Resolución 1890 de septiembre de 2011, por la cual se enuncian alternativas para la disposición final de los residuos sólidos en los municipios y distritos que dieron aplicación a lo dispuesto en las Resoluciones 1390 de 2005, 1684 de 2008, 1822 de 2009 y 1529 de 2010 (BID, 2015).

Los botaderos a cielo abierto, como el “Marmolejo”, son focos de contaminantes lixiviados, que debido al proceso de descomposición sin controles técnicos, la mezcla de diferentes residuos, las condiciones climáticas y las particularidades naturales y atmosféricas de la zona, propician la generación de malos olores, proliferación de plagas, profusión de enfermedades y, en últimas, “constituyen un escenario desolador y contrario a los objetivos propuestos en la legislación del país en materia de conservación del medioambiente” (Arias, Rivas y Vega, 2014, p.139).

En cuanto a cobertura de servicio de recolección y de acuerdo con los resultados del estudio Visión y perspectivas del servicio público de aseo 2018-2022 realizado por el Comité Nacional Ambiental de la ANDI y el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, para el año 2017 en Colombia el 98,6% de la población contaba con cobertura de recolección de residuos, de estos el 83% lleva acabo su disposición de manera adecuada siguiendo lineamientos técnicos y normativos, mientras

que e 17 % los disponen a cielo abierto como lo hacen quienes arrojan residuos al botadero el “Marmolejo” del Municipio de Quibdó (ANDI, 2018).

Teniendo en cuenta lo anterior y en articulación con el mandato constitucional contenido en el artículo 79 de la Constitución Política de Colombia desarrollado por la Ley 99 de 1993, específicamente el numeral 32 del artículo 5, el cual ordena: “promover la formulación de planes de reconversión industrial ligados a la implantación de tecnologías ambientalmente sanas y a la realización de actividades de descontaminación, de reciclaje y de reutilización de residuos” (Congreso de la República, Ley 99 de 1993) y reconociendo la necesidad de la gestión integral de residuos sólidos, especialmente los plásticos, resulta relevante la presentación de una propuesta de investigación para el estudio técnico y financiero de un centro de recepción, clasificación, recuperación y aprovechamiento de los mencionados residuos en este municipio. Se busca una posterior reincorporación en los procesos productivos del país y la región, aportando además al cuidado y protección del ambiente e incluyendo el aspecto de empleabilidad, el cual podría fortalecerse con la articulación entre los procesos de reciclaje y la economía circular de la ciudad. Es así como puede aportar a una solución para la realidad actual del territorio, donde la falta de espacios óptimos para depositar adecuadamente los residuos sólidos plásticos, la débil estructura de plantas y esquemas de reciclaje, además de la no separación en la fuente, se convierten en aspectos que contribuyen a los altos índices de contaminación ambiental y al desaprovechamiento de oportunidades de empleo formal y en condiciones óptimas para la población del municipio.

2. METODOLOGÍA

Con el propósito de avanzar en la Evaluación Técnica y Financiera de un Centro de Recepción, Clasificación, Recuperación y Aprovechamiento de residuos sólidos plásticos en el municipio de Quibdó, se define para el siguiente estudio una metodología de investigación mixta, la cual se desarrollará por etapas de la siguiente manera.

2.1. Etapa 1: Diagnóstico de la gestión actual de los residuos sólidos-plásticos al botadero “Marmolejo”

Se procederá en primer lugar a la descripción geográfica de las características del municipio. En esta sección, se describen los siguientes puntos de interés: localización geográfica, condición socioeconómica, gestión de residuos sólidos plásticos, clasificación y porcentaje de generación de residuos sólidos plásticos por tipo de material, porcentaje de material recuperable e identificación de empresas formales dedicadas al reciclaje en Quibdó.

La información requerida para realizar el proceso de diagnóstico actual de la gestión de los residuos sólidos plásticos al botadero “Marmolejo” provendrá de dos fuentes principales de investigación primaria y secundaria.

Fuentes primarias: Este tipo de fuentes contienen información original o de primera mano e igualmente son el resultado de conceptos, teorías y conclusiones de investigaciones. Las principales fuentes de información primaria son libros, monografías, publicaciones periódicas, documentos oficiales o informes técnicos de instituciones públicas o privadas, registros fotográficos, trabajos presentados en conferencias o seminarios y testimonios de expertos, entre otras (Rivera & Fernández, 2015). Para el caso del presente estudio, se cuenta con las siguientes:

- Registro fotográfico de las zonas afectadas por acumulación de residuos en el municipio.
- Reunión con instituciones públicas y privadas relacionadas con el proyecto.
- Reportes oficiales de actividades y/o proyectos por instituciones públicas y privadas del municipio relacionados con la gestión de los residuos sólidos plástico.
- Aplicación de encuestas a una muestra de la población del municipio.
- Identificación de puntos críticos de disposición inadecuada de residuos dentro de la ciudad.

Fuentes secundarias: Otros datos serán obtenidos a partir de fuentes secundarias tales como Google Scholar y Redalyc, al igual que información suministrada por algunos observatorios del

municipio. Lo anterior en la medida en que se requieran para complementar la información obtenida con base en las fuentes primarias.

2.2. Etapa 2: Estructuración de las condiciones técnicas de la gestión de los residuos sólidos plásticos para su aprovechamiento en procesos de economía circular.

Para alcanzar el presente objetivo se realizará la revisión de las especificaciones técnicas y los requerimientos necesarios para el funcionamiento operativo del centro de aprovechamiento de residuos sólidos plásticos en el municipio de Quibdó.

En esta etapa de desarrollo del estudio se busca describir los distintos procesos que nos permitirán aprovechar los residuos sólidos plásticos a partir de un proceso de economía circular, por lo cual se tendrán en cuenta aspectos como:

- Localización y tamaño de la planta. En este punto se determinarán aspectos como el terreno de ubicación del centro de aprovechamiento, cercanía a fuentes de abastecimiento u obtención del material, vías de acceso, condiciones ecológicas y sociales.
- Propuesta del diseño y distribución de la planta. Se tiene por objeto determinar la capacidad instalada de la planta, con el objetivo de tener un mejor aprovechamiento del espacio y las instalaciones.
- Establecimiento de los requerimientos o necesidades de equipos y maquinaria para el correcto funcionamiento de la planta y el óptimo procesamiento del material potencialmente aprovechable.
- Diseño de un sistema de logística de distribución y recolección de material plástico como método de planificación o definición de las actividades de la planta.
- Identificación del talento humano necesario para el desarrollo de las diferentes fases del proceso.

2.3. Etapa 3: Reconocimiento de mercado para residuos sólidos plásticos en el municipio de Quibdó

Con el propósito de alcanzar los resultados propuestos en este objetivo, se realizará un estudio de mercado fundamentado en el potencial de residuos sólidos plásticos aprovechables generados en el municipio de Quibdó.

El levantamiento de la información para el estudio de mercado comprenderá el desarrollo de las siguientes actividades y obtención de datos:

- Revisión de los documentos oficiales de la Alcaldía municipal de Quibdó.
- Porcentaje de material plástico potencialmente aprovechable y/o mercado objetivo.
- Principal actividad comercial o productiva que caracteriza al municipio.
- Estado actual del mercado relacionado con la actividad de reciclaje.
- Potenciales clientes, socios y/o aliados estratégicos del proyecto.
- Competencias del mercado.
- Oferta de valor para el cliente.

2.4. Etapa 4: Análisis Financiero de un Centro de Recepción, Clasificación, Recuperación y Aprovechamiento de residuos sólidos plásticos en el municipio de Quibdó mediante el indicador TIR

La TIR es la Tasa de Descuento (TD) más baja que puede tener un proyecto para que sea rentable y se calcula mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$VAN = -1 + \sum_{i=1}^N \frac{Q_i}{(1 + TIR)^i} = 0$$

Donde Q_i es el flujo de caja en el periodo i .

Por el teorema del binomio:

$$(1 + r)^{-n} \approx 1 - n * r$$

$$I = Q_1 * (1 - r) + \dots + Q_n * (1 - n * r)$$

$$I - (Q_1 + \dots + Q_n) = -r * (Q_1 + n * Q_n)$$

De donde

$$r = \frac{-I + \sum_{i=1}^n Q_i}{\sum_{i=1}^n i * Q_i}$$

Para el cálculo de este indicador TIR se deberán estimar algunos costos de inversión, costos fijos y costos variables.

- Inversión inicial, fijos y variables.
- Flujo neto o flujo de caja: porcentaje de ganancias del proyecto.
- Duración del proyecto: tiempo de funcionamiento o productividad del proyecto.

Para la consecución de esta información se realizará un plan de cotizaciones que permita estimar valores de materiales, insumos, maquinarias, equipos y vehículos necesarios para el funcionamiento de la planta.

3. MARCO TEÓRICO

En el presente apartado se pretende dar a conocer al lector la conceptualización teórica en la noción de residuos sólidos, su clasificación según las fuentes de generación en entornos urbanos, la forma en la que se pueden gestionar, almacenar y/o utilizar dichos residuos, al igual que las problemáticas que surgen durante esta actividad. Esto permitirá conocer el proceso a adelantar, así como cada una de las estrategias que nos podrían ser útiles en su debido momento.

Ahora bien, según el Decreto 1713 de 2002 citado por Rivera & Zuluaga, 2010, los residuos sólidos se definen como objetos, materiales, sustancias, o elementos sólidos resultantes del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicio, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico (material recuperable) o de disposición final (material no recuperable). Estos a su vez presentan una clasificación en función de la actividad económica o social que desarrollan dichas fuentes de generación de residuos sólidos urbanos (Manual Programa de Gestión Integral de residuos sólidos, 2008); así:

- **Domiciliarios:** Se entienden como aquellos generados en actividades realizadas en viviendas y hogares, incluyendo los residuos voluminosos como muebles, colchones, mesas o grandes electrodomésticos y que requieren de un manejo especial.
- **Académicos:** Los producidos en escuelas, colegios, universidades, institutos técnicos y demás establecimientos educativos.
- **Industriales:** Son los generados por procesos de producción y transformación de materias primas.
- **Institucionales:** Estos se generan en establecimientos gubernamentales, militares, carcelarios y edificaciones destinadas a oficinas.
- **Hospitalarios:** Los producidos en hospitales, centros de salud, bioterios (espacio físico donde se crían o mantienen animales de laboratorio) y laboratorios de biotecnología; los cementerios, morgues, funerarias y hornos crematorios; los consultorios clínicos, farmacias, centros de pigmentación o de tatuajes, laboratorios veterinarios, centros de zoonosis, zoológicos, laboratorios farmacéuticos y de producción de dispositivos médicos.

- **Comerciales:** Generados en establecimientos comerciales y mercantiles tales como almacenes unitarios y de cadena, supermercados, centros comerciales, depósitos, hoteles, restaurantes y cafeterías.
- **Otros:** Plazas de mercado, centros de acopio y abastos de alimentos frescos, sembrado y poda de árboles, corte y poda de jardines, parques y zonas verdes.

Sin importar la fuente o actividad económica que se desarrolle, encontramos al plástico como un residuo generado en las distintas acciones del ser humano, pues en el modelo económico este elemento se ha convertido en un dinamizador de múltiples mercados a nivel mundial, lo cual ha generado que desde su aparición en los años 50 su producción se haya masificado. (SERRATO, 2016). Esta situación y la poca consolidación de la cadena de reciclaje o reutilización de este material se convierten en un grave problema en materia ambiental, puesto que se trata de un producto cuyo proceso de degradación es muy lento, lo que lo que afecta en gran medida a los ecosistemas de todo el planeta, principalmente el ecosistema marino. Allí llegan altas cantidades de residuo plástico que atenta contra la supervivencia de especies de flora y fauna marina, inclusive se encuentra en la cadena alimenticia convirtiéndose esto en un problema para la salud pública de acuerdo con reportes hechos por la OMS.

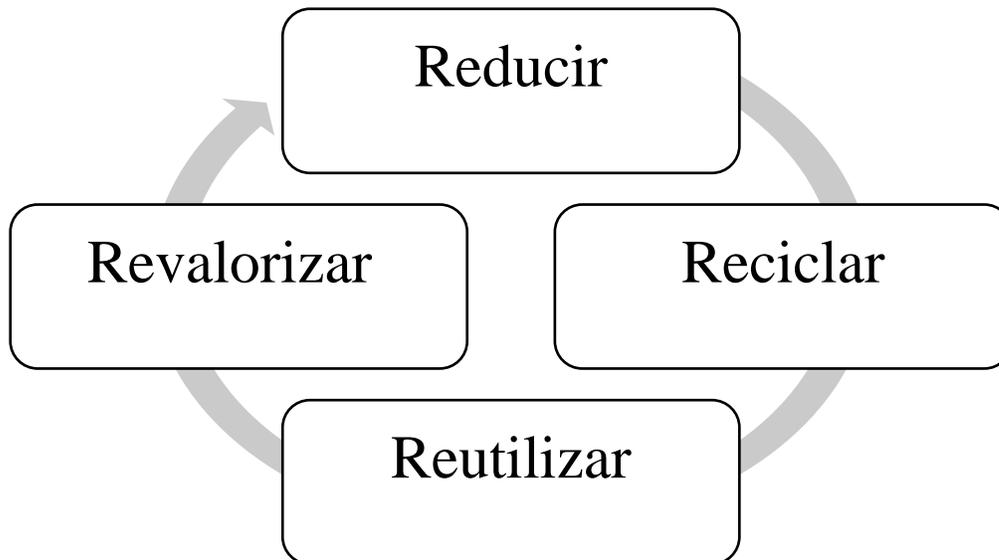
Esta situación conlleva entonces a que se busquen alternativas que permitan contrarrestar el alto consumo de material plástico y la explotación de recursos naturales para su producción, alternativas como los logros en materia legislativa que se han obtenido en Colombia. De otra parte, se necesita potenciar la cadena del reciclaje para que los residuos sean incluidos como materia prima o insumo para industrias como la textil, de construcción con la fabricación de madera plástica y refuerzo para concreto, elaboración de elementos de aseo, elementos en la industria automotriz, parques temáticos entre otras.

3.1. Gestión de los residuos sólidos

Para empezar este análisis, es importante tener en cuenta, el análisis que demuestra el ciclo que se genera comúnmente a nivel mundial para el tratamiento de los residuos sólidos, el cual se establece a través de las relaciones expuestas en la Figura 1.

Figura 1.

Ciclo en el modelo de gestión de residuos orgánicos.

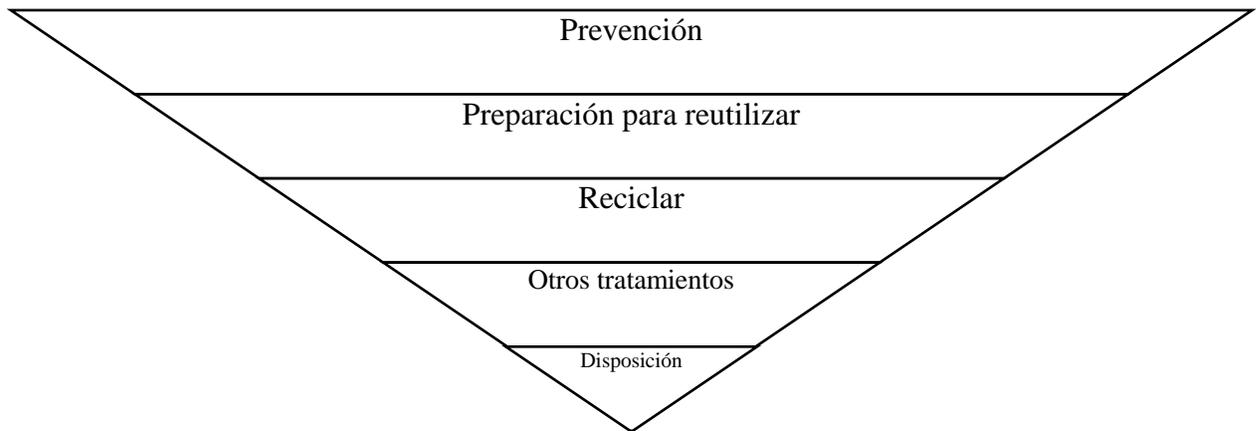


Nota. La figura representa el modelo actual del ciclo de gestión de residuos sólidos en municipio de Quibdó tomado de: Alvarado, I. (2010). La industria en países desarrollados. Bogotá, Colombia: editorial Board.

En primer lugar, Reducir implica establecer una simplificación en el uso de los materiales y recursos necesarios para el desarrollo de cualquier actividad productiva o humana (Ortiz, 2010). El reciclaje se ejerce cuando los residuos son recolectados y transformados en un nuevo material que puede ser incorporado al ciclo productivo (Alvarado, 2010). La reutilización permite que se vuelva a utilizar el residuo sin que exista un procesamiento del material con el fin de reducir el volumen de residuos y su impacto sobre el ambiente. Finalmente, la revalorización incluye el desarrollo de todas las actividades anteriores, a través de las cuales se orienta un proceso integral que permite clasificar y separar los residuos orgánicos.

Un elemento central asociado a la gestión de los residuos sólidos es la prevención, entendida en este caso como un factor estratégico mediante el cual se genera sensibilización en la población, y se orienta el tratamiento efectivo de los residuos sólidos. En la Figura 2 se muestra el esquema general o jerarquía en estos procesos de gestión:

Figura 2.
Jerarquía en la gestión de residuos.



Nota. La figura representa los principios de la jerarquía para la gestión de los residuos sólidos

Con base en estos principios, los modelos de gestión de residuos sólidos incluyen generalmente consideraciones que orientan las actividades descritas en la Figura 3, teniendo además en cuenta las apreciaciones de autores tales como Sánchez (2010) y Castañeda & Rodríguez (2016):

Figura 3.
Gestión de residuos sólidos



Nota. La figura representa el proceso de la adecuado para una correcta gestión de residuos sólidos

Clasificación en origen: Se establece un proceso de separación de los residuos a través del uso de contenedores con las características adecuadas según los materiales que se clasifican. Por otro lado, los contenedores deben ser adecuados para que puedan ser transportados sin generar ningún tipo de derrame o desperdicio.

Almacenamiento: En el proceso de almacenamiento es importante que los residuos sean aislados a través de un proceso de separación selectiva. Lo anterior permite identificar fácilmente las áreas y etapas del proceso que generan más residuos, con el fin de establecer mejores formas de control. Se debe contar con áreas en donde se efectúen los procesos de cargue, descargue y almacenamiento de los residuos. Las zonas deben estar señalizadas y contar con todos los controles necesarios para evitar cualquier tipo de accidentes.

Transporte: Se deben describir en un formulario los residuos que van a ser transportados y dispuestos, con el fin de realizar el seguimiento desde donde se generan hasta su destino final. Este formulario ayudará a planificar la disposición de residuos en el futuro. Los contenedores que se lleven a los transportes deben estar claramente identificados con el fin de evitar que se mezclen y resulten contaminados, ya que se pueden convertirse en peligrosos y de difícil disposición. Los vehículos destinados para tal fin deben contar con contenedores apropiados a fin de que la carga depositada en ellos quede estable y protegida, evitando pérdida o escurrimiento del material húmedo durante el transporte.

Disposición final: En parte los problemas de la gestión de los residuos obedecen a su volumen, a los costos de transporte y a la deficiente asignación de sitios de disposición. Sin embargo, la disposición se encuentra relacionada con los procesos de reciclaje y reutilización, por lo cual las empresas deben mejorar constantemente estos procesos para que se refleje en una mejor disposición final.

Evaluación: Todo el proceso debe ser evaluado y verificado con el fin de identificar las problemáticas y limitaciones con el fin de tener una mejora en el proceso. La idea es actualizar constantemente el ciclo e incidir favorablemente en los factores que arrojan una evaluación negativa. Se deben establecer indicadores que permitan medir la cantidad generada en cada fase de la obra, además de métricas para determinar el tipo de residuos, orientando de esta manera la separación, almacenamiento, transporte y distribución final.

De acuerdo con Ortiz (2010), la política de gestión de residuos debe incluir esquemas y procesos sistematizados que permitan establecer un orden de preferencia para la eliminación de los

desechos, y que de esta manera se puedan establecer jerarquías de acuerdo con las necesidades de tratamiento de cada tipo de residuo. Otro elemento importante en la orientación de los sistemas de gestión ambiental relacionados con el tema de los residuos sólidos reside en que exista un marco legal fuerte que estipule y reglamente todas las actividades y normas asociadas con la gestión de residuos.

Por otro lado, Pires y Chang (2011) resaltan la importancia de promover el desarrollo de un enfoque participativo, a través del cual sea posible integrar a las comunidades en los procesos de reciclaje y reutilización de los residuos. Lo anterior implica promover el desarrollo de procesos de capacitación para que en las familias se aprenda todo lo relacionado con la disposición, la gestión la reutilización de los residuos. Finalmente, es preciso hacer uso de diversos instrumentos para estimular la prevención de altos niveles de consumo y el reciclaje, a través de incentivos económicos a empresas y comunidades.

Se puede observar que la gestión de residuos sólidos promueve como elemento central el desarrollo de nuevas formas de valoración que inciden de manera satisfactoria en el bienestar de la población y la protección de los recursos naturales. Sin embargo, como lo explican Pires y Chang (2011), es clave que cualquier estrategia diseñada para reducir los impactos ambientales esté vinculada a un proceso de planificación que permita observar las necesidades de cada territorio, reconocer las problemáticas y desarrollar redes de cooperación que incluyan la participación de todos los actores: la población, las instituciones del Estado y las entidades privadas.

En el diseño de modelos de gestión ambiental y control en la generación de los residuos sólidos se deben integrar estos elementos a un análisis sobre las problemáticas que generan impactos ambientales negativos, con el fin de ayudar a mejorar no solo en lo que tiene que ver con prevención, reducción de la contaminación y uso eficiente de los recursos naturales, sino también a potenciar el crecimiento y la competitividad de las regiones a través de la instalación de nuevas capacidades entre la población.

3.2. Problemáticas de gestión de residuos sólidos

Factores como el crecimiento demográfico, el desarrollo urbano y el crecimiento acelerado de las industrias han generado mayores niveles de producción y eliminación de residuos sólidos. Esto da como resultado la apertura de una mayor cantidad de vertederos e incineradores, alterando el

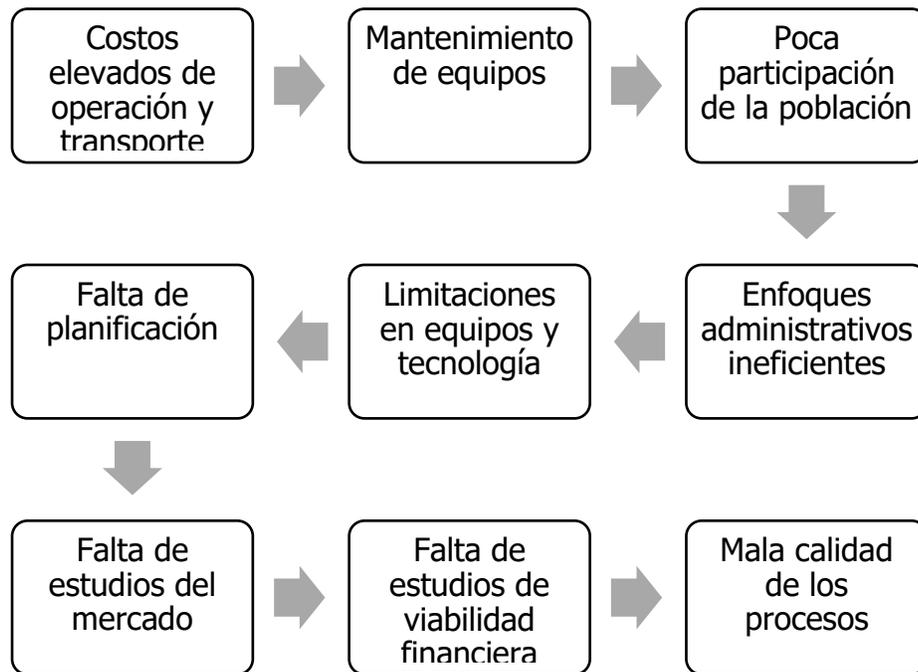
paisaje y provocando impactos negativos en el ambiente rural y urbano (Salamanca, 2014). De acuerdo con las apreciaciones de Ruggieri, Cadena y Martínez (2009), este complejo panorama, que amenaza el bienestar, salubridad y calidad de la vida de las poblaciones, ha obligado a los gobiernos a promover el diseño de políticas públicas que orienten procesos de tratamiento efectivo en la gestión integral de los residuos sólidos, por medio del diseño de sistemas ambientales que permitan integrar las diferentes fases de acopio, recolección, tratamiento, reciclaje y aprovechamiento, con la finalidad de fortalecer el mantenimiento de la calidad del ambiente desde una perspectiva asociada a la sostenibilidad y al desarrollo de las comunidades. Sin embargo, más allá de elementos asociados al crecimiento demográfico y a las dinámicas de desarrollo poblacional, autores tales como Sáez y Urdaneta (2014), señalan que el aumento continuo en la generación de residuos sólidos se debe también a cambios culturales que se experimentan en las sociedades modernas, en la medida en que las personas relacionan la calidad de vida con la capacidad de consumo, situación que da como resultado una mayor generación de residuos: “Las actividades antrópicas han generado desarrollo de la economía y con ello lo que se conoce como consumismo; al día de hoy se presenta como resultado un incremento de residuos o materiales que son descartados” (Chávez y Rodríguez, 2016, p. 90).

Las situaciones problemáticas en torno a la gestión de los residuos sólidos impactan en la calidad de los suelos y del aire, afectan considerablemente el paisaje, elevan el riesgo de incendios debido a la acumulación de residuos, contaminan las fuentes hídricas, incrementan la percepción negativa del espacio público y aumentan la presencia de enfermedades e infecciones. Frete a ellas han sido notables los esfuerzos desarrollados en cada país por promover campañas de concientización, sensibilización y educación ambiental con miras a mejorar las posibilidades de desarrollo sostenible a través de la educación en gestión de residuos sólidos (Sánchez, 2010).

Según Mazzeo et al. (2010), estos esfuerzos han derivado en la creación y el diseño continuo de nuevas estrategias y alternativas para promover el aprovechamiento de los residuos, especialmente como fuentes de generación alternativa de materias primas y de energía. Es preciso, por lo tanto, seguir avanzando en una gestión segura y eficiente de los residuos sólidos que fomente la colaboración dentro de las sociedades y que no comprometa el uso de la calidad de los recursos naturales (Juul et al., 2013). Para finalizar este apartado, y de acuerdo con un

proceso inicial de revisión de literatura, en la figura 4 se esquematizan las principales razones que afectan el desarrollo de una gestión eficiente en el tratamiento de los residuos sólidos

Figura 4.
Principales limitaciones en la gestión de residuos



Nota. La figura representa las principales limitaciones en la gestión de los residuos sólidos

Estas problemáticas se hacen más evidentes cuando se habla de contextos que presentan altos niveles de vulnerabilidad social, pobreza e inequidad, pues la atención de los gobiernos se enfoca en el desarrollo de otro tipo de actividades que garantice un cubrimiento mínimo de los servicios de asistencia social y el tema de la gestión de residuos no se incluye en las agendas. Sin embargo, el problema es que la falta de esta gestión también genera afectaciones al bienestar de la población, además de promover más vulnerabilidad y pobreza, razón por la cual se precisa del desarrollo continuo de sistemas de gestión ambiental, los cuales se establezcan a través de procesos adecuados de planeación y diseño, con fases que permitan entender las condiciones del mercado, las necesidades del municipio, los recursos necesarios y las posibilidades que existen de financiación de los proyectos.

4. MARCO LEGAL

Para referirse a las leyes relacionadas con el manejo de residuos sólidos se inicia con la Constitución Política de Colombia de 1991, la cual menciona el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente y la prohibición del ingreso de residuos nucleares o tóxicos al territorio nacional.

Por otro lado, se tiene la Ley 2811 de 1974 que se encarga de dictaminar el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y la Protección Ambiental, la cual en el Título III describe la reglamentación del manejo de los residuos, basuras, desechos y desperdicios en donde se deben desarrollar métodos que contribuyan en la defensa del medio ambiente, así como la defensa de cualquier otro ser vivo. Se busca desarrollar nuevos métodos para el tratamiento, recolección, disposición final de los residuos sólidos, prohibiendo la descarga de dichos residuos u otros componentes que causen daños en el suelo o le generen molestias a algún individuo. Seguido a esto, se explican los factores a tener en cuenta en el procesamiento final de residuos y desechos, en donde estos deben estar a toda costa el deterioro del medio ambiente o afectar negativamente la salud de un ser humano. De igual manera, es necesario generar nuevos bienes, reutilizar los componentes y restaurar los suelos.

La Ley 99 de 1993 denominada ley general ambiental de Colombia, establece la creación del Ministerio del Medio Ambiente que se encarga de regir el medio ambiente y los residuos naturales renovables que se generen e impulsar una relación de respeto entre el hombre y la naturaleza. Además, se organiza el sistema Nacional Ambiental (SINA), el cual es un conjunto de organizaciones, normas, sistemas de información, entre otros que se encarga de desarrollar los principios generales ambientales.

La Ley 142 de 1994, por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios, los cuales se encargan de suplir las necesidades básicas en cuanto a saneamiento básico domiciliario y salubridad para la población en general. Algunas empresas encargadas de dichos servicios se encargan del acueducto, el alcantarillado, el aseo, entre otros; estos deben seguir pautas y procesos que en su mayoría se describen en la mencionada ley. En cuanto al servicio de aseo, se deben tener en cuenta las actividades complementarias como el transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos.

La Ley 1252 del 2008, define residuos y desechos peligrosos y dictamina las normas y prohibiciones. Los generadores de dichos residuos tienen la obligación de realizar pruebas

microbiológicas o fisicoquímicas con la finalidad de identificar el grado de peligrosidad que posee cada tipo de residuo, así como crear planes e informar a proveedores y otras entidades su correcto almacenamiento, recolección, transporte, disposición final, entre otros procedimientos de estos residuos,

La Ley 1801 de 2016, por la cual se expide el Código Nacional de Policía y Convivencia, el cual, como se señala en su respectivo título, se encarga de especificar las correctas conductas ciudadanas. En el capítulo I, artículo 94, se detallan los comportamientos relacionados con la salud pública, entre ellos se menciona que un buen acto ciudadano es separar los residuos sólidos al depositarlos en un lugar específico destinado para su adecuado tratamiento. Por otro lado, en el capítulo II, artículo 111, se describen los comportamientos contrarios a la limpieza y recolección de residuos y escombros y las malas prácticas habitacionales, algunos de estos describen acciones de la incorrecta manipulación de residuos sólidos, restringe el hecho de arrojar residuos en sitios públicos no autorizados por una autoridad competente. En el caso de las empresas de Aseo, el Código aclara que no debe recoger los desechos y residuos sólidos en los horarios contrarios a los establecidos por estas. Así mismo menciona las sanciones a las que puede haber lugar por dichos comportamientos.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados y hallazgos del proceso de investigación de una muestra poblacional en el municipio de Quibdó desarrollado conjuntamente con el apoyo de una organización internacional. El objetivo de esta investigación fue conocer la situación actual de la gestión de residuos sólidos plásticos y la viabilidad financiera del Centro de Recepción, Clasificación, Recuperación y Aprovechamiento de estos residuos en los barrios Los Castillos, Alameda, Margaritas, Chamblun, Garcia Gómez, Yesquita, San Martín, Pablo VI, Niño Jesús y San Vicente, ubicados en el municipio de Quibdó.

Lo primero que se llevó a cabo en este proceso fue realizar un diagnóstico del manejo de residuos que se generan actualmente para conocer el territorio, la situación socioeconómica real y la forma en la cual se manejan los residuos en cuanto a disposición, tratamiento y percepción de la población de estos elementos. Lo segundo que se realizó fue revisar las especificaciones técnicas y operativas necesarias para el adecuado aprovechamiento de residuos. Luego de esto, se desarrolla un estudio de los materiales plásticos con el fin de identificar el material aprovechable y se hace un reconocimiento de mercado. Para finalizar, se realiza un análisis financiero con el propósito de determinar la viabilidad del proyecto. En el Anexo A se puede observar detalladamente los resultados a lo de esta etapa del proyecto.

5.1. Etapa 1: Diagnóstico de la gestión actual de los residuos sólidos - plásticos al botadero “El Marmolejo”

Esta sección hace referencia a la descripción de las generalidades de la zona de estudio, es decir, el municipio de Quibdó capital del departamento del Chocó.

5.1.1. Localización Geográfica

El área objeto de estudio es el municipio de Quibdó capital del departamento del Chocó, se encuentra ubicado en la zona central y oriental de dicho departamento (figura 5). Está situado a 5°41'15" de latitud norte y 76°39'40" de longitud oeste de Greenwich, con una posición estratégica al margen derecho del río Atrato sentido Sur Norte, una de las principales fuentes hídricas del Chocó; cuenta con una altura sobre el nivel del mar de 43 metros, temperatura media en 28°C (Unidad de Manejo y Análisis de Información Colombia, 2017).

Actualmente, según la información derivada del Censo Nacional de Población y Vivienda de 2018 por el DANE, el Municipio de Quibdó cuenta con 129.237 habitantes.

Figura 5.

Localización geográfica de Quibdó.



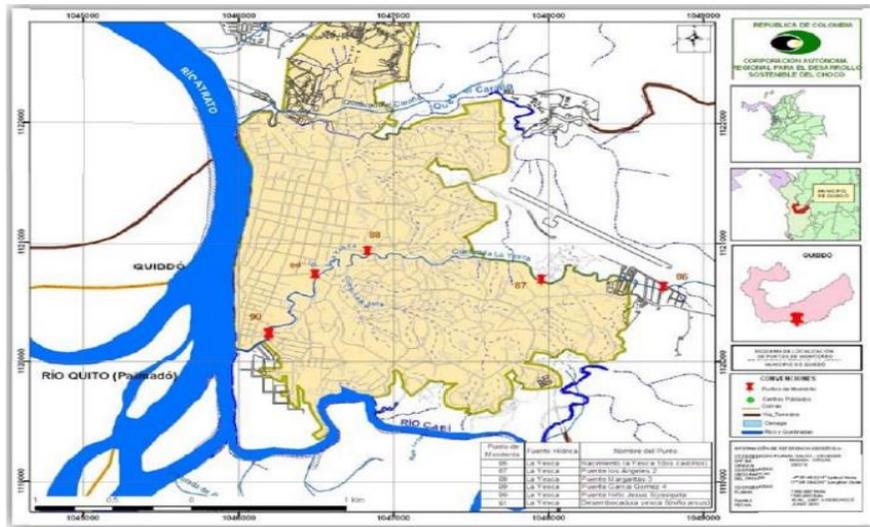
Nota. La figura representa ubicación geográfica del municipio de Quibdó en el mapa del departamento de Chocó, tomado de: Alcaldía Municipal de Quibdó (2016). Plan de Desarrollo del Municipio de Quibdó 2016 – 2019. Seguimos avanzando hacia la paz. Quibdó: Alcaldía de Quibdó. Recuperado de <https://colectivoarquitectoslocales.files.wordpress.com/2016/05/pd-version-final.pdf>

Otro componente para resaltar dentro del área de estudio es la Quebrada La Yesca, una fuente hídrica de gran importancia para el municipio de Quibdó que nace en la parte oriental de la ciudad, en un sitio denominado Alto de Granadillo, en su recorrido hacia el sur, corre paralela al Aeropuerto el Caraño y se enrumba hacia el Occidente siendo tributada por varios cuerpos de agua hasta entregar sus aguas al río Atrato (ver figura 6). Tiene un área de 263,48 Ha, que representa el 15,95% del área urbana (POT, Quibdó, 2001).

Y es importante mencionar este cuerpo de agua para el estudio ya que dentro del desarrollo del proceso investigativo se llevaron a cabo recorridos de identificación en la zona alta, media y baja de la cuenca, lo cual permitió evidenciar los principales conflictos ambientales que en ella se presentan, entre los que se pueden anotar la existencia de conexiones erradas, producto de la serie de asentamientos irregulares que se han construido, la ocupación de los espacios del agua, la falta de planeación, la disposición inadecuada de residuos. Esto último se evidencia

especialmente en el cauce y en la ronda con la presencia de desechos orgánicos e inorgánicos y escombros, de igual forma se obtuvieron muestras tanto de suelo como de agua, las cuales fueron sometidas a análisis para efecto del estudio que en el presente documento se presentan en los resultados.

Figura 6.
Quebrada la Yesca – Mapa de Estaciones de monitoreo

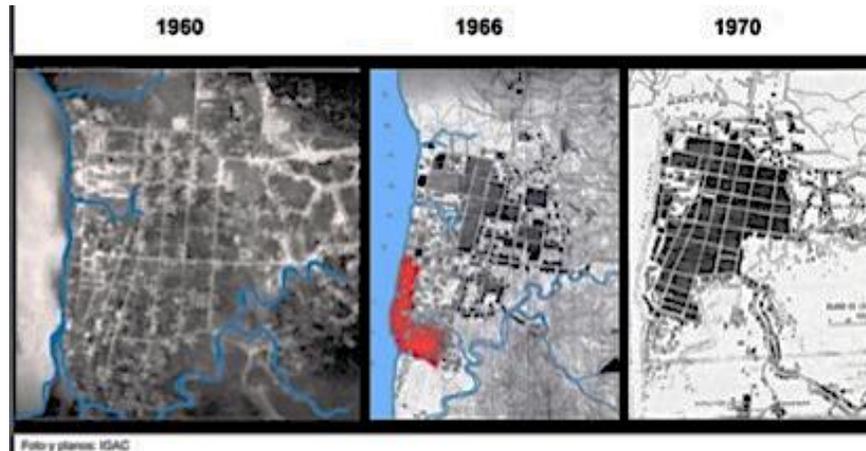


Nota. La figura representa el crecimiento de unidades residenciales alrededor de la quebrada la Yesca a través del tiempo tomado de: Alcaldía Municipal de Quibdó (2016). Plan de Desarrollo del Municipio de Quibdó 2016 – 2019. Seguimos avanzando hacia la paz. Quibdó: Alcaldía de Quibdó. Recuperado de <https://colectivoarquitectoslocales.files.wordpress.com/2016/05/pd-version-final.pdf>

Como se puede observar en la figura 6, se ha generado un crecimiento en los asentamientos de la quebrada la Yesca a lo largo de los años, esto debido al abuso en la zona con relación a construcciones ilegales y no planificadas adecuadamente, lo cual se puede denominar como un crecimiento informal no planificado

Figura 7.

Mapa evolución de los asentamientos la quebrada la Yesca (1960-1970)

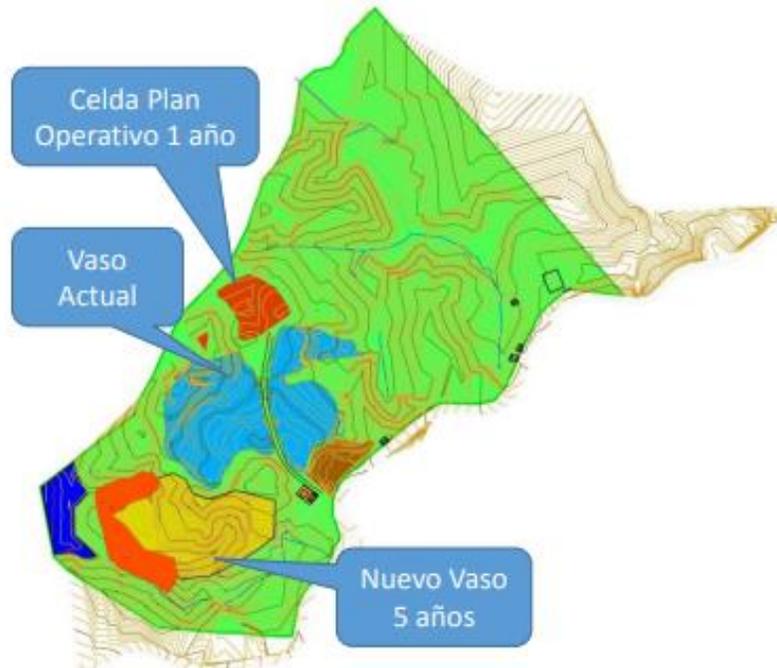


Nota. La figura representa la evolución en 10 años de los asentamientos en la quebrada la Yesca tomado de: Vidas, B. M. (septiembre de 2015). Plan integral de intervención para el pacífico Colombiano. Obtenido de rightsindevelopment: https://ewsdata.rightsindevelopment.org/files/documents/56/IA-DB-CO-L1156_wd3VJxc.pdf

En cuanto al botadero a cielo abierto denominado “El Marmolejo”, está ubicado a 3 km del Municipio sobre la margen derecha de la vía que de Quibdó conduce a la ciudad de Medellín, en un terreno muy cercano al aeropuerto “El Caraño”, a menos de 3 kilómetros en línea recta, lo cual ha generado dificultades en la operación aérea por la colisión de las aeronaves gallinazos que frecuentan el botadero (Anexo B) (Vidas, 2015).

Mediante contrato de consultoría de febrero de 2015 se elaboraron estudios y diseños de cierre y clausura, así como los de un nuevo vaso (ver figura 4), del sitio de disposición final “Marmolejo” en la ciudad de Quibdó. Así mismo, se destaca que actualmente se adelantan los estudios y diseños para un relleno sanitario regional, que serviría a los municipios de Quibdó, Cértegui, Atrato, Lloró, Unión Panamericana, Tadó, Istmina, Condoto, Medio San Juan y El Cantón del San Pablo. Las contrataciones de la consultoría e interventoría han estado en cabeza de la empresa Aguas del Chocó, gestor del Proyecto de Agua Potable del Plan Departamental de Agua (PDA) del Departamento. (Vidas, 2015).

Figura 8.
Mapa de Marmolejo.



Nota. La figura representa la ubicación del sitio de disposición final – Botadero “Marmolejo” del municipio de Quibdó tomado de: Alcaldía Quibdó. (27 de junio de 2012). *Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres del Municipio de Quibdó.* Obtenido de <http://quibdo-choco.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/Plan%20Municipal%20de%20Gesti%C3%B3n%20del%20Riesgo%20de%20Desastres%20del%20Municipio%20de%20Quibd%C3%B3%20PMGRD.pdf>

5.1.2. Situación socioeconómica de Quibdó

Durante varios años, el indicador de pobreza ha estimado que la capital del Chocó, Quibdó, duplica la tasa de pobreza de todas las capitales de los departamentos del Pacífico, y es cerca de tres veces mayor que la de las principales ciudades del país, llegando a tener como máximo el 53% de pobreza durante el año 2010. A pesar de que ha ido disminuyendo en los últimos años, estudios realizados han indicado que para el año 2017, aproximadamente el 17% de la población no logran los ingresos suficientes para adquirir la canasta básica familiar. Así mismo, durante el año 2017, se determinó que, en todas las capitales del país, la pobreza disminuyó 4,9 pp, a excepción de Quibdó, capital donde aumentó 2,7 pp (Robledo-Caicedo, 2019).

- **Pobreza y necesidades básicas insatisfechas:** Indicadores de calidad de Vida, Calidad de vivienda, índice de servicios públicos y el nivel educativo reflejan que estas necesidades encuentran por debajo del promedio nacional, y el ingreso promedio por habitante es la mitad del Nacional, actualmente la población con NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas) corresponde a 83,99%. En el total de personas económicamente activas, el 35,5% son mujeres que laboran en actividades en el hogar sin ninguna remuneración, lo que repercute en los ingresos familiares y la satisfacción de sus necesidades básicas y en la adquisición de productos de la canasta familiar. Sólo el 11% de la fuerza laboral corresponde a empleados, de los cuales el 6,4% están vinculados laboralmente al gobierno, y el 58,2% son personas que han optado trabajar por cuenta propia o hacen parte de la economía informal (Alcaldía Quibdó, 2012).
- **Educación:** Quibdó cuenta con 17 instituciones educativas públicas en el área urbana y 1 en el área rural, 9 centros educativos públicos rurales y 14 centros educativos privados y 7 Instituciones de educación superior (Alcaldía Quibdó, 2012).
- **Actividades productivas:** La agricultura constituye su actividad primaria y la principal fuente de subsistencia, los hombres con hacha y algunas veces con motosierra, hacen la socola y tumba del monte. Se siembran cultivos de plátano, arroz, maíz, yuca y caña por lo general con técnicas rudimentarias de agricultura (denominada y conocida en la región como agricultura “a Chuzo”). Excepcionalmente comercializan en Quibdó el plátano, banano y maíz. Se hacen siembra con la técnica de Barbechos a orillas de las quebradas y caños los cuales rotan cada dos a cuatro años. La caza se realiza exclusivamente para el consumo, las especies que con más frecuencia consumen son Guagua, el Tatabro y algunas aves. El sector pecuario sigue en importancia, representado por la cría de cerdos y algunas aves, realizan además la pesca de Sardinas, Guacuco, Mojarra, Nicuro y Rollizo (Alcaldía de Quibdó)

5.1.3. Situación de residuos Sólidos en el municipio de Quibdó

El escenario en cuanto a residuos sólidos en la ciudad de Quibdó es una situación que manifiesta pobreza y a su vez refleja una población con poca educación en la disposición adecuada de los residuos. Esto no solo sucede en este municipio, sino, es una problemática a nivel nacional ya que en Colombia el plástico es el segundo tipo de residuo sólido más generado después de los residuos de alimentos con un 13 % y 81 % respectivamente (Jaramillo, 2008). Teniendo esto presente, los residuos plásticos son un problema mayor, que si bien es

una situación que se presenta en todo un país, de manera específica se ve reflejado, a través de esta investigación, en la quebrada la Yesca y en general en todo el municipio. Se pueden observar algunas problemáticas como la afectación al cuerpo de agua por la disposición inadecuada de los residuos plásticos a nivel municipal y en algunos puntos críticos dentro del casco urbano. Situación no solo crítica a nivel medioambiental sino también a nivel de salud pública.

En cuanto a usuarios del Servicio de Aseo en el municipio, es importante mencionar que los usuarios se ubican en los estratos 1, 2 y 3 (Tabla 1). El 56 % se encuentra en estrato 1, lo que indica que es la principal población a considerar. Adicional a esto, el 7,9% corresponde al sector comercial, el cual hace un importante aporte en materia de generación de residuos, lo cual se pudo evidenciar con los distintos en distintas zonas del municipio.

Tabla 1.
Estratificación socioeconómica en el municipio de Quibdó

Tipo Usuario	N° de Usuarios	Porcentaje Tipo Usuario
Estrato 1	15.854	56 %
Estrato 2	6.312	22,5%
Estrato 3	3.301	11,8%
Estrato 4	29	0,1%
Comercial	2.211	7,9%
Industrial	26	0,1%
Oficial	282	1%
Provisional	5	0,02%
TOTAL	28.020	100%

Nota. La figura representa el sistema de estratificación socioeconómica en Quibdó tomado de: Asociación para el Desarrollo Socioeconómico, Cultural y Ambiental (ASODEAM). (2015). Actualización y Ajustes del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Quibdó, Choco 2015 – 2026. Recuperado de <http://quibdo-choco.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/PGIRS%20actualizado%202015-2026.pdf>

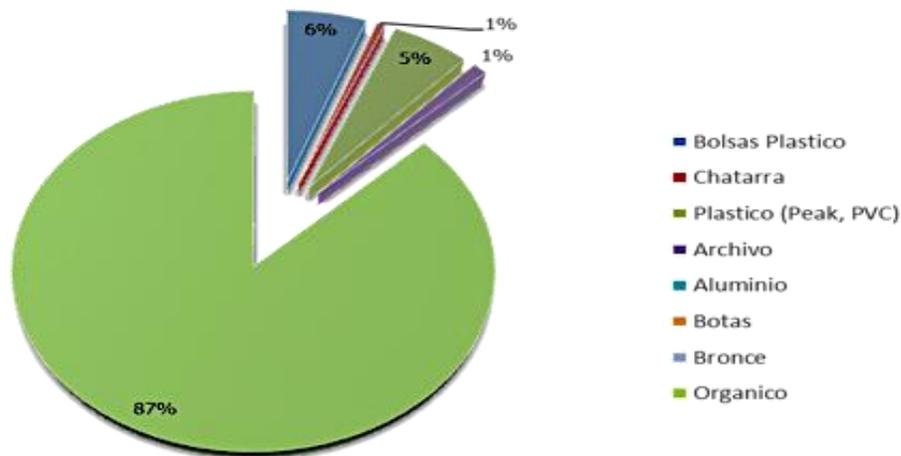
Para hacer la separación de los residuos sólidos desde la fuente, se requiere educar a las personas que los generan, formando un nuevo hábito de separar los residuos entre orgánicos y reciclables. Siguiendo el lineamiento que el gobierno nacional emitió por medio del nuevo código de separación a partir de la Resolución 2184 de 2019 expedida por el Ministerio de Ambiente y

Desarrollo Sostenible – MADS, la cual establece el color verde para residuos orgánicos aprovechables, el blanco para residuos aprovechables (plástico, vidrio, metales, papel y cartón, entre otros) y el negro para los residuos no aprovechables (Ojeda, 2019). Se debe realizar una sensibilización que haga posible una transformación de la percepción de la población de la importancia de disponer correctamente los residuos. Un proceso que hace parte de esta sensibilización, es enseñar la correcta separación de los residuos, tanto en el consumidor final como en los trabajadores de las empresas de reciclaje con el propósito de lograr una adecuada separación de residuos y así garantizar el éxito en el inicio de la cadena de reincorporación a la cadena productiva.

De lo anterior y considerando la información registrada en la Tabla 1 se establece la relevancia de enfocar inicialmente las acciones en los dos segmentos poblacionales que generan la mayor cantidad de residuos: El primero es la población de estrato 1, en el que se encuentra el mayor número de usuarios y el segundo es el sector comercial.

La caracterización entorno a la generación de los residuos sólidos del municipio de Quibdó es la principal herramienta para determinar el costo económico y ambiental de la planeación de un Centro para el aprovechamiento de los residuos sólidos, especialmente el plástico, se evidencia en la Gráfica 1.

Figura 9.
Proporción de residuos generados en el área urbana en Quibdó



Nota. La figura representa va cantidad de residuos sólidos generados en municipio de Quibdó tomado de: Asociación para el Desarrollo Socioeconómico, Cultural y Ambiental (ASODEAM). (2015). Actualización y Ajustes del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Quibdó, Choco 2015 – 2026. Recuperado de <http://quibdo->

5.1.4. Sistema de recolección en Quibdó

El Servicio de Aseo en el municipio de Quibdó solo se presta en el área urbana, con una cobertura del 92,4% (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2019). La frecuencia del servicio de recolección en el centro del municipio es diaria, en los barrios periféricos se hace tres veces por semana, entre las 6:00 am y las 2:00 pm y de 2:00 pm a 10:00 pm (Chalá, 2018). Se cuenta con cinco vehículos que prestan el servicio a lo largo de las seis comunas del municipio en 18 micro rutas Comuna 1: zona norte. Comuna 2: Porvenir - Platina. Comuna 3: anillo central. Comuna 4: San Vicente - Niño Jesús. Comuna 5: Medrano y zona sur. Comuna 6: Jardín de Quibdó, a través de 18 micro rutas. Además del servicio público de aseo, también está la presencia de empresas prestadoras de servicios para el Manejo de Residuos Sólidos en el municipio de Quibdó. Dichas empresas cuentan con el aval de la autoridad ambiental CODECHOCÓ, estas se relacionan en la Tabla 2.

Tabla 2..
Empresas de reciclaje presentes en Quibdó

Nombre del establecimiento	Descripción de actividad	Disposición final
Córdoba Sánchez Mario Edgar	Reciclan plásticos, vidrios, cartones, concha de plátano, cáscara de huevos, bolsa de arroz, pitillos y toda actividad lícita.	Transportados hasta las instalaciones de la empresa ASEI S.A.S. en la ciudad de Medellín
Recicladora Tomas Pérez	Reciclan plásticos, vidrios, cartones, papel, chatarras entre otros.	Transportados hasta las instalaciones de la empresa ASEI S.A.S. en la ciudad de Medellín.
COOPRUQ	Reciclan plásticos, vidrios, cartones, papel, chatarras entre otros.	Transportados hasta las instalaciones de la empresa ASEI S.A.S. en la ciudad de Medellín.

Otalvaro Cardona Juan David	Compra y venta de aluminio, cobre, hierro, cartón, plomo, vidrio, baterías, plásticos.	Transportados hasta las instalaciones de la empresa ASEI S.A.S. en la ciudad de Medellín.
-----------------------------------	--	---

Nota. Esta tabla muestra el número de empresas recicladoras registradas en Quibdó tomado de: Ortega, Marin y Elmira. (2021). Problemas de la Generación, Disposición y Tratamiento de los Residuos Sólidos en el Municipio de Quibdó, Colombia. *Produccion mas limpia*, 1-14. Obtenido de <file:///D:/Respado/Downloads/2752-Textodelarticulo-210214882-1-10-20220111.pdf>

Una de las mayores problemáticas que tiene el municipio es su sistema de recolección, puesto que, este no tiene alcance a todos los barrios precisamente por su estructura arquitectónica, es decir no se llega al 100 % de la población. Esta problemática se pretende mitigar mediante dos frentes, la educación y una entidad u organización que logre captar estos residuos y así poder darles un tratamiento adecuado.

Los estudios estadísticos y de proyección en la recolección y generación de residuos con mayor relevancia en el municipio de Quibdó son del año 2015 y fueron realizados por el Consultor ASODEAM. Para esta fecha, el análisis de datos expuso que en el botadero “Marmolejo” del municipio de Quibdó se depositan, en promedio, diariamente 71,8 Toneladas de residuos sólidos (ASODEAM, 2015), tal como se puede apreciar en la Tabla 3.

Tabla 3.

Resumen de Generación de residuos sólidos en el Municipio de Quibdó

ITEM	CANTIDAD
TOTAL, DE RESIDUOS DIARIOS	71.816 Kg
TOTAL, DE RESIDUOS SEMANA	430.898 Kg
TOTAL, DE RESIDUOS MES	1.723.592 Kg
TOTAL, DE RESIDUOS AÑO	20.683.104 Kg
TOTAL, DE RESIDUOS AÑO	20.683Ton
DENSIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS COMPACTADOS	1060 kg/m ³

Nota. La tabla muestra la cantidad de residuos sólidos generados en el municipio de Quibdó tomado de: Asociación para el Desarrollo Socioeconómico, Cultural y Ambiental (ASODEAM). (2015). Actualización y Ajustes del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Quibdó, Choco 2015 – 2026. Recuperado de <http://quibdo-choco.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/PGIRS%20actualizado%202015-2026.pdf>

Teniendo en cuenta los datos expuestos anteriormente, y la proyección poblacional del municipio de Quibdó para 2015, se estimó el valor de 0.616 kg/Hab*día producción per cápita en el casco urbano del municipio, de igual forma, se llevó a cabo la proyección de generación de residuos sólidos durante los próximos 15 años, teniendo en cuenta la tasa de crecimiento de la población por el DANE (1.15%) (ASODEAM, 2015), estos datos se observan en la Tabla 4.

Tabla 4.

Proyección de Generación de residuos sólidos en el Municipio de Quibdó.

Año	Población	Kg/Hab*día	Cantidad de residuos sólidos Generados					
			Masa (Kg/Toneladas)			Volumen m ³		
			diaria Kg/día	anual Ton/año	acumulad o(Ton /año)	diaria m ³	anual m ³	acumulad o(m ³ /año)
2015	115.711	0,617	71.450	26.079	26.079	67,4	24.603	24.603
2016	117.447	0,627	73.610	26.867	52.947	69,4	25.347	49.950
2017	119.208	0,636	75.834	27.680	80.626	71,5	26.113	76.063
2018	120.996	0,646	78.127	28.516	109.142	73,7	26.902	102.965
2019	122.811	0,655	80.488	29.378	138.521	75,9	27.715	130.680
2020	124.654	0,665	82.921	30.266	168.787	78,2	28.553	159.233
2021	126.523	0,675	85.427	31.181	199.967	80,6	29.416	188.649
2022	128.421	0,685	88.009	32.123	232.091	83,0	30.305	218.953
2023	130.348	0,696	90.669	33.094	265.185	85,5	31.221	250.174
2024	132.303	0,706	93.409	34.094	299.279	88,1	32.165	282.339
2025	134.287	0,717	96.233	35.125	334.404	90,8	33.137	315.476
2026	136.302	0,727	99.141	36.187	370.591	93,5	34.138	349.614
2027	138.346	0,738	102.138	37.280	407.871	96,4	35.170	384.784
2028	140.421	0,749	105.225	38.407	446.278	99,3	36.233	421.017
2029	142.528	0,761	108.406	39.568	485.846	102,3	37.328	458.346
2030	144.666	0,772	111.682	40.764	526.610	105,4	38.457	496.802

Nota. La tabla muestra la proyección de la generación de residuos sólidos en el municipio de Quibdó tomado de: Asociación para el Desarrollo Socioeconómico, Cultural y Ambiental (ASODEAM). (2015). Actualización y Ajustes del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Quibdó, Choco 2015 – 2026. Recuperado de <http://quibdo-choco.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/PGIRS%20actualizado%202015-2026.pdf>

Es por esto que, se hace necesario contar con un sistema de aprovechamiento que contribuya a mitigar el potencial impacto negativo que puede generar la cantidad de residuos que se disponen de manera inadecuada en el municipio de estas cifras el 87% corresponde a material orgánico y el 11% corresponde a material plástico, representado en bolsas plásticas, plástico, peak y PVC. De acuerdo con la información generada por ASODEAM en el cuarteo de los residuos sólidos se cuantificó una masa aproximada de 10.000 Kg. Los resultados se registran en la Figura 9.

De lo anterior, se puede establecer que, con la implementación de la planta de aprovechamiento de material plástico, se estaría contribuyendo de manera positiva a disminuir los efectos de contaminación por plástico (11% de los residuos generados en Quibdó), puesto que no entraría a un proceso de descomposición que puede durar miles de años, toda vez que dicho material se incluiría dentro del proceso de economía circular, beneficiando además a decenas de familias que estarían participando dentro de la cadena de comercialización de los residuos potencialmente reciclables.

El resultado del análisis entre la Tabla 1 (los estratos) vs el Gráfico 1 (clasificación de residuos), se evidencia en la siguiente tabla (Tabla 5) que nos muestra el tipo de residuo de acuerdo con los estratos del municipio, encontrando que se genera en mayor proporción los desechos orgánicos y ordinarios con un 65%, posteriormente se observa que se genera aproximadamente un 15% de desechos plásticos y un 21% de los demás desechos como vidrio, chatarra, papel, cartón, aluminio entre otros.

Tabla 5.

Composición física de residuos sólidos estratos 1, 2, 3 y 4 en el Municipio de Quibdó

Estrato socioeconómico										
Categoría	1		2		3		4		Promedio	
	Bajo Bajo		Bajo		Medio Bajo		Medio		global	
	Peso (Kg)	%	Peso (Kg)	%	Peso (Kg)	%	Peso (Kg)	%	Peso (Kg)	%
Orgánicos y Ordinarios	49049	65%	42353	62%	48024	67%	64,5	61%	46475	65%
Plástico	11017	15%	11135	16%	7024	10%	12,4	12%	9725	14%
Vidrio	3169	4%	3621	5%	3799	5%	7,9	7%	3530	5%
Chatarra	3547	5%	3211	5%	2652	4%	2,9	3%	3137	4%

Papel	5886	8%	2459	4%	6093	9%	8,9	8%	4813	7%
Cartón	1283	2%	3894	6%	3082	4%	7,3	7%	2753	4%
Aluminio	1509	2%	1639	2%	1003	1%	2,1	2%	1384	2%
Total	75460	100%	68312	100%	71677	100%	106,1	100%	71816	100%

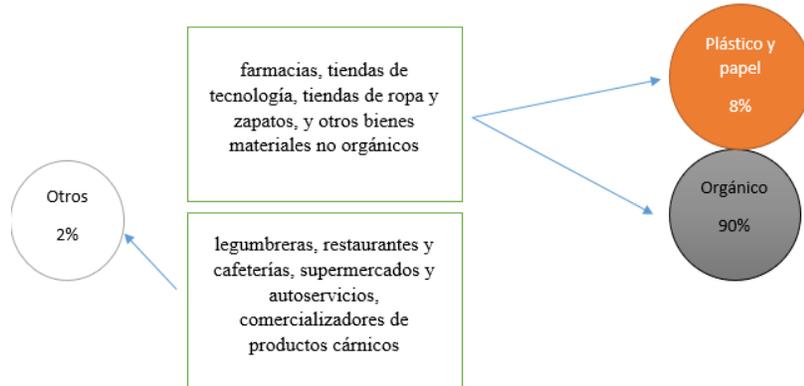
Nota. La tabla muestra la composición física de los tipos de residuos generados en los diferentes estratos en el municipio de Quibdó tomado de: Asociación para el Desarrollo Socioeconómico, Cultural y Ambiental (ASODEAM). (2015). Actualización y Ajustes del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Quibdó, Choco 2015 – 2026. Recuperado de <http://quibdo-choco.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/PGIRS%20actualizado%202015-2026.pdf>

Como resultado se encuentra que la generación de residuos plásticos en los estratos 1 y 2 es mayor, en comparación con los estratos 3 y 4, se destaca como mayor generador el estrato 1, además se observa una disminución a partir del estrato 2 a nivel global de los residuos, el residuo plástico constituye el 14 % aproximadamente del total de los residuos generados en el área urbana de Quibdó.

5.1.5. Residuos Sólidos Sector Comercial

Se describe el sector comercial, el cual, aporta una suma importante en la generación de residuos (Figura 5), este sector genera el 90% de desechos orgánicos y aproximadamente 8% en residuos plásticos y papel. Actualmente en el municipio de Quibdó no se cuenta con una ruta específica y eficaz para la recolección de los residuos en el sector comercial, el cual se sitúa principalmente en la comuna tres del municipio. Por lo general, la recolección se realiza todos los días, incluyendo los domingos.

Figura 10.
Producción de residuos en el sector comercial



Nota. la figura muestra el porcentaje de producción de residuos en el sector comercial del municipio de Quibdó tomado de: Asociación para el Desarrollo Socioeconómico, Cultural y Ambiental (ASODEAM). (2015). Actualización y Ajustes del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Quibdó, Choco 2015 – 2026. Recuperado de <http://quibdo-choco.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/PGIRS%20actualizado%202015-2026.pdf>

En gran medida, el no contar con una ruta específica para la recolección y almacenamiento de dichos residuos sólidos en el sector comercial, abre paso a la necesidad de crear un programa que permita el aprovechamiento y valoración de residuos sólidos, determinando estrategias específicas para la identificación, caracterización y tipificación de los residuos generados en el sector.

5.1.6. Identificación de empresas formales de reciclaje en el municipio de Quibdó

Se identifican las siguientes empresas (Tabla 6), las cuales son las que hacen un aprovechamiento formal de los residuos, de acuerdo con la identificación y diagnóstico realizado a través de recorridos por parte de la Alcaldía de Quibdó, se identifican 51 empresas y/o cooperativas recicladoras de residuos sólidos (Figura 6), las cuales colectan en promedio 121.020Kg/semana de residuos sólidos aprovechables inorgánicos.

Tabla 6.*Empresas formales de reciclaje en la ciudad de Quibdó*

NO.	EMPRESA	NIT	DIRECCIÓN	TIEMPO DE SERVICIO
1	COOPRUQ	818000399-0	B/Huapango	18 años
2	Los Paisas	No Tiene	B/Los Álamos	3 días
3	Chatarrería Palenque	Tienen pero no lo facilita	B/Palenque	7 años
4	Chatarrería El Caraño	29041061-01	B/Caraño Parte Baja	8 años
5	El Loco	891680011-0	B/Kennedy	7 años
6	Reciclajes del Atrato	No Tiene	B/Caraño Parte Alta	3 años
7	Chatarrería La Nueva	1032362614-2	Calle 29 -5-6 B/Cesarconto	4 años
8	Amigos del Planeta	900686940-7	Kilometro 15 Via A Yuto	2 años
9	Reciclajes del Chocó	29-047282-01	Calle 26 # 26-13 B/La Esmeralda	3 años
10	Recicladora Tomas Perez	29-042802-01	B/ Tomas Perez	
11	La 20	Tienen pero no lo facilita	Calle 20	8 meses

Nota. La tabla muestra el listo de empresas que se dedican al reciclaje en el municipio de Quibdó

5.1.7. Parámetros para la recepción y clasificación del material

El manejo apropiado de los residuos implica adoptar distintas medidas de análisis con el fin de maximizar el valor del residuo, mediante la correcta separación en la fuente, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final.

Análisis cuantitativo

Con el fin de realizar un diagnóstico de resultados basado en información de primera mano y con el apoyo de la organización internacional, quien realizó un aporte financiero para la elaboración

de la investigación, se llevaron a cabo actividades de trabajo de campo en algunos barrios localizados cerca de la quebrada la Yesca que permitieron identificar que ciertas afectaciones por la problemática de la inadecuada gestión de los residuos en el municipio de Quibdó. Los barrios en los que se llevaron a cabo las actividades fueron Los Castillos, Alameda, Margaritas, Chamblun, García Gómez, Yesquita, San Martín, Pablo VI, Niño Jesús y San Vicente, en estos barrios se realizaron encuestas a sus pobladores, toma de parámetros fisicoquímicos del agua, en la zona alta, media y baja de la quebrada la Yesca y del suelo del botadero “Marmolejo”, entre otros.

Partiendo de lo anterior y con el ánimo de avanzar en este diagnóstico, se adelantaron reuniones de articulación con la Secretaría de Ambiente del municipio de Quibdó, quien desde la cartera que dirige, viene adelantando procesos de participación y educación ambiental con mujeres ambientalistas de algunos de los barrios mencionados. En ese orden y considerando los avances de dicha gestión, se generó una base de datos con un total de 33 personas de los barrios Esmeralda, Margarita, San Vicente, Chamblun, Alfonso López, Chicharronal y Minuto de Dios, información que sirvió para contactar a cada una de estas personas e invitarlas a hacer parte del proyecto.

5.1.8. Jornada de capacitación “Gestión de los recursos sólidos”

La elaboración del material pedagógico sobre manejo integral de residuos sólidos y la capacitación a las comunidades estuvo a cargo de Nelly del Carmen Elmira Castro, autora de este proyecto. El día 22 de junio de 2021, se ejecutó la primera jornada de fortalecimiento de capacidades con el tema Manejo Integral de Residuos Sólidos (ver Figura 11), con el fin de fortalecer el conocimiento el concepto y manejo de residuos sólidos, durante esta capacitación se logró vincular a un total de 20 personas, de las cuales 19 corresponden a mujeres líderes del territorio y que adicionalmente son cabeza de hogar, con quienes se desarrolló la siguiente temática:

- Definición del concepto residuos
- Impacto de los residuos
- Situación de los residuos en Colombia
- Quibdó y sus residuos.
- Gestión integral de residuos sólidos.
- Tipos de residuos.
- Adecuada separación en la fuente.

- Alternativas de aprovechamiento.

Figura 11.
Capacitación – Residuos sólidos.



Nota. La figura muestra capacitación sobre residuos sólidos dirigida la comunidad

El día 25 de junio del año 2021, se realizó la segunda jornada de capacitación con la comunidad por parte del asesor técnico del proyecto (ver Figura 12), el cual estuvo a cargo del diseño y elaboración del material pedagógico que permitió profundizar en temas importantes para el proyecto que se orientan a la valorización de materiales plásticos. Los temas de la segunda jornada se relacionan a continuación:

- Los residuos y la gestión de materiales.
- Segregación de los materiales y su importancia.
- Valorización de materiales.
- Concepto básico de los plásticos.
- Madera plástica, definición y uso.
- El proceso de transformación de residuos plásticos en material aprovechable.
- Beneficios del proceso de reciclaje y transformación de materiales.

Figura 12.
Socialización sobre valoración de residuos



Nota. La figura muestra proceso de capacitación sobre valorización de residuos a la comunidad de la quebrada la yesca

En el marco de los talleres se aplicaron encuestas a las participantes con el propósito de establecer el nivel de apropiación del conocimiento sobre los temas tratados, sobre sus acciones en materia de manejo de residuos sólidos y sus expectativas sobre posibles procesos de transformación de plástico, como alternativa de valorización de este material. (Earth, 2021)

5.1.9. Encuesta

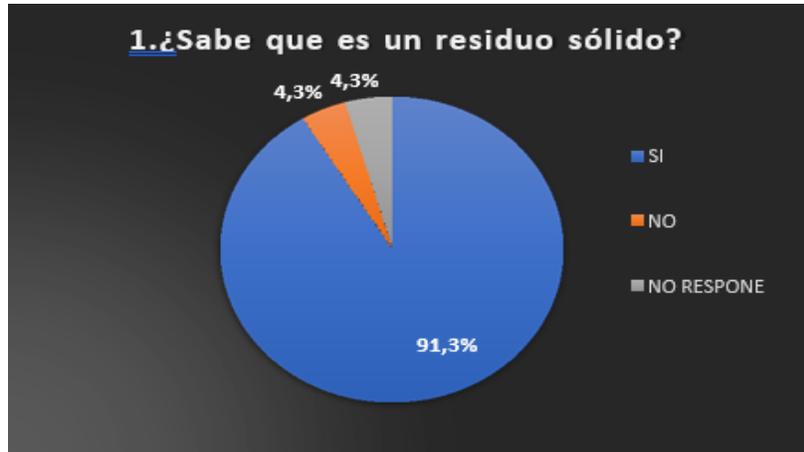
Con el ánimo de identificar las falencias en el reconocimiento del manejo y tratamiento de residuos e identificar así aquellos temas en los que se necesita un proceso de refuerzo, se aplicaron 17 encuestas a las participantes, adicionalmente se aplicaron otras encuestas a habitantes de barrios de influencia de la Quebrada Yesca, es decir, se aplicó un total de 23 encuestas. Las cuales, después de tabular y analizar, arrojaron el siguiente resultado: (Earth, 2021)

Pregunta 1. ¿Sabe que es un residuo sólido?

Esta pregunta tiene como establecer los alcances conceptuales de las personas con respecto a desechos, pues es necesario conocer que tan informada se encuentra la población. Sabiendo así, que información sería necesario reforzar. Durante el trabajo de campo desarrollado en el marco del proyecto se indagó a los participantes del taller y a algunos habitantes de barrios aledaños a la quebrada la Yesca, sobre el conocimiento, de los participantes de este entorno, del concepto de residuos sólidos. A la pregunta: ¿Sabe que es un residuo sólido? El 91.3% de los encuestados

respondió si saber que es un residuo sólido, el 4,3% dice no saber que es un residuo sólido y el 4,3% restante no respondió a la pregunta, tal como se puede evidenciar en la siguiente imagen.

Figura 13.
¿Sabe que es un residuo sólido?

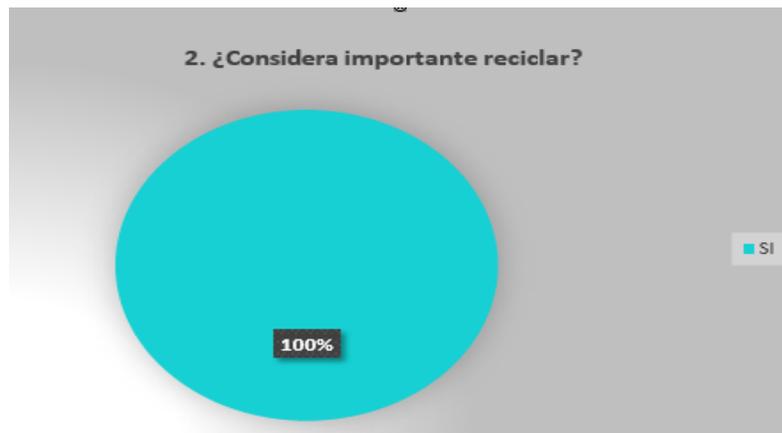


Nota. La figura muestra los resultados obtenidos en la encuesta con relación a la pregunta ¿Sabe que es un residuo sólido?

Pregunta 2. ¿Considera importante reciclar?

Con el fin de identificar la importancia del reciclaje para la población, se realiza la segunda pregunta (¿Considera importante reciclar?) teniendo como resultado que el 100% de los encuestados considera importante adelantar procesos de reciclaje.

Figura 14.
¿Considera importante reciclar?



Nota. La figura muestra los resultados obtenidos en la encuesta con relación a la pregunta ¿Considera importante reciclar?

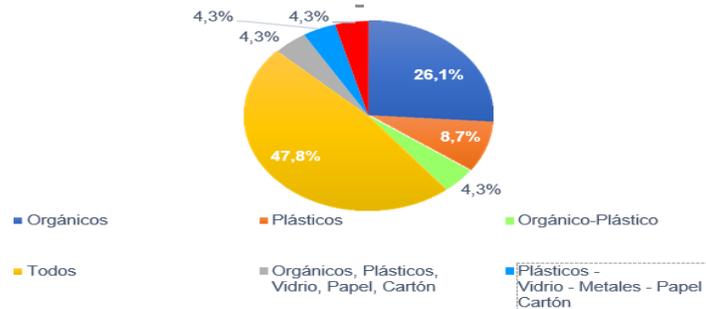
Pregunta 3. ¿Cuáles son los residuos que más genera?

Con el objetivo de identificar el tipo de residuos plásticos que se genera en la región, se formula la tercer pregunta ¿Cuáles son los residuos que más genera? que obtuvo distintos resultados, la mayoría de los encuestados (47,8%) respondió generar todos los residuos (orgánicos, plásticos, cartón, papel, metales, vidrios), el 26,1% respondió de manera más específica, lo que más genera son residuos orgánicos, seguido de los residuos plásticos con un 8,7%, lo cual podría resumirse en que los residuos de mayor generación e impacto ambiental en el municipio son los residuos orgánicos y los plásticos.

Otros residuos que se generan, pero en menor proporción son vidrio, papel, cartón y metales

Figura 15.

¿Cuáles son los residuos que más genera?

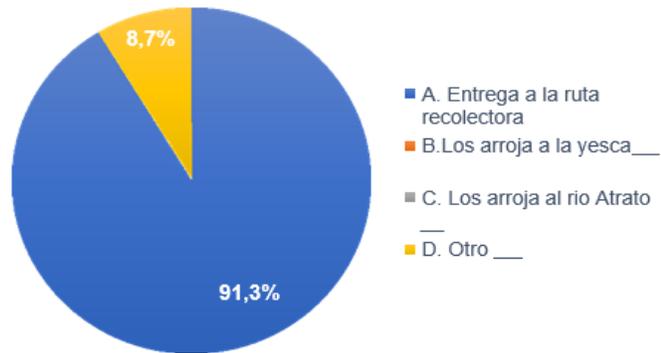


Nota. La figura muestra los resultados obtenidos en la encuesta con relación a la pregunta ¿Cuáles son los residuos que más genera?

Pregunta 4. ¿Dónde arroja sus residuos?

Con el fin de establecer el lugar de desecho de los residuos sólidos en la población se realiza la pregunta 4 dando como resultado que el 91,3% deposita sus residuos de manera correcta entregando sus residuos a la ruta recolectora, un hecho que pudo haber mejorado con la normalización del sistema de recolección en el municipio de Quibdó, pues solo el 8,7% contestó arrojar los residuos en un lugar diferente y ninguno optó por las otras opciones (Río Atrato o La Yesca).

Figura 16.
¿Dónde se arrojan los residuos?

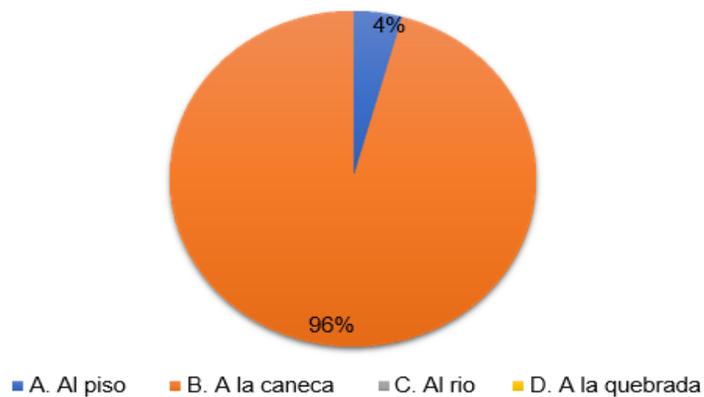


Nota. La figura representa resultado de la encuesta a la pregunta, ¿Dónde se arrojan los residuos?

Pregunta 5 *¿Cuándo está en la calle donde arroja los residuos sólidos?*

Al igual que la pregunta 4, esta pregunta tiene como finalidad, identificar el lugar de depósito de los residuos sólidos de la población, la pregunta 5, ¿Cuándo está en la calle donde arroja los residuos sólidos? Obtuvo como resultado que el 96% arroja los residuos sólidos a la caneca, y el 4% arroja sus residuos al piso, ninguno de los encuestados arroja sus residuos al río o a la quebrada.

Figura 17.
¿Cuándo está en la calle donde arroja los residuos sólidos?

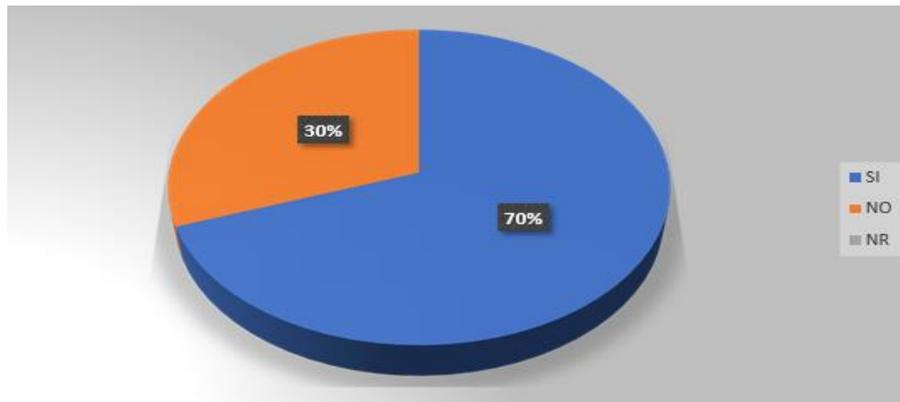


Nota. La figura representa resultado de la encuesta a la pregunta, ¿Cuándo está en la calle donde arroja los residuos sólidos?

Pregunta 6. ¿Usted sabe que es la separación en la fuente?

Ante esta pregunta se identificó que el 70 % de los encuestados manifiesta saber que es la separación en la fuente, en contra parte una menor proporción, el 30% no sabe que es la separación en la fuente, esto es importante, debido a que se debe reconocer que información es necesaria reforzar con el finde mejorar la calidad sanitaria de la población. La Figura 18 muestra el resultado de esta pregunta.

Figura 18.
¿Usted sabe que es la separación en la fuente?



Nota. La figura representa resultado de la encuesta a la pregunta ¿Usted sabe que es la separación en la fuente?

Pregunta 7. ¿Realiza usted la separación en la fuente?

Al igual en la pregunta anterior, la pregunta 7 tiene como fin, identificar si la población realiza una adecuada separación en la fuente, obteniendo como resultado que el 47,8% realiza separación en la fuente, el 39% no realiza esta práctica, el 8,7% no respondió a la pregunta y el 4,3 de las respuestas fue nula, ver figura 19.

Figura 19.
¿Realiza usted la separación en la fuente?

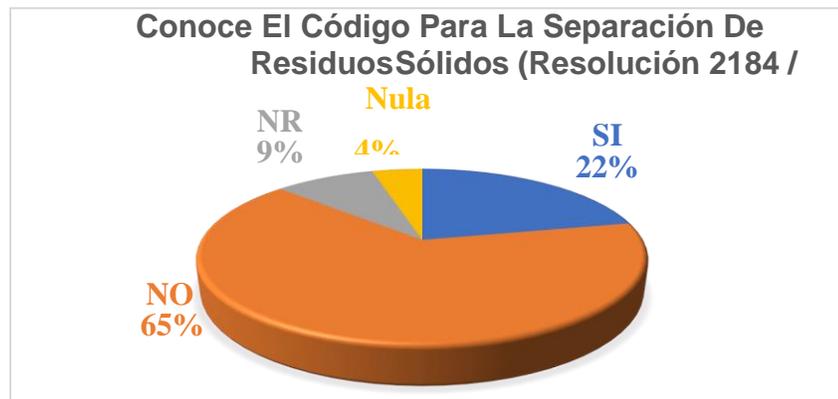


Nota. La figura muestra el resultado de la encuesta a la pregunta ¿Realiza usted la separación en la fuente?

Pregunta 8. *¿Conoce el código para la separación de residuos sólidos (resolución 2184/2019)?* Con respecto a la resolución 2184/2019 es clara la diferencia porcentual entre quienes no conocen el código de colores y los que sí, el 65% de los encuestados no conocen esta resolución, mientras que el 22% manifiestan si conocerla, frente al 9% que no respondieron y el 4% con una respuesta nula, Considerada nula aquellas en las que marcaron las 2 opciones.

Figura 20.

¿Conoce el código para la separación de residuos sólidos (resolución 2184 / 2019)?



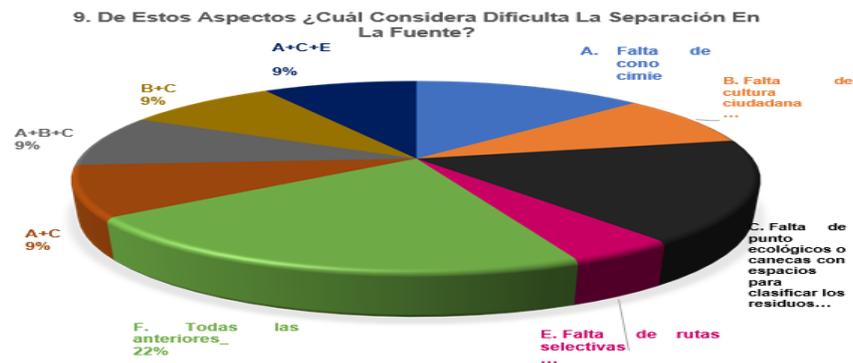
Nota. La figura muestra el resultado de la encuesta a la pregunta de la encuesta relacionada con el conocimiento de la comunidad del código de separación en la fuente

Pregunta 9. De estos aspectos ¿Cuál considera dificulta la separación en la fuente?

Con relación a esta pregunta la mayor proporción de los encuestados considera que la separación en la fuente no se dificulta por un solo factor, pues el 22% considera que es la sumatoria de, falta de conocimiento, falta de cultura ciudadana, falta de punto ecológicos o canecas con espacios para clasificar los residuos, falta de tiempo, falta de rutas selectivas, el 17% ven en la falta de puntos ecológicos la causa.

Figura 21.

¿Cuál considera dificulta la separación en la fuente?

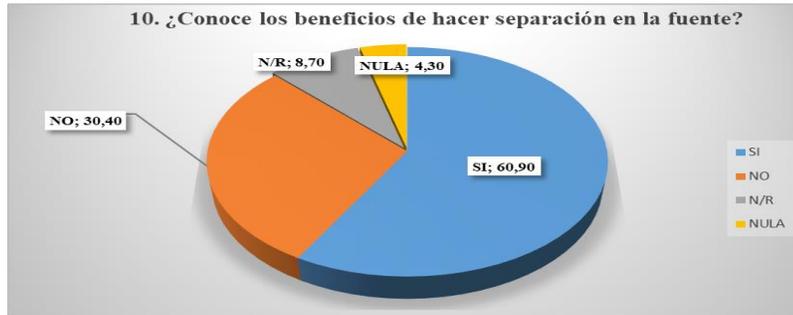


Nota. La figura muestra el resultado de la encuesta a la pregunta. ¿Cuál considera que dificulta la separación en la fuente?

Pregunta 10. ¿Conoce los beneficios de hacer separación en la fuente?

Se identificó que el 39,1% de las personas encuestadas conoce totalmente los beneficios de hacer la separación en la fuente, mientras que el 26,2% conoce poco estos beneficios y el 21,7% manifiesta no conocer nada de los beneficios de hacer la separación en la fuente, y en último lugar están las personas que conocen mucho del tema con un 13%, por lo que, finalmente, se puede decir que el 52,1% tiene conocimientos sobre los beneficios de hacer la separación en la fuente.

Figura 22.
¿Conoce los beneficios de hacer separación en la fuente?



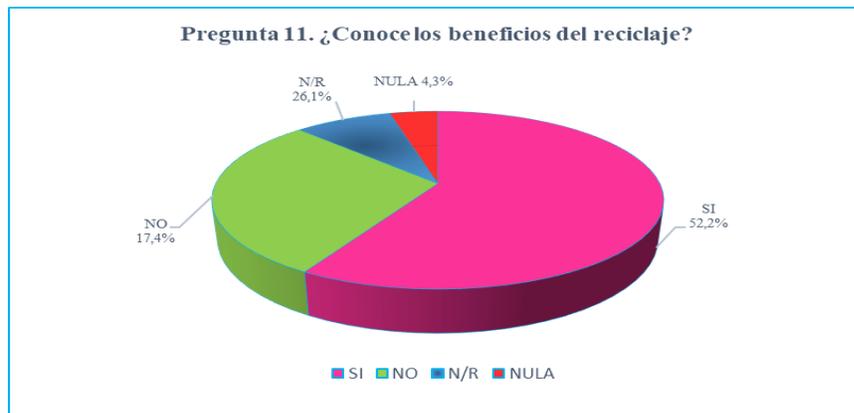
Nota. La figura muestra e resultado de la encuesta a la pregunta ¿Conoce los beneficios de hacer separación en la fuente?

Esta pregunta tiene como finalidad identificar los beneficios que tiene la separación en la fuente, esto para identificar en que ámbitos es necesario reforzar la información, y capacitar a la población para que conozcan la importancia para el ambiente.

Pregunta 11. ¿Conoce los beneficios del reciclaje?

Con relación a la pregunta planteada el 52,2% manifestó conocer totalmente los beneficios del reciclaje, el 26,1% poco conoce de estos beneficios y un 17,3% conoce mucho acerca de los beneficios que brinda el reciclaje, y, por último, se encontró, que el 4,3% no conoce nada con referencia a los beneficios que brinda la práctica del reciclaje, ver figura 23.

Figura 23.
¿Conoce los beneficios del reciclaje?



Nota. La figura muestra e resultado de la encuesta a la pregunta ¿Conoce los beneficios del reciclaje?

De acuerdo con lo respondido por la población, es necesario reforzar la importancia del reciclaje con la finalidad de minimizar los daños ambientales y mejorar las condiciones medioambientales de la zona.

Pregunta 12. ¿Conoce alguna organización de recicladores que realice recolección de material en su sector?

Como resultado a esta pregunta la encuesta arrojó que el 60,9% de los consultados sí conoce alguna organización de recicladores que realiza la labor de recolección en su sector, frente a un 34,8% que manifiestan no conocer ninguna organización de recicladores y un 4,3% que no respondió la pregunta (ver Figura 24).

Figura 24.

¿Conoce alguna organización de recicladores que realice recolección de material en su sector?



Nota. La figura muestra el resultado de la encuesta a la pregunta ¿Conoce alguna organización de recicladores que realice recolección de material en su sector?

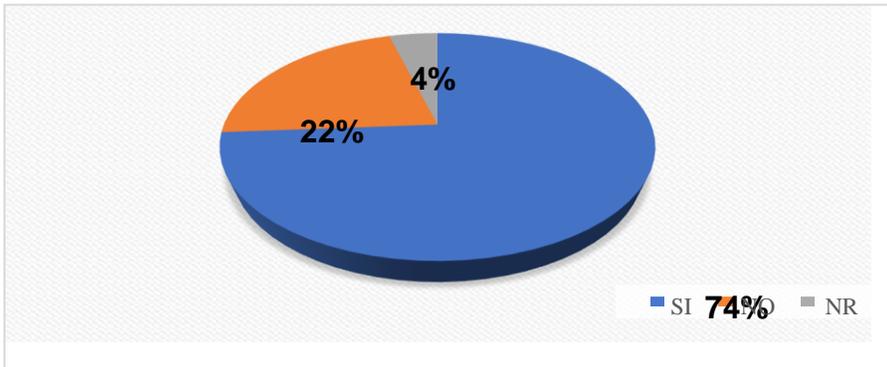
Con base en el resultado a esta pregunta se evidencia la necesidad de impulsar pequeñas organizaciones que se dedican al reciclaje, con la finalidad de que la población pueda contribuir facilitando su trabajo mediante la separación en la fuente.

Pregunta 13. ¿Sabe dónde llegan los residuos sólidos transportados por el carro recolector?

Se consultó a partir de la encuesta si las personas sabían a dónde llegan los residuos sólidos transportados en el carro recolector, ante esta pregunta el 74% sabe a dónde llegan dichos residuos y el 22% desconoce a dónde se llevan los residuos, el 4% no respondió a la pregunta.

Figura 25.

¿Sabe dónde llegan los residuos sólidos transportados por el carro recolector?



Nota. La figura muestra el resultado de la encuesta a la pregunta *¿Sabe dónde llegan los residuos sólidos transportados por el carro recolector?*

De acuerdo con las respuestas obtenidas, es posible identificar que un porcentaje importante de la población no conoce el lugar a donde van a ser depositados los desechos. Esta población cree que no serán utilizados en la elaboración algún otro material y que por esta razón no sea necesario reciclar.

Pregunta 14. *¿Si hubiese una ruta selectiva de reciclaje haría separación en la fuente?*

Frente a la pregunta se evidencia la disposición de separar en la fuente frente a la existencia de rutas selectivas, el 95,7% respondió que estaría dispuesto a separar de existir una ruta de reciclaje, el 4,3% no respondió la pregunta.

Figura 26.

¿Si hubiese una ruta selectiva de reciclaje haría separación en la fuente?



Nota. La figura muestra el resultado de la encuesta a la pregunta *¿Si hubiese una ruta selectiva de reciclaje haría separación en la fuente?*

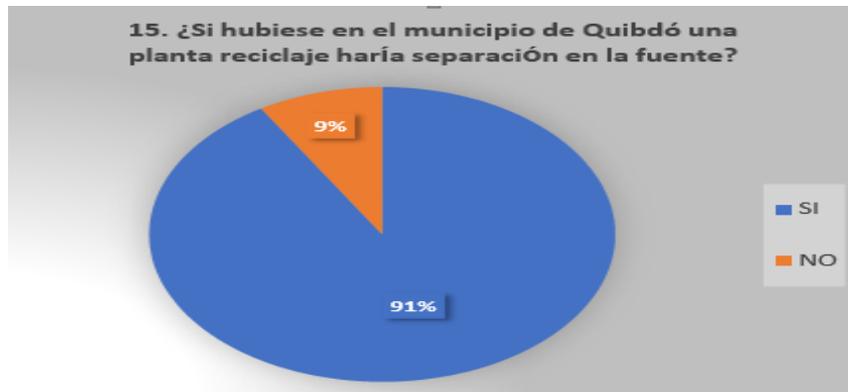
De acuerdo con este resultado, la población encuestada considera importante realizar una separación en la fuente con la intención que sea utilizada como reciclaje y para la elaboración de productos reciclables.

Pregunta 15. ¿Si hubiese en el municipio de Quibdó una planta reciclaje haría separación en la fuente?

Frente a la pregunta planteada del total de encuestas realizadas el 91% de los encuestados si haría la labor de reciclaje de existir una planta de reciclaje, el 9% de ellos no lo haría.

Figura 27.

¿Si hubiese en el municipio de Quibdó una planta reciclaje haría separación en la fuente?



Nota. La figura muestra el resultado de la encuesta a la pregunta ¿Si hubiese una ruta selectiva de reciclaje haría separación en la fuente?

Se evidencia la importancia que tiene el reciclaje para la población, sin embargo, manifiestan que no lo realizan en la actualidad debido a la falta de una planta de tratamiento que se encargue de utilizar y reciclar estos residuos.

Pregunta 16. ¿Consumiría productos elaborados con material reciclado?

Ante la pregunta planteada se evidencia un alto porcentaje de disposición a consumir productos elaborados con material reciclable en caso de que sean presentados en el mercado, pues el 91% respondió que, si los consumiría, frente a un 5% que no harían y el 4% que no respondió a la pregunta.

Figura 28.
¿Consumiría productos elaborados con material reciclado?



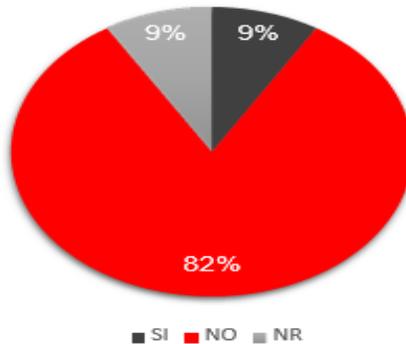
Nota. La figura muestra el resultado de la encuesta a la pregunta *¿Consumiría productos elaborados con material reciclado?*

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se evidencia que la comunidad busca la forma de contribuir al medio ambiente, utilizando productos que se componen por residuos, sin embargo, es necesario incentivar el reciclaje con la finalidad de obtener una menor cantidad de residuos.

Pregunta 17. ¿Conoce alguna planta de tratamiento de residuos?

Al preguntar a los encuestados sobre si *¿Conoce alguna planta de tratamiento de residuos?* el 82% respondió no conocer ninguna planta de tratamiento de residuos sólidos, el 9% contestó que sí y el 9% restante no respondió a la pregunta.

Figura 29.
¿Conoce alguna planta de tratamiento de residuos?



Nota. La figura muestra el resultado de la encuesta a la pregunta *¿Conoce alguna planta de tratamiento de residuos?*

Es importante reconocer que la población no cuenta con grandes plantas de tratamiento de residuos plásticos, por lo que es necesario incentivar a la población a que reciclen desde sus

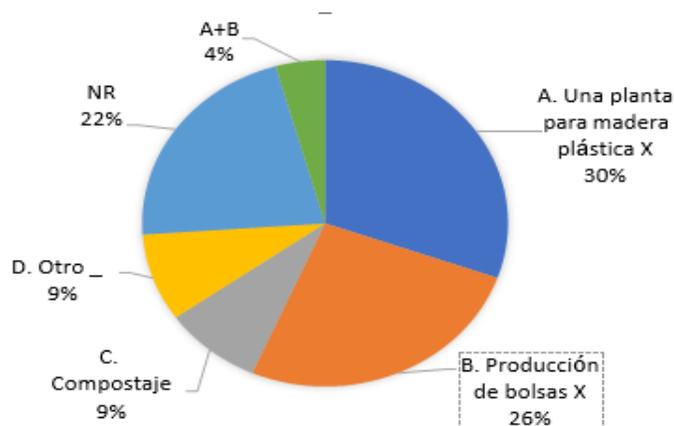
casas, para que las personas que trabajan en el oficio del reciclaje tengan una mayor facilidad y se pueda reciclar una mayor cantidad de sólidos.

Pregunta 18. ¿Qué actividad considera sería mejor para reciclar?

Con relación a la pregunta hay un notable interés por una planta de reciclaje como mejor opción para reciclar, puesto que el 30% considera esta como la mejor actividad para reciclar, el 26% considera que la producción de bolsas, en tercer se considera el compostaje con el 9% Otro 9% responde “otro” como la mejor opción para reciclar.

Con un 4% en las respuestas, se considera una planta de madera plástica y la producción de bolsas son la mejor actividad para reciclar, en ese orden podríamos deducir que la mejor opción se encuentra en el aprovechamiento de los residuos plásticos como materia prima en los procesos de reciclaje. Finalmente es de anotar que un 22% no consideran ninguna opción al no responder la encuesta.

Figura 30.
¿Qué actividad considera sería mejor para reciclar?



Nota. La figura muestra e resultado de la encuesta a la pregunta ¿Qué actividad considera sería mejor para reciclar?

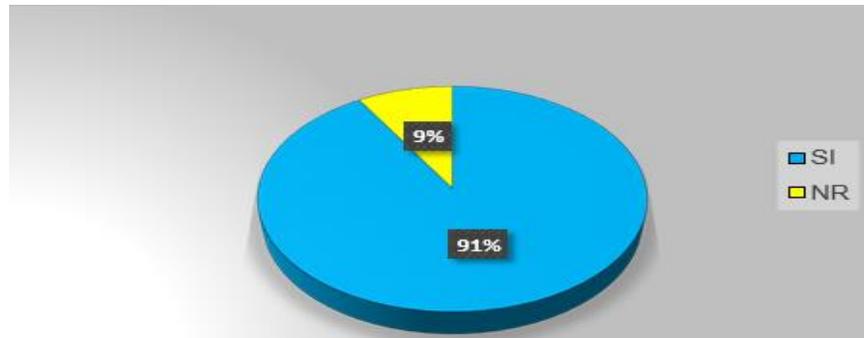
Según lo observado por la pregunta 18 de la encuesta, se evidencia que la población tiene un importante conocimiento en cuanto a maneras de reciclar los residuos sólidos, de igual manera, también se demuestra un interés por la producción de madera plástica utilizando los diferentes residuos que se generan en la actualidad.

Pregunta 19. ¿Estaría de acuerdo con una planta de reciclaje en Quibdó?

Del total de encuestados el 91% manifiesta estar de acuerdo con que en el municipio de Quibdó se cree una planta de reciclaje, por lo contrario, existe una parte de los encuestados que representa un 9% que manifiesta no estar de acuerdo con la creación de una planta de reciclaje en el municipio.

Figura 31.

¿Estaría de acuerdo con una planta de reciclaje en Quibdó?



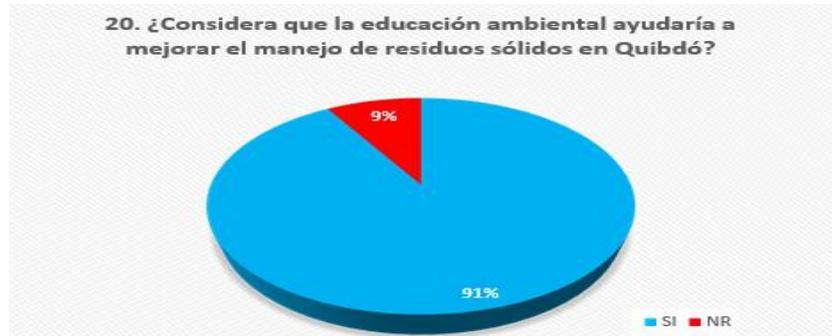
Nota. La figura muestra el resultado de la encuesta a la pregunta ¿Estaría de acuerdo con una planta de reciclaje en Quibdó

Teniendo en cuenta que una planta de reciclaje abre las posibilidades de generar un mayor número de empleos, el 91% de los entrevistados está de acuerdo con la creación de una planta de reciclaje en la ciudad de Quibdó.

Pregunta 20. ¿Considera que la educación ambiental ayudaría a mejorar el manejo de residuos sólidos en Quibdó?

Ante la problemática de los residuos sólidos en el municipio de Quibdó los encuestados consideran que la mejor alternativa para ayudar al manejo adecuado de estos residuos es la educación ambiental con un 91 %, frente a 9% que consideran que esta no ayudaría a la situación

Figura 32. ¿Considera que la educación ambiental ayudaría a mejorar el manejo de residuos sólidos en Quibdó?
¿Considera que la educación ambiental ayudaría a mejorar el manejo de residuos sólidos en Quibdó?



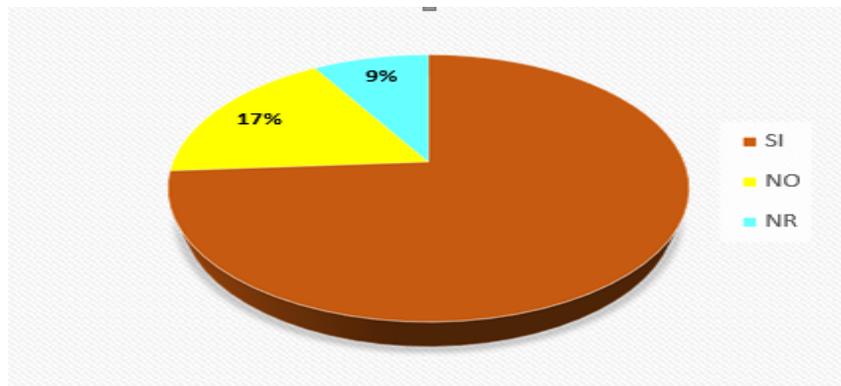
Nota. La figura muestra el resultado de la encuesta a la pregunta ¿Considera que la educación ambiental ayudaría a mejorar el manejo de residuos sólidos en Quibdó?

Teniendo en cuenta lo que respondió el 91% de los entrevistados, es necesario reconocer la importancia que tiene dar la información necesaria para que la población sea consciente de que realizar actividades de manejo de sólidos beneficiara al ambiente.

Pregunta 21. ¿Trabajaría en actividades de reciclaje?

Ante la pregunta trabajaría en actividades de reciclaje el 74% manifestó su interés por este tipo de trabajos, el 17% manifestó que no y el 9% no respondió a la pregunta,

Figura 33.
¿Trabajaría en actividades de reciclaje?



Nota. La figura muestra que la población cuenta con la disposición de trabajar en actividades que ayuden al medio ambiente.

Pregunta 22. ¿Trabajaría en una planta de reciclaje?

Ante la pregunta de si se trabajaría en una planta de reciclaje el 60,9% contestó que, si trabajaría en una planta de reciclajes, el 30,4% no lo haría y el 8,7% no respondió a la pregunta, ver Figura

Figura 34.
¿Trabajaría en una planta de reciclaje?



Nota. La figura muestra el resultado de la encuesta a la pregunta
¿Trabajaría en una planta de reciclaje?

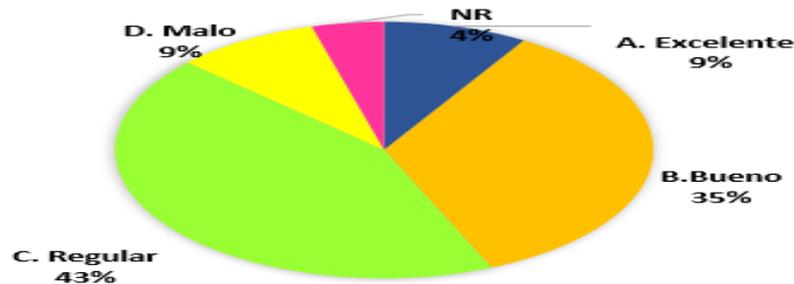
Teniendo en cuenta lo obtenido por la encuesta, se evidencio un gran interés por los entrevistados en cuanto a trabajar en una planta de reciclaje, esto puede ser por la baja cantidad de empleos formales que se maneja en el municipio, sin embargo, es una buena oportunidad para incentivar el reciclaje en la comunidad.

Pregunta 23. Considera que el servicio público de aseo para la recolección de residuos es: Excelente, bueno, regular o malo

En cuanto a la pregunta que valora el servicio público de aseo el 43% lo considera regular, un 35 % considera que es bueno, 9% lo califican excelente, al igual que otro 9% que lo califica como malo, finalmente un 4% no respondió a la pregunta

Figura 35.

Considera que el servicio público de aseo para la recolección de residuos es:



Nota. La figura muestra el resultado de la encuesta a la consulta. Considera que el servicio público de aseo para la recolección de residuos es: excelente, bueno, regular o malo

Con base en las respuestas a esta pregunta, se puede afirmar que la población tiene un punto de vista regular para el servicio de recolección, por lo que se considera necesario realizar distintos planes de capacitación para los prestadores del servicio con la finalidad de encontrar una manera de realizar una mejor labor en cuanto a la recolección de los residuos producidos en el municipio.

5.1.10. Análisis de los elementos contaminantes encontrados que potencialmente pueden afectar tanto la calidad ambiental como la salud de los habitantes del área de estudio

Es necesario conocer los elementos que contaminan los suelos y las fuentes hídricas con el fin de mejorar la calidad de vida. Así mismo, enseñarle a la comunidad sobre este tema, con el fin de tener una solución a largo plazo, pues al no contar con la ayuda de la comunidad no se tendrá el mismo impacto en cuanto a la reducción de residuos Sólidos.

Una de las principales fuentes hídricas del municipio de Quibdó es la microcuenca de la Yesca en la cual se encuentra un importante número de familias asentadas durante su recorrido desde Altos del Granadillo hasta el río Atrato. (Earth, 2021).

Gran parte de estas familias asentadas en el área de influencia de esta quebrada lo ha hecho de forma irregular, escenario que sumado a la débil gestión en materia de planeación por parte de las administraciones se constituye una situación conflictiva desde los puntos de vista, social, habitacional, ordenamiento territorial y en especial el ambiental, pues esta situación dificulta la

gestión en materia sanitaria y de servicios públicos, llevando a que la Yesca sea receptora de aguas residuales, desechos orgánicos e inorgánicos, RCD (Residuos de Construcción y demolición) y todo tipo de residuos que se pueda generar en las distintas actividades humanas tanto de las personas que habitan en el área de incidencia de esta, como de otros habitantes del municipio que ven en este cuerpo de agua un lugar propicio para deshacerse de sus residuos. (Earth, 2021)

Lo descrito anteriormente se pudo constatar en los recorridos de toma de registro fotográfico para la identificación de puntos críticos por disposición inadecuada de residuos sólidos y otras situaciones ambientales conflictivas en la Yesca, en este se encontró una mayor incidencia de las distintas problemáticas en la zona media y baja de la quebrada, lo que genera una alta carga de agentes contaminantes ya sea químicos u orgánicos que requieren ser valorados, y que al igual que los agentes que llegan hasta el botadero Marmolejo de Quibdó fueron tenidos en cuenta en este proyecto.

Para lograr este propósito los días 3 y 4 de junio del año 2021, se llevaron a cabo las actividades para el muestreo de agua y suelo en zonas estratégicas de la cuenca La Yesca y del botadero “Marmolejo” (ver Figura 36). En este recorrido se visitaron distintos puntos de la quebrada en su zona alta, media y baja, en los cuales se tomaron 3 muestras de suelo y 3 de agua, para su respectivo análisis. Este proceso se desarrolló inicialmente mediante la utilización del analizador de fluorescencia de rayos X portátil (XRF) el cual fue empleado para determinar de forma rápida la concentración de los elementos fisicoquímicos de cada una de las muestras. Mediante la aplicación de esta técnica se pudo observar en campo que el agua de la quebrada presentaba elementos como: Ti (Titanio) en la zona alta y media; Fe (Hierro) en zona alta, media y baja; Ni (Níquel) solo en la zona alta; Cu (Cobre) en las tres zonas; As (Arsénico) solo en la Zona baja; Zn (Zinc), Rb (Rubidio), Sr (Estroncio) y Zr (Circonio) con presencia en las 3 zonas y Mn (Manganeso) solo en la zona baja de la cuenca.

En las muestras de suelo no se detectó presencia de metales pesados y se observó un suelo en condiciones relativamente normales según la información arrojada a través del XRF.

Figura 36.
Toma de muestras quebrada la Yesca.



Nota. La figura muestra evidencia del proceso de muestreo de suelo y agua en la quebrada la Yesca

En la visita del botadero “Marmolejo” se tomó una muestra de suelo (ver Figura 37), la cual fue sometida a análisis mediante el Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X (XRF). En este fue posible detectar en el campo la presencia de Pb (Plomo).

Teniendo en cuenta los valores obtenidos con el Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X (XRF), se tomó la decisión de enviar para análisis solamente las 3 muestras de agua de la Quebrada Yesca y la muestra de suelo obtenida en el botadero “Marmolejo”, las cuales fueron enviadas por correo certificado al laboratorio CHEMILAB de la ciudad de Bogotá para su respectivo análisis. Las muestras fueron tomadas siguiendo las recomendaciones entregadas por el laboratorio para el embalaje, conservación y rotulado de estas (Earth, 2021).

Figura 37.

Toma de muestras de suelo en el botadero Marmolejo.



Nota. La figura muestra evidencia del proceso de muestreo de suelo en el botadero Marmolejo

Como resultado del estudio realizado por el laboratorio CHEMILAB de la muestra obtenida durante la visita al botadero a cielo abierto “Marmolejo”, se obtuvieron los siguientes resultados: (Earth, 2021)

Tabla 7.

Resultados De Análisis De Plomo Total Muestra de Suelo Marmolejo

Reporte de Resultados								
Item	Fecha de Análisis (AAAA-MM-DD)	Parámetro	Método	Técnica	Limite de Cuantificación del método	Unidad	CSOUA-004S (PB)	CSOUA-005S (PB)
							MS221527	MS221529
1	2021-07-07	Plomo Total*	EPA 3050 B, SM 3111 B	Digestión-AA-Llama Aire Acetileno	20,0	mg/kg ss	51,1	<20,0

ARI: Agua Residual Industrial, ARD: Agua Residual Doméstica, ARnD: Agua Residual no Doméstica, AN: Agua Superficial o Subterránea, AP: Agua Potable, S: Suelo, AM: Agua Marina, AX: Otros

* ChemiLab tiene estos parámetros acreditados mediante Resolución 0288 de 2019-IDEAM

** Análisis realizados por laboratorio subcontratado acreditado

*** Análisis realizados por laboratorio subcontratado no acreditado

Parámetro no acreditado

Nota. Análisis de resultados de plomo en suelo del botadero marmolejo

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la Tabla 7, es posible evidenciar presencia de Plomo (Pb), sin embargo, los niveles de este elemento que se encuentran en el suelo de “Marmolejo” se encuentra dentro de los rangos normales (10 a 150 ppm) establecidos por la Agencia para de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), es decir, que no se encuentra presencia de concentraciones anormales de Plomo (10000 ppm o más), a pesar de

esto, se recomienda realizar más estudios, con el fin de identificar si el suelo tiene presencia de algún tipo de metal pesado como Plata, Cadmio, Arsénico, Bismuto, Cobalto, Cobre, Mercurio, Níquel, u otros., De igual manera es importante rectificar que no los niveles de Plomo no superen los máximos permitidos para el ecosistema en el que se encuentra, esto debido a que el Plomo es un elemento con características tóxicas para el ser humano en grandes concentraciones y con largos periodos de exposición y manipulación, llegando a desarrollar graves enfermedades como Patogénesis (López, 2018).

De las muestras que se tomaron en la parte alta (muestra 1), media (muestra 2) y baja (muestra 3) de la microcuenca la Yesca una vez analizadas se obtuvieron los resultados que se registran en las Tablas 8, 9 y 10.

Tabla 8.

Resultados de Análisis Muestra de Agua No 1, Quebrada la Yesca

Reporte de Resultados							
Item	Fecha de Análisis (AAAA-MM-DD)	Parámetro	Método	Técnica	Límite de Cuantificación del método	Unidad	CSOUA-001A
							MN221522
1	2021-06-24	Conductividad Eléctrica*	SM 2510B	Electrometría	0,1	µS/cm	191
2	2021-06-24	DQO*	SM 5220D	Reflujo cerrado y Colorimétrico	5,00	mg O ₂ /L	120
3	2021-06-29	Fósforo total*	SM 4500-PB-E	Digestión -colorimetría con Acido Ascórbico	0,0700	mg P/L	1,17
4	2021-06-29	Nitrógeno total Kjeldahl*	Semi-micro Kjeldahl SM 4500-Norg C, SM 4500 NH ₃ B,C	Digestión - kjeldhal	3,00	mg N/L	5,46
5	2021-06-22	Oxígeno disuelto	ASTM D 888-12	Luminiscencia	0,1	mg O ₂ /L	1,66
6	2021-06-22	pH	SM 4500 H*B	Electrometría	N.A	Unidades de pH	6,29
7	2021-06-25	Sólidos Suspendidos Totales*	SM 2540D	Gravimetría Secado 103-105°C	10,0	mg/L	<10,0

ARI: Agua Residual Industrial, ARD: Agua Residual Doméstica, ARnD: Agua Residual no Doméstica, AN: Agua Superficial o Subterránea, AP: Agua Potable, S: Suelo, AM: Agua Marina, AX: Otros

* ChemiLab tiene estos parámetros acreditados mediante Resolución 0288 de 2019-IDEAM

** Análisis realizados por laboratorio subcontratado acreditado

*** Análisis realizados por laboratorio subcontratado no acreditado

Parámetro no acreditado

Nota. Resultados de los análisis de laboratorio a la muestra de agua no 1, quebrada la yesca

Tabla 9.

Resultados de Análisis Muestra de Agua No 2, Quebrada la Yesca

Reporte de Resultados							
Item	Fecha de Análisis (AAAA-MM-DD)	Parámetro	Método	Técnica	Límite de Cuantificación del método	Unidad	CSOUA-002A
							MN221523
1	2021-06-24	Conductividad Eléctrica*	SM 2510B	Electrometría	0,1	µS/cm	191
2	2021-06-24	DQO*	SM 5220D	Reflujo cerrado y Colorimétrico	5,00	mg O ₂ /L	38,5
3	2021-06-29	Fósforo total*	SM 4500-PB-E	Digestión -colorimetría con Acido Ascórbico	0,0700	mg P/L	0,640
4	2021-06-29	Nitrógeno total Kjeldahl*	Semi-micro Kjeldahl SM 4500-Norg C, SM 4500 NH ₃ B,C	Digestión - kjeldhal	3,00	mg N/L	<3,00
5	2021-06-22	Oxígeno disuelto	ASTM D 888-12	Luminiscencia	0,1	mg O ₂ /L	1,40
6	2021-06-22	pH	SM 4500 H*B	Electrometría	N.A	Unidades de pH	6,41
7	2021-06-25	Sólidos Suspendidos Totales*	SM 2540D	Gravimetría Secado 103-105°C	10,0	mg/L	10,0

ARI: Agua Residual Industrial, ARD: Agua Residual Doméstica, ARnD: Agua Residual no Doméstica, AN: Agua Superficial o Subterránea, AP: Agua Potable, S: Suelo, AM: Agua Marina, AX: Otros

* ChemiLab tiene estos parámetros acreditados mediante Resolución 0288 de 2019-IDEAM

** Análisis realizados por laboratorio subcontratado acreditado

*** Análisis realizados por laboratorio subcontratado no acreditado

Parámetro no acreditado

Nota. Resultados de los análisis de laboratorio a la muestra de agua no 2, quebrada la yesca

Tabla 10.**Resultados de Análisis Muestra de Agua No 3, Quebrada la Yesca**

Reporte de Resultados							
Item	Fecha de Análisis (AAAA-MM-DD)	Parámetro	Método	Técnica	Límite de Cuantificación del método	Unidad	CSOUA-003A
							MN221525
1	2021-06-21 - 2021-06-22	Coliformes Totales*	SM 9223 B	Sustrato Enzimático Multicelda	1,0	NMP/100mL	31,0
2	2021-06-24	Conductividad Eléctrica*	SM 2510B	Electrometría	0,1	µS/cm	229
3	2021-06-24	DQO*	SM 5220D	Reflujo cerrado y Colorimétrico	5,00	mg O ₂ /L	128
4	2021-06-29	Fósforo total*	SM 4500-PB-E	Digestión -colorimetría con Acido Ascórbico	0,0700	mg P/L	1,75
5	2021-06-29	Nitrógeno total Kjeldahl†	Semi-micro Kjeldahl SM 4500-Norg C. SM 4500 NH3 B,C	Digestión - kjeldhal	3,00	mg N/L	10,4
6	2021-06-22	Oxígeno disuelto	ASTM D 888-12	Luminiscencia	0,1	mg O ₂ /L	1,60
7	2021-06-22	pH	SM 4500 H*B	Electrometría	N.A	Unidades de pH	6,38
8	2021-06-25	Sólidos Suspendidos Totales*	SM 2540D	Gravimetría Secado 103-105°C	10,0	mg/L	24,5

ARI: Agua Residual Industrial, ARD: Agua Residual Doméstica, ARnD: Agua Residual no Doméstica, AN: Agua Superficial o Subterránea, AP: Agua Potable, S: Suelo, AM: Agua Marina, AX: Otros
 * ChemiLab tiene estos parámetros acreditados mediante Resolución 0288 de 2019-IDEAM
 ** Análisis realizados por laboratorio subcontratado acreditado
 *** Análisis realizados por laboratorio subcontratado no acreditado
 Parámetro no acreditado

Nota. Resultados de los análisis de laboratorio a la muestra de agua no 2, quebrada la yesca

Según la resolución 2115 de 2007, la cual se encuentra en vigencia y establece los índices de calidad del agua para el consumo humano, el pH deberá encontrarse entre los rangos 6,5 y 9,0, de acuerdo con los resultados de los análisis de laboratorio de las muestras mencionadas anteriormente se evidencia que ninguna de las tres muestras cumple con lo establecido por la norma para agua para el consumo humano. Sin embargo, la Resolución 631 de 2015, que establece los límites máximos permisibles de aguas de vertimientos, establece que el límite máximo permisible para el pH en aguas en vertimientos es de 6,0 a 9,0, lo que quiere decir que a la luz de esta norma el agua de las tres muestras se encuentra dentro de los rangos para un agua de vertimiento. De igual manera, esta resolución, establece que la Demanda Química de Oxígeno (DQO) es de 150 mg O₂/L para aguas residuales del servicio público de alcantarillado. De acuerdo con los resultados y comparándolos con la mencionada resolución, las muestras se encuentran por debajo de los límites permisibles. En cuanto a los Sólidos Suspendidos Totales (SST), se encuentran dentro de lo permitido por la ley, ya que establece que la cantidad máxima permitida es de 70 mg/L. De igual manera, es necesario realizar análisis y reportarlos a las diferentes entidades reguladoras, con el fin de que se tomen las medidas necesarias para el tratamiento de estas aguas.

En este apartado es necesario resaltar la importancia que tiene este tipo de análisis y su incidencia en el estudio propuesto, toda vez que de acuerdo con la dinámica de disposición de residuos sólidos en el municipio de Quibdó, un alto porcentaje de estos son arrojado a la quebrada La Yesca, la cual recorre el 15% del territorio en su recorrido hasta convertirse en

tributaria del Rio Atrato, elementos que contaminan con una serie de elementos contaminantes que podrían afectar la salud humana.

La información evidenciada se convierte en un soporte entorno a la necesidad de plantear una propuesta de evaluación técnica y financiera de un centro de recepción, clasificación, recuperación y aprovechamiento de residuos sólidos plásticos en el municipio de Quibdó, que posteriormente se materialice en una planta de este tipo y permita reducir los volúmenes de residuos que se disponen de manera inadecuada o que llegan hasta el botadero Marmolejo.

5.2. Etapa 2: Estructuración de las condiciones técnicas de la gestión de los residuos sólidos plásticos para su aprovechamiento en procesos de economía circular

La gestión de los residuos sólidos, cuenta con una variación dependiendo de las regiones, las normas vigentes y el tipo de residuo. Para que sea efectivo el manejo de los residuos, es necesario estudiar y contemplar cada una de sus etapas, esto desde el momento en el que el material es desechado, hasta el proceso en el que es aprovechado y reciclado, pasando por sus respectivos estudios económicos.

5.2.1. Propuesta preliminar de modelo de actividad económica. – Negocio

Es uno de los propósitos principales de este proyecto estructurar una propuesta modelo para el establecimiento de la planta de Recepción, Clasificación, Recuperación y Aprovechamiento de plástico como actividad económica orientada a la utilización de este como materia prima en el marco de los modelos de negocio alrededor de la economía circular.

En ese orden ideas el proyecto contó con un equipo profesional que permitió desde cada una de sus áreas de conocimiento y formación académica estructurar dicho modelo, fue así como el asesor técnico en su informe presentó los avances obtenidos en la investigación sobre el proceso de transformación de plástico en madera plástica (Earth, 2021).

5.2.2. Desarrollo de formulación base

Para el desarrollo de la fórmula para la fabricación de la madera plástica, se consultaron diferentes fuentes de información relacionadas con proyectos y artículos de investigación de este tema, ya que basado en las experiencias y resultados experimentales de los autores consultados,

se puede estructurar la formulación inicial que se sirva como referencia para el planteamiento del proceso productivo y su posterior escalamiento.

De esta consulta sobre sale el uso de los termoplásticos, que son un grupo de plásticos que se caracterizan por su capacidad de fundición cuando son expuestos a temperaturas superiores al punto de fusión, permitiendo así, moldearse para generar productos nuevos. De esta manera, se puede emplear para el reciclaje del plástico sin comprometer de manera significativa sus propiedades mecánicas.

Adicionalmente se analizaron los datos relacionados con la disponibilidad de tipos de resinas plásticas, provenientes de las corrientes productos comercializados en la región, como también de los identificados en las corrientes de residuos generados en el municipio.

Las tres resinas son utilizadas ampliamente en la fabricación de distintos tipos de productos de consumo masivo, los cuales son distribuidos tanto a nivel nacional como a escala local, lo que indica alta presencia en los residuos generados por las comunidades, convirtiéndose en una fuente importante de materias primas requeridas en el proceso. (Earth, 2021)

Tabla 11.
Plásticos y sus fuentes.

Resina	Productos relacionados
Polietileno de baja densidad	Bolsas, sacos de alimentos,
Polipropileno	Envases, bolsas, piezas automotrices.
Tereftalato de polietileno	Agua, gaseosas, jugos, productos de aseo.

Nota. La tabla muestra la procedencia de los materiales plásticos en base a Earth, (2021)

Tabla 12.
Composición de madera plástica

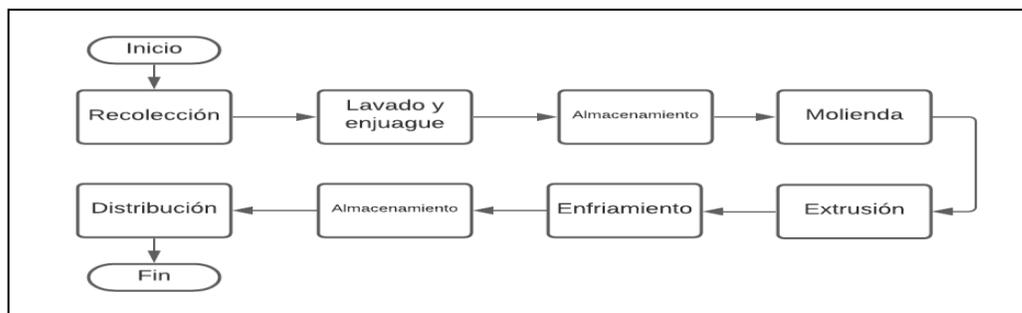
Resina	Composición (%p/p)
Polietileno de baja densidad	33
Polipropileno	33
Tereftalato de polietileno	33

Nota. La tabla muestra la formulación o cantidad propuesta de materiales para la fabricación de madera plástica en base a Earth, (2021)

5.2.3. Planteamiento de proceso de manufactura de madera plástica

Basados en las fuentes de información consultadas (Ecomaderas Plásticas, 2021), se logró identificar que el proceso general para la transformación de plásticos es la extrusión, la cual se basa en la capacidad de los termoplásticos de cambiar de fase cuando son expuestos a altas temperaturas. De esta manera se profundizó acerca de las operaciones complementarias, trabajadas en un centro de procesamiento observadas en el Anexo 3 de este documento. El siguiente diagrama, representa las principales operaciones que se llevan a cabo para la fabricación de la madera plástica (Earth, 2021). Es necesario precisar que para este caso de estudio y para los respectivos cálculos de manufactura y rendimiento del material plástico transformado, se realizó el respectivo balance de materia, el cual arrojó la siguiente información: Para el proceso de fabricación de 15 postes cuadrados con medidas de 8cm x 8cm x 210 cm se requiere de 150 kilos de plástico y para cada poste es necesario 10 kilos de este material reciclable, estos se fabrican en un tiempo de una hora, toda vez que la maquina extrusora procesa 150 kilogramos de plástico/hora. En cuanto a la elaboración de un poste redondo con medidas de 7.62 cm de diámetro x 210 cm se requiere 7.46 kilogramos de materia prima (plástico), teniendo en cuenta la producción de la maquina extrusora, se establece que en una hora se podrían fabricar 20 postes con estas dimensiones. Otro producto que se propone elaborar en este estudio es la correspondiente a varetas, cuyas dimensiones son 9 cm x 4 cm x 300 cm, para lo cual se requiere utilizar 8,04 kilogramos de materia prima, lo cual nos permitiría fabricar 18,5 postes teniendo en cuenta el rendimiento por hora de la maquina extrusora. En este estudio se plantea un horario de funcionamiento de la planta de 8 horas diarias por 6 días a la semana.

Figura 38.
Diagrama de flujo fabricación madera plástica.



Nota. la figura evidencia el proceso propuesto para la fabricación de la madera plástica en la planta

5.2.4. *Recolección*

Esta etapa es fundamental para garantizar las características de calidad que tendrá el producto final, ya que, consta de la recolección selectiva de los materiales que pueden ser incorporados al proceso. Se contará con dos motocicletas eléctricas con capacidad de carga de 300 kg cada una (ver Figura 39), con las especificaciones observadas en la Tabla 13, que transportarán el material segregado para poder incorporarlo al proceso productivo. (Earth, 2021)

Para este proceso, están definidos cuatro canales mediante los cuales se pueden recolectar los materiales: (1) Alianza con la asociación de recicladores de Quibdó. Esta asociación es un grupo organizado de la población del municipio cuya actividad económica se orienta a separación de materiales aprovechables, para su posterior entrega a organizaciones encargadas del reciclaje. (2) Participación de la comunidad. Mediante jornadas periódicas de sensibilización, se explicará a la comunidad acerca de la importancia de la separación en la fuente de los materiales y los beneficios tanto para la comunidad, el ambiente y la economía de la comunidad. Con ello, se espera que participen activamente en la entrega de material plásticos debidamente separado. (3) se trabajará de manera colaborativa con la alcaldía municipal y la comunidad, realizando campañas de recolección de material en puntos de la ciudad donde haya sobre acumulación de estos. (Earth, 2021) Finalmente, el canal número (4) es la gestión del Servicio público de aseo. Aprovechando los lineamientos dados para el Gobierno Nacional, acerca de la segregación en la fuente y la recolección de residuos por parte de las empresas prestadoras de servicios públicos de aseo, se recolectarán los residuos plásticos provenientes de esta corriente. (Earth, 2021)

Figura 39.
Motocicleta eléctrica Brenson 300



Nota. La figura representa el vehículo propuesto para la recolección del material

Tabla 13.*Especificaciones Motocicleta eléctrica Brenson 300*

Especificaciones	
Potencia	850 W
Vel. Máx.	40 km /h
Autonomía	90 km
Capacidad	300 kg
Personas	2

Nota. La tabla muestra las especificaciones técnicas de la motocicleta a utilizar en el proceso de recolección de material pastico

5.2.5. Lavado y enjuague

Teniendo en cuenta que los materiales plásticos presentan problemas de compatibilidad química con otras sustancias, las cuales, afectarían las propiedades mecánicas de la madera plástica comprometiendo su calidad, es importante retirar cualquier tipo de contaminante presente en el material ya sea de naturaleza orgánica (residuos de comida, plantas, poda, etc.) como inorgánica (Etiquetas, tapas, metales, etc). Para ello se emplean dos tanques, el primero con solución desengrasante alcalina al 10% a temperatura ambiente. En este paso el material se incorpora y permanece sumergido por dos horas. Luego, manualmente se retiran aquellos elementos que no fueron retirados por a la acción química de la solución. En el segundo tanque se efectúa el enjuague, proceso en el que se retira y disuelven los rastros de desengrasante y material soluble. (Earth, 2021).

5.2.6. Almacenamiento

En esta instancia, el material recién lavado se deja almacenado en un espacio para el secado a temperatura ambiente y se protege de las condiciones ambientales, hasta cuando sea requerido para las operaciones de transformación. (Earth, 2021).

5.2.7. Molienda

Empleando un molino eléctrico (ver Figura 40), con las especificaciones observadas en la Tabla 14, el material es molido para reducir su tamaño y así facilitar su manipulación, garantizar la

homogenización, reducir el volumen y aumentar el uso eficiente de la energía en la siguiente etapa. (Earth, 2021)

Figura 40.
Molino ECO M120



Nota. Molino para trituración de material plástico

Tabla 14.
Especificaciones Molino ECOM120

Especificaciones Técnicas	
Motor	30hp
Consumo energía	23 kw /h
Capacidad	120 kg/h

5.2.8. Extrusión

En esta operación, el material molido es sometido a una fuente de calor proveniente del sistema de resistencias eléctricas de la máquina aumentando la temperatura hasta alcanzar el punto de fusión (94 °C – 120 °C para alcanzar el cambio de estado. De esta manera, el material adquiere propiedades de fluido por lo que puede moldearse de acuerdo con el tipo de producto a entregar. (Earth, 2021)

Figura 41.
Extrusora ECO 100



Nota. Maquina utilizada para la fabricación de madera plástica

Tabla 15.
Especificaciones Extrusora ECO

Especificaciones Técnicas	
Motor	30 hp
Consumo energía	23 kw/h
Capacidad	150 kg/h

Nota. La tabla muestra Información técnica de la maquina extrusora

Figura 42.
Molde



Nota. La figura representa el molde utilizado para la obtención de madera plástica

Tabla 16.
Características y tipos de moldes

Descripción	Geometría	Dimensiones
Poste cerca	Cuadrado	8 cm x 8 cm x 120 cm
		9 cm x 9 cm x 210 cm
		11 cm x 11 cm x 210 cm

		12 cm x 12 cm x 210 cm
	Redondo	Diámetro 3"x 210 cm
		Diámetro 4"x 210 cm
Poste corral	Cuadrado	14 cm x 14 cm x 250 cm
		14 cm x 14 cm x 300 cm
Vareta	Rectangular	9 cm x 3 cm x 120 cm
		9 cm x 3 cm x 300 cm
		9 cm x 4 cm x 300 cm
		11 cm x 5 cm x 300 cm
		14 cm x 4 cm x 300 cm

5.2.9. Enfriamiento

Los moldes son retirados manualmente del extrusor, para introducirlos en el tanque de enfriamiento (Figura 44), las especificaciones técnicas se registran en la Tabla 18. Este dispositivo emplea agua a temperatura ambiente con la cual, se reduce la temperatura del molde y del producto, endureciéndolo para su posterior retiro y almacenamiento en la bodega. Con la intención de mejorar la eficiencia del sistema, se cuenta con una torre de enfriamiento (Figura 43) con la que se elimina el exceso de calor hacia la atmosfera y se puede volver a emplear el agua, las especificaciones para este equipo se evidencian en la Tabla 17. (Earth, 2021).

Figura 43.
Torre de enfriamiento



Nota. La figura representa la torre de enfriamiento a utilizar durante el proceso de fabricación de medra plástica

Tabla 17.
Especificaciones torre de enfriamiento

Especificaciones	
Motor	3 hp x 2
Capacidad	1000 L

Nota. La tabla muestra Información técnica de la torre de enfriamiento Earth (2021)

Figura 44.
Tanque de enfriamiento



Nota. La figura representa el tanque para el proceso de enfriamiento del material que sale de la extrusora

Tabla 18.
Especificaciones tanquede enfriamiento

Especificaciones	
Capacidad	4 800 L

5.2.10. Distribución.

Los productos serán almacenados de manera temporal en las instalaciones de la planta, para luego ser entregados a los clientes (ferreterías, almacenes de construcción, constructoras, agricultores, ganaderos, comunidad en general). Para su distribución se emplearán las motocicletas para efectuar entregas de material, cuando la distancia de entrega lo permita.

En el anexo H se relaciona información sobre las dimensiones de cada uno de los equipos aquí presentados.

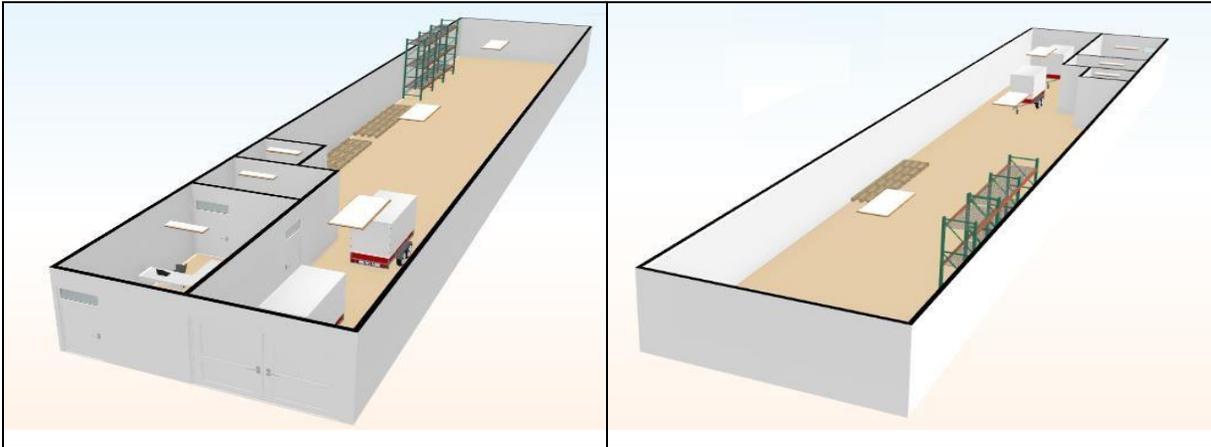
5.2.11. Bodega

Se desarrolló un modelo digital de la bodega, con las distintas áreas de proceso y áreas administrativas. Con el ánimo de realizar la distribución de la planta de una manera más eficiente

para el desarrollo de las actividades, se evaluaron dos escenarios para la posible ubicación de las distintas áreas, maquinaria y equipos.

El primero, es el alquiler y posterior adecuación de una bodega que ya existe en el municipio de Quibdó con un Área de 350 m², como se evidencia en la figura 45.

Figura 45.
Bodega (Escenario 1)

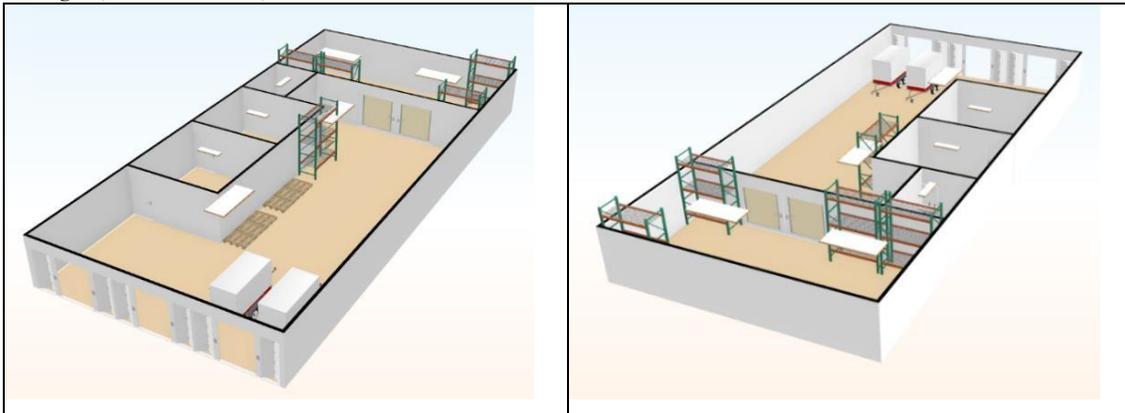


Nota. La figura representa la bodega de la planta en el escenario 1

Por otro lado, la segunda opción contempla la posibilidad de comprar un predio en el casco urbano diseñado para la operación del proceso con un área de 292 m².

Tal como se realizó con la opción uno, se modeló en la distribución de áreas y algunos elementos representativos (figura 46).

Figura 46.
Bodega (Escenario 2)



Nota. La figura representa la bodega de la planta en el escenario 2

Empalme con la Economía Circular

Es importante comprender que todos estos procesos productivos, deben estar fundamentados en un principio de la economía circular, es decir, reducir, reciclar, reutilizar y revalorizar cada uno de los recursos que se van a usar en los procesos productivos, pues este debe ser un proceso sustentable. Considerando este principio y teniendo en cuenta el planteamiento que hasta aquí se ha desarrollado, este proyecto cumple con lo necesario para ser parte del modelo de Economía Circular desde el punto de vista de los residuos sólidos que se aprovecharán desde el momento que se generan hasta su transformación en otro elemento de valor. Un ejemplo de lo anterior es la fundación Ellen MacArthur (2013) ya que estima que la implementación del modelo de economía circular en sectores de mercancías de alta rotación (ver Figura 47) (alimentos en empaques desechables, elementos de cuidado personal, entre otros), podría tener un ahorro en el rendimiento de costo de materiales entre 595 y 705 miles de millones de dólares por año a nivel global. La adopción del modelo circular tendrá el potencial de ahorrar el 40% de los materiales almacenados o dispuestos a nivel mundial, así como una oportunidad de generación de empleo entre 0,5 – 5% (Burger, Stravropoulos, Dufourmont, & Rambumar, 2018).

Figura 47.

Tipologías de iniciativas innovadoras de la economía circular



Nota. la figura representa los modelos de economía circular tomado de Estrategia nacional de Economía Circular. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019)

5.3. Etapa 3: Reconocimiento de mercado para residuos Sólidos plásticos en el municipio de Quibdó

El estudio de mercado busca establecer la oportunidad que tiene la producción de madera plástica realizada con residuos sólidos. Para desarrollar este punto se realiza un lienzo de la metodología Canvas (Anexo 4), que permite la descripción de valor de la empresa, mediante la creación de la arquitectura empresarial y su red de socios, la forma de comercialización, el capital inicial y la capacidad de determinar los flujos de ingresos rentables para la empresa.

La madera plástica, es una opción novedosa y ecológica ya que permite el aprovechamiento de materiales reciclables y posee importantes características, debido a que tiene un bajo nivel de degradación no se oxida, es resistente a las condiciones climáticas y tiene buenos impactos al medio ambiente, ya que en algunas industrias, para su producción, se utilizan residuos Sólidos, lo que garantiza la recuperación y reutilización de materiales plásticos reduciendo los efectos adversos de la mala disposición de estos.

5.3.1. Demanda

En la actualidad, el mercado de la madera plástica es prometedor y se encuentra reflejado en sus diferentes usos. La producción en el sector de muebles de este tipo de madera obtuvo su pico más alto en el año 2012 con ingresos aproximados de \$2,29 billones de Pesos Colombianos, en el año 2013 tuvo un descenso, pero manteniéndose estable hasta el año 2016, teniendo pequeñas variaciones entre los años posteriores(DANE,2016) (ver Tabla 19).

Tabla 19.
Producción de muebles

Año	Producción bruta (miles de pesos)	Variación anual
2010	1.991.205.413	
2011	2.168.513.885	8,9046%
2012	2.294.484.922	5,8091%
2013	1.715.679.160	-25,2260%

2014	1.694.821.565	-1,2157%
2015	1.710.758.942	0,9404%
2016	1.743.825.668	1,9329%

Nota. La tabla muestra información relacionada con el comportamiento monetario en la producción de muebles del país durante un periodo reciente tomado de: Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. (2019). Principales indicadores del mercado laboral - mayo de 2019. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech/bol_empleo_may_19.pdf

5.3.1.a Demanda de madera plástica en tablones. En la actualidad, la población ha vivido algunas de las graves consecuencias del daño al medio ambiente, lo que ha generado una sensibilización importante por este tema y ha iniciado una búsqueda de diferentes alternativas con el ánimo de disminuir actividades como la tala de árboles y aquellas que generan daño a los ecosistemas y aumentan los niveles de la contaminación. Gracias a esto se ha generado aumento en el consumo de materiales de origen reciclado, como es el caso de la madera plástica en forma de tablones que tiene diferentes usos. Teniendo en cuenta lo anterior en el presente proyecto, se elige como una alternativa de producción el aprovechamiento del plástico como materia prima para la fabricación de madera plástica, considerando sus importantes ventajas ecológicas, la alta demanda que puede existir una vez publicitado y ofertado el producto dado a las características del mismo, y considerando que tradicionalmente la madera de los bosques del territorio ha sido el principal insumo para la construcción en esta zona del país. De allí que la madera plástica representa un beneficio para los habitantes del departamento del Chocó, especialmente de la zona de influencia de la quebrada la Yesca, quienes han construido sus viviendas y puentes de acceso en madera y que en su mayoría están deteriorados, la madera plástica no solo puede llegar a convertirse en el nuevo material de estas estructuras, sino ser un producto importante en la cadena de abastecimiento a otros sectores en Colombia. Partiendo de esto en la Tabla 20 se registra el consumo interno de tablones de madera plástica y las importaciones realizadas a nivel nacional.

Tabla 20.*Histórico de consumo de madera plástica*

Histórico en miles de madera plástica			
Años	Producción	Importaciones	Consumo aparente
2004	20.968.843	23.773.909	44.744.759
2005	18,642,746	24.345.239	42.989.994
2006	85,628,680	23.197.826	108.828.517
2007	31,381.197	21.195.726	52.578.936
2008	37.542.480	22.667.751	60.212.246
2009	16.072.157	26.036.640	42.110.814
2010	28.390.065	24.702.810	53.094.894
2011	40.707.974	20.782.200	61.492.195
2012	53.025.882	18.542.100	71.570.005
2013	65.343.790	26.196.000	91.541.815
2014	77.661.699	30.978.000	180.641.726
2015	48.771.979	20.790.000	69.564.008
2016	53.983.665	14.325.000	68.310.687
2017	65.321.737	17.472.000	82.795.771

Nota. La tabla refleja información del Histórico de consumo de madera plástica en Colombia tomado de: Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. (2019). Principales indicadores del mercado laboral - mayo de 2019. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech/bol_empleo_may_19.pdf

En esta tabla se evidencia que la producción de este material fue menor con respecto a las importaciones durante los años 2004 y 2005, sin embargo, a partir del año 2006 se incrementa la producción y disminuyen las importaciones, a excepción del año 2009, indicando que el país ha empezado a tener un gran interés en cuanto a la producción y comercialización de madera plástica, mostrando el crecimiento de la industria y el interés del consumidor por adquirirla.

5.3.1.b Demanda de madera plástica en postes y listones. Los postes y listones plásticos, son generalmente utilizados como cercado en las fincas, lotes y propiedades que generalmente son enterrados en la tierra. Antiguamente, eran utilizados postes de madera clavados, que empezaban a sufrir procesos de descomposición, debido a las condiciones en las que se encontraban, estos

estaban en contacto constante con humedad y a diferentes condiciones atmosféricas, por lo que es necesario cambiarlos constantemente.

En

la Tabla 21 se encuentra el consumo de postes y listones de madera plástica del 2002 al 2014.

Tabla 21.

Histórico de consumo de postes y listones de madera plástica

Año	Madera plástica (Ton/año)
2002	28.862.582
2003	37.157.687
2004	57.510.613
2005	64.754.004
2006	73.006.792
2007	80.758.308
2008	94.435.265
2009	105.128.674
2010	115.822.084
2011	126.515.493
2012	137.208.903
2013	147.902.313
2014	158.595.722

Nota. Se evidencia el aumento en el consumo de postes y listones en el rango de años señalados en la tabla tomado de: Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. (2019). Principales indicadores del mercado laboral - mayo de 2019. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech/bol_empleo_may_19.pdf

5.3.1.c Potenciales clientes. De acuerdo con el aumento en la demanda de las diferentes presentaciones de maderas plásticas, los potenciales clientes a los que se aplica es a los distintos comercializadores de postes y listones, cerca de los sectores agropecuarios, haciendas agrícolas, productores ganaderos y distintos almacenes de cadena a nivel nacional y local. En cuanto a los tablones de madera y otros productos, los potenciales clientes se encuentran en distribuidores de muebles y decoraciones, así como el sector turístico.

De igual manera, la comunidad es uno de los principales clientes, esto debido a que un gran número de las viviendas y puentes, son construidos actualmente con madera plástica.

5.3.1.d Encuesta. Con la finalidad de identificar las principales fuentes de materia prima, el estado del plástico reciclado y los costos de esta la cual es indispensable para la formulación del proyecto, se realizó la siguiente encuesta a una organización dedicada al reciclaje, obteniendo así la siguiente información:

Pregunta 1. ¿Qué cantidad de material almacenan o reciclan a la semana?

- Se almacenan aproximadamente 8335 kg semanalmente.

Pregunta 2. ¿Quién o quiénes son sus principales comparadores del material?

- RECIPE (Empresa en Cali que transforma ese material) y ECA DE ECAPAS PEREIRA (revendedores)

Pregunta 3. ¿Cuál es su principal fuente de abastecimiento de material?

- Comercio local y los centros educativos del municipio

Pregunta 4. ¿Cuál es el material que más recicla o recolecta en su planta?

- Principalmente se recolecta plástico y papel.

Pregunta 5. ¿Cuál es el valor del Kilogramo de plástico?

- El valor aproximado es de \$ 600 el kg puesto en Pereira, en Cali es de \$1000 el kilogramo (datos del año 2021).

Pregunta 6. ¿Estaría usted dispuesto a vender su material recolectado especialmente en una planta de aprovechamiento en el municipio de Quibdó?

- Sí, debido a que es menor tiempo de almacenamiento, y se disminuirían los gastos de transporte.

Pregunta 7. ¿Realiza labores de limpieza (lavado o desinfección) del material recolectado en su empresa u organización?

- Sí, ya que, en ocasiones es necesario para mantener la calidad del material y evitar daños y pérdidas del mismo.

Pregunta 8. ¿Lleva control o registro de la cantidad de material recolectado para su comercialización?

- Sí, esta para llevar de forma organizada un inventario del material recolectado y comercializado.

Pregunta 9. ¿Qué tipo de plástico es que en mayor cantidad recolecta en su planta u organización?

- El principal material plástico recolectado es el Polietileno de Poliestalato (PET), de este material se recolectan aproximadamente 1160 kg al mes, siguiendo el orden de recolección, se recolecta Polietileno de alta densidad (HDPE), aproximadamente 680 kg al mes, Polipropileno, llegando a recolectar 288 kg al mes. DE igual forma de recolecta el papel como material no plástico y en mayor proporción, llegando a recolectar hasta 3615 kg al mes.

Pregunta 10. ¿Compacta, tritura o peletiza material recolectado?

- Se compacta

Pregunta 11. ¿La empresa contaba con contrato definido sobre la cantidad de materiales a entregar en cada mes?

- Se mantenía un contrato abierto.

Pregunta 12. ¿Cuánto tiempo lleva la empresa en funcionamiento?

- La empresa lleva 3 años en funcionamiento.

Pregunta 13. Cuáles son las principales dificultades que ha tenido para el establecimiento y/o crecimiento de su empresa?

- Las principales dificultades se han dado debido a las fuentes de financiamiento, la pandemia, y el poco mercado que se maneja, además del alto índice de informalidad.

Pregunta 14. ¿Ha interferido el orden público en el municipio la operación de su empresa?

- No.

Esta encuesta fue realizada a una empresa recicladora en el barrio Kennedy del municipio de Quibdó, que cuenta con 2 personas en planta y 3 personas en el área logística administrativa. La

empresa realiza procesos de educación ambiental en los sectores de recolección del material, obteniendo como resultados un aumento del material recogido y la calidad del mismo.

5.3.2. Oferta

Actualmente, existen pocas empresas que compiten en el sector industrial de producción y comercialización de madera plástica. Se podría decir que al ser una industria naciente se encuentran en las primeras etapas de desarrollo y establecimiento en el territorio nacional.

Sin embargo, es importante mencionar que cuando se genere una idea de nuevo modelo de negocio se busquen alternativas innovadoras para su montaje y desarrollo. Esto con el objetivo de obtener una mejor participación en el mercado mayor reconocimiento y sobre todo pensando siempre en procesos que impacten lo menor posible en la conservación de nuestros recursos.

Adicionalmente, el Gobierno Colombiano ha creado diferentes incentivos financieros o beneficios tributarios con la intención de reactivar el sector industrial en Colombia.

5.3.2.a Amenaza de Productos Sustitutos. La madera plástica creada a partir de residuos sólidos y materiales reciclados es un sustituto de la madera natural que cumple todos sus usos y con muchas de sus características, disminuyendo principalmente, costos de producción y venta. Actualmente, es un producto que tiene poca probabilidad de llegar a sustituirse, principalmente por los costos de producción que este maneja. Sin embargo, existe una posibilidad, a futuro, en donde se realicen productos similares por medio de la utilización de otros materiales, distintos al polietileno de baja densidad, polipropileno y el Tereftalato de polietileno, que puedan llegar a cumplir estas aplicaciones.

5.3.2.b Competencia. En el gremio de empresas procesadores de madera plástica, existen más de 600 empresas dedicadas a la producción y comercialización de este producto a nivel nacional. La Tabla 22 nombra las empresas más representativas en cuanto a venta y comercialización de madera plástica.

Tabla 22.*Empresas comercializadoras de madera plástica*

Empresa	Ciudad
Mcm Company S A S	Medellín
Mercantil Automoviliaria S A Mercovil	Bogotá
Maderas plásticas del Valle	Cali
Hascal International S A S	Bogotá
Maderas Plásticas Servicios de Recolección S A S	Carepa
Madera plástica Europlast S A S	Cali
Maderas plasticas de Colombia S A S	Bogotá
Madera Plastica Ecologica Mapleco S A S	Ventaquemada
Madera plástica ecología	Cali
Layco (Leon Arce) y CIA Ltda.	Cali
Plasticamos S A S	La ceja
Ingeniería en madera plástica S A S	Cartagena
Expertos En Maderas Plásticas Soluciones Ambientales Ej S A S	Soacha

Nota. Se evidencia que un gran número de las empresas se encuentran ubicadas en la ciudad de Bogotá, Antioquia y Valle del Cauca.

Tabla 23.*Empresas comercializadoras de madera plástica del Chocó.*

Empresa	Ubicación	Actividad económica
Maderaslem S A S	Riosucio	Extracción de madera
Maderas Istmina S A S	Istmina	Fabricación de muebles
Maderas & Cementos El Constructor S A S	Quibdó	Comercio al por menor de artículos de ferretería pinturas y productos de vidrio en establecimientos especializados
Soluciones Plasticas Del Pacifico S A S	Quibdó	Otras actividades especializadas para la construcción de edificios y obras de ingeniería civil

Soluciones Integrales Y Comercializadora De Madera Rtc S A S	Medio Baudo	Extracción de madera
Comercializadora De Maderas Choco S A S	Quibdó	Aserrado acepillado e impregnación de la madera
Herrajes & Maderas El Ebanista S A S Zese	Quibdó	Comercio al por menor de electrodomésticos y gasodomesticos muebles y equipos de iluminación en establecimientos especializados
E A De T De Transformacion De La Madera Asotramadea En Liquidacion	Acandi	Aserrado acepillado e impregnación de la madera
Concretos & Maderas Sostenibles S A S	Quibdó	Terminación y acabado de edificios y obras de ingeniería civil
Constructora De Edificaciones En Madera Y Concreto S A S	Riosucio	Construcción de otras obras de ingeniería civil
Industria De Maderas Ramos Rodriguez S A S	Quibdó	Aserrado acepillado e impregnación de la madera
Comercializadora Internacional De Maderas Alternativas Industriales Colombianas Y Latinoamericanas Ltda	Quibdó	Fabricación de productos de la refinación del petróleo
Depósito De Madera La Veinte Sas	Quibdó	Aserrado acepillado e impregnación de la madera
Comercializadora De Maderas M&d S A S	Quibdó	Extracción de madera

Comercializadora De Muebles Y Maderas Meres S A S	Bojaca	Comercio al por mayor de materiales de construcción artículos de ferretería pinturas productos de vidrio equipo y materiales de fontanería y calefacción
Mundo Maderas Del Pacifico S A S	Quibdó	Comercio al por menor de electrodomésticos y gasodomesticos muebles y equipos de iluminación en establecimientos especializados
Comercializadora De Maderas Valois Sas	Quibdó	Comercio al por mayor de materiales de construcción artículos de ferretería pinturas productos de vidrio equipo y materiales de fontanería y calefacción

Nota. La tabla representa la cantidad de empresas que comercializan artículos fabricados con madera plástica en Quibdo.

5.3.2.c Canales de Comercialización. Los canales de comercialización son uno de los factores claves para que el proyecto se pueda sostener y crecer a largo plazo. Es importante identificar los sistemas de comercialización, los cuales coordinan las transferencias entre los integrantes de la cadena productor-consumidor. Los canales de comercialización permiten identificar el método de circulación y el flujo de mercaderías, desde el productor hasta el usuario.

Se identificaron los siguientes canales de comercialización:

- Comercialización directa con el usuario mediante la creación de puntos de venta, comercialización por redes sociales, página web, voz a voz, publicidad, entre otros. Brindando un óptimo servicio al cliente satisfaciendo su necesidad.
- Comercialización mediante terceros, se comercializará mediante distintos distribuidores con los que se establezcan acuerdos comerciales para poder extender el alcance de los productos y de esta forma aumentar el mercado y los clientes.

5.3.2.d Propuesta de Valor. Se quiere garantizar que los canales de comercialización y las ventas aumenten, se toman distintas formas con el fin de satisfacer a los clientes y a la comunidad.

Teniendo diferentes iniciativas con el fin de cumplir los objetivos de ventas y retribuir a la comunidad, entre las que se encuentran:

- Fabricar productos de calidad.
- Aumentar la calidad de vida de los trabajadores y de la comunidad.
- Reducir la contaminación del agua y suelos, de la microcuenca la Yesca al utilizar los Sólidos que contaminan esos ecosistemas
- Mejorar las condiciones de la vida de la comunidad al aumentar las oportunidades laborales de sus habitantes.
- Disminuir el índice de desempleo.
- Tener acceso a materiales de calidad para la construcción de sus viviendas.
- Mejorar el servicio público de aseo.
- Direcccionar el sostenimiento de la zona.

5.4. Etapa 4: Análisis financiero de un centro de recepción, clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos plásticos en el municipio de Quibdó mediante el indicador TIR

Realizar el estudio económico de la planta de aprovechamiento de residuos sólidos plásticos es parte fundamental del desarrollo del proyecto, así como estimar la inversión inicial, los costos de producción, la proyección de los ingresos de la planta, proyección de los costos para la transformación de los materiales en madera plástica. Esto permitirá ratificar la viabilidad del proyecto.

Para el desarrollo de este objetivo, se realizan dos evaluaciones financieras con plazo de 5 años, para poder identificar y comparar las opciones evaluadas. Para esto se realiza un análisis completo de las etapas del proceso.

5.4.1. Plan de Inversión

Inicialmente se establecen dos planes de inversión, los cuales contarán con los costos necesarios de maquinaria y equipo, muebles y enseres, vehículos y capital de trabajo necesario. El plan de inversión 1 (ver Tabla 23), incluye la compra de un terreno y la construcción de las instalaciones necesarias para el proyecto.

Tabla 24.

Plan de inversión 1

PLAN DE INVERSIONES (1)				
Maquinaria y equipo	U	VALOR (U)	VIDA UTIL (AÑOS)	VALOR TOTAL
Extrusor	1	108.000.000	10	108.000.000
Molino	1	29.000.000	10	29.000.000
Tanque de Enfriamiento	1	7.500.000	10	7.500.000
Torre de Enfriamiento	1	7.500.000	10	7.500.000
Moldes	1	14.000.000	10	14.000.000
Equipo de Pesaje	1	2.500.000	10	2.500.000
Implementos de Lavado	1	500.000	10	500.000
Tanques de Lavado	1	300.000	10	300.000
Tanques de Enguaje	1	300.000	10	300.000
Total Maquinaria Y equipo	9			169.600.000
Edificios				
Terrenos	1	180.000.000	0	180.000.000
Construcciones obras civiles (m2)	1	4.500.000	45	4.500.000
Total Edificios				184.500.000
Muebles y enseres				
Equipos de Computo	2	2.000.000	5	4.000.000
Iluminación	15	50.000	1	750.000
Sillas de Atención	4	100.000	10	400.000
Sillas oficina	2	200.000	10	400.000
Escritorios oficina	2	400.000	10	800.000
Archivadores	1	760.000	10	760.000
Estibas	1	1.800.000	10	1.800.000
Estantería	6	160.000	10	960.000
Utensilios Administrativos	1	574.119	1	574.119

Utensilios Aseo	1	192.850	1	192.850
Total Muebles y Enseres				9.870.000
Vehículos				
Moto de Carga	2	8.000.000	5	16.000.000
Total Vehiculos				16.000.000
Capital de trabajo				
Efectivo (Costos y Gastos de 2 Meses)	1	185.032.738	0	185.032.738
Seguros pagados por anticipado	1		0	0
Inventario Inicial	1	429.757.476	0	429.757.476
Total Capital de Trabajo				614.790.214
Total Plan de Inversiones				994.760.214

Nota. En cuanto al plan de inversión 2 (ver Tabla 25), se modifica la compra del terreno y construcción de las instalaciones recinto, teniendo en cuenta el arriendo de una bodega y adecuaciones de infraestructura.

Tabla 25.

Plan de inversión 2

PLAN DE INVERSIONES (2)

Maquinaria y equipo	U	VALOR (U)	VIDA UTIL (AÑOS)	VALOR TOTAL
Extrusor	1	108.000.000	10	108.000.000
Molino	1	29.000.000	10	29.000.000
Tanque de Enfriamiento	1	7.500.000	10	7.500.000
Torre de Enfriamiento	1	7.500.000	10	7.500.000
Moldes	1	14.000.000	10	14.000.000
Equipo de Pesaje	1	2.500.000	10	2.500.000
Implementos de Lavado	1	500.000	10	500.000
Tanques de Lavado	1	300.000	10	300.000
Tanques de Enguaje	1	300.000	10	300.000
Total Maquinaria Y equipo	9			169.600.000
Edificios				

Arriendos	1	8.000.000	0	8.000.000
Construcciones obras civiles (m2)	1	3.000.000	45	3.000.000
Total Edificios				11.000.000
Muebles y enseres				
Equipos de Computo	2	2.000.000	5	4.000.000
Iluminación	15	50.000	1	750.000
Sillas de Atención	4	100.000	10	400.000
Sillas oficina	2	200.000	10	400.000
Escritorios oficina	2	400.000	10	800.000
Archivadores	1	760.000	10	760.000
Estibas	1	1.800.000	10	1.800.000
Utensilios Administrativos	1	574.119	1	574.119
Utensilios Aseo	1	192.850	1	192.850
Estantería	4	160.000	10	640.000
Total Muebles y Enseres				10.316.969
Vehículos				
Moto de Carga	2	8.000.000	5	16.000.000
Total Vehiculos				16.000.000
Capital de trabajo				
Efectivo (Costos y Gastos de 2 Meses)	1	85.171.982	0	85.171.982
Seguros pagados por anticipado	1		0	0
Inventario Inicial	1	492.133.946	0	492.133.946
Total Capital de Trabajo				577.305.927
Total Plan de Inversiones				784.222.896

Nota. Con estos esquemas se observa que el plan de Inversión 2 requiere \$ 210.537.318 millones menos, comparado con el costo total del plan de Inversión 1. Esto se traduce en que el pan de Inversión 2 es 2, 21% más rentable que el plan de inversión 1

5.4.2. Inflación y PIB

A continuación, se realiza una predicción de la inflación y del PIB en Colombia (ver Tabla 26), estos valores serán tenidos en cuenta para establecer o predecir el aumento del salario mínimo

legal vigente (SMMLV) hasta el año 2026, así como los, los estados de resultado y las respectivas evaluaciones financieras.

Tabla 26.
Predicción de la inflación y PIB.

INFLACIÓN							
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
INVESTIGADOR							
BANCOLOMBIA		2,40%	3,00%	3,50%	3,70%	3,10%	3,10%
MIN HACIENDA		3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
FONDO MONETARIO INTRNACIONAL		2,45%	2,63%	2,71%	2,82%	2,89%	2,89%
PROMEDIO		2,617%	2,877%	3,070%	3,173%	2,997%	2,997%

PIB							
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
INVESTIGADOR							
BANCOLOMBIA		4,70%	3,50%	3,60%	3,40%	3,20%	3,20%
MIN HACIENDA		4,20%	4,40%	4,30%	4,30%	4,10%	4,10%
FONDO MONETARIO INTRNACIONAL		5,15%	3,62%	3,95%	3,85%	3,85%	3,85%
PROMEDIO		4,68%	3,84%	3,95%	3,85%	3,72%	3,72%
FACTOR DE CRECIMIENTO G		7,42%	6,83%	7,14%	7,15%	6,82%	6,82%

5.4.3. Nómina

Posteriormente, utilizando los datos de la Tabla 26, se realiza un pronóstico del SMMLV con el fin de poder determinar en pasos posteriores los costos de nómina del personal necesario para el funcionamiento, como se evidencia en la Tabla 27.

Tabla 27.*Pronóstico SMMLV 2021-2026*

CONCEPTO	Empleado r (2021)	Empleado (2021)	2.022	2.023	2.024	2.025	2.026
Salario Mínimo Mensual – SMMLV		\$908.526	\$932.29 9	\$959.11 8	\$988.5 63	\$1.019.9 34	\$1.050. 498
Subsidio de transporte Mensual		\$106.454	\$109.24 0	\$ 112.382	\$ 115.83 2	\$ 119.508	\$123.08 9
Riesgo I		0,522%	VARIABLES CONSTANTES EN EL TIEMPO				
Salud	8,50%	4,00%					
Pensión	12,00%	4,00%					
Caja de Compensación	4,00%	0,00%					

Nota. Una vez evaluado el aumento del SMMLV, se proyecta una evolución de las nóminas a lo largo del tiempo (2021-2026), esta proyección se ve evidenciada en el Anexo 5.

5.4.4. Depreciación

Se reconoce la vida útil de cada maquinaria, equipo, inmueble y vehículo a lo largo del tiempo, de esta manera se realiza una depreciación para cada plan de inversión. La primera depreciación incluye el desgaste de los terrenos y construcciones civiles, como se evidencia en la Tabla 28.

Tabla 28.*Depreciación del plan de inversión 1*

DEPRECIACIÓN MAQUINARIA Y EQUIPO

					DEPRECIACIÓN	
Maquinaria y equipo Proceso Costura	U	VALOR (U)	VIDA UTIL	VALOR TOTAL	MENSUA L	ANUAL
Extrusor	1	108.000.00 0	10	108.000.00 0	900.000	10.800.00 0
Molino	1	29.000.000	10	29.000.000	241.667	2.900.000
Tanque de Enfriamiento	1	7.500.000	10	7.500.000	62.500	750.000

Torre de Enfriamiento	1	7.500.000	10	7.500.000	62.500	750.000
Moldes	1	14.000.000	10	14.000.000	116.667	1.400.000
Equipo de Pesaje	1	2.500.000	10	2.500.000	20.833	250.000
Implementos de Lavado	1	500.000	10	500.000	4.167	50.000
Tanques de Lavado	1	300.000	10	300.000	2.500	30.000
Tanques de Enjuague	1	300.000	10	300.000	2.500	30.000
TOTAL DEPRECIACIÓN MAQUINARIA					1.404.167	16.850.000

Edificios	U	VALOR (U)	VIDA UTIL	VALOR TOTAL		
Terrenos	1	180.000.000	0	180.000.000	0	0
Construcciones obras civiles (m2)	1	4.500.000	45	4.500.000	8.333	100.000
TOTAL DEPRECIACIÓN EDIFICIOS					8.333	100.000

Muebles y enseres	U	VALOR (U)	VIDA UTIL	VALOR TOTAL		
Equipos de Computo	2	2.000.000	5	4.000.000	66.667	800.000
Iluminación	15	50.000	1	750.000	62.500	750.000
Sillas de Atención	4	100.000	10	400.000	3.333	40.000
Sillas oficina	2	200.000	10	400.000	3.333	40.000
Escritorios oficina	2	400.000	10	800.000	6.667	80.000
Archivadores	1	760.000	10	760.000	6.333	76.000
Estibas	1	1.800.000	10	1.800.000	15.000	180.000
Estantería	6	160.000	10	960.000	8.000	96.000
TOTAL DEPREC MUEBLES Y ENSERES					171.833	2.062.000

Vehículos	U	VALOR (U)	VIDA UTIL	VALOR TOTAL		
Moto de Carga	1	8.000.000	5	8.000.000	133.333	1.600.000
TOTAL DEPRECIACIÓN VEHICULOS					133.333	1.600.000

Nota. La depreciación del plan de inversión 2 (ver Tabla 29) modifica la depreciación de edificios, teniendo en cuenta, únicamente las construcciones civiles necesarias para el proyecto.

Tabla 29.

Depreciación del plan de inversión 2

DEPRECIACIÓN MAQUINARIA Y EQUIPO					DEPRECIACIÓN	
					N	
Maquinaria y equipo Proceso Costura	U	VALOR (U)	VIDA UTIL	VALOR TOTAL	MENSU AL	ANUA L
Extrusor	1	108.000.000	10	108.000.000	900.000	10.800.000
Molino	1	29.000.000	10	29.000.000	241.667	2.900.000
Tanque de Enfriamiento	1	7.500.000	10	7.500.000	62.500	750.000
Torre de Enfriamiento	1	7.500.000	10	7.500.000	62.500	750.000
Moldes	1	14.000.000	10	14.000.000	116.667	1.400.000
Equipo de Pesaje	1	2.500.000	10	2.500.000	20.833	250.000
Implementos de Lavado	1	500.000	10	500.000	4.167	50.000
Tanques de Lavado	1	300.000	10	300.000	2.500	30.000
Tanques de Enguaje	1	300.000	10	300.000	2.500	30.000
TOTAL DEPRECIACIÓN MAQUINARIA					1.404.167	16.850.000

Edificios	U	VALOR (U)	VIDA UTIL	VALOR TOTAL		
Construcciones obras civiles (m2)	1	3.000.00 0	45	3.000.000	5.556	66.667
TOTAL DEPRECIACIÓN EDIFICIOS					5.556	66.667

Muebles y enseres	U	VALOR (U)	VIDA UTIL	VALOR TOTAL		
Equipos de Computo	2	2.000.00 0	5	4.000.000	66.667	800.000
Iluminación	1 5	50.000	1	750.000	62.500	750.000
Sillas de Atención	4	100.000	10	400.000	3.333	40.000
Sillas oficina	2	200.000	10	400.000	3.333	40.000
Escritorios oficina	2	400.000	10	800.000	6.667	80.000
Archivadores	1	760.000	10	760.000	6.333	76.000
Estibas	1	1.800.00 0	10	1.800.000	15.000	180.000
Estantería	6	160.000	10	960.000	8.000	96.000
TOTAL DEPREC MUEBLES Y ENSERES					171.833	2.062.0 00

Vehículos	U	VALOR (U)	VIDA UTIL	VALOR TOTAL		
Moto de Carga	1	8.000.000	5	8.000.000	133.333	1.600.00 0
TOTAL DEPRECIACIÓN VEHICULOS					133.333	1.600.00 0

Nota. Se encuentra que la depreciación en los planes de inversión únicamente cambia en los valores de la construcción de obras civiles, variando menos de un 1%

5.4.5. Producción y ventas

Con el fin de establecer los costos por unidad de los productos, se realiza un análisis de producción y ventas (ver Tabla 30), proyectando el porcentaje de ventas de cada producto y estableciendo la cantidad de unidades a vender.

Tabla 30.

Análisis producción y ventas

INFORMACIÓN BÁSICA DEL MODELO			
	Poste Cerca Cuadrado	Poste Cerca Redondo	Vareta Rectangular
Cantidad Total de Unidades a Producir por Mes	1.920	4.800	2.240
% a Vender	40,00%	20,00%	40,00%
Cantidad de Unidades a Producir por Producto al Mes	768	960	896
Total de Productos a Vender	2.624		

5.4.6. Costos

De igual manera, se realiza una estimación de costos del producto, para lo cual se tiene en cuenta los costos variables y los costos fijos.

5.4.6.a Costos Variables. Para la determinación de los costos variables (ver Tabla 31) se tiene en cuenta las distintas dimensiones de los productos a sacar con el fin de estimar la cantidad de materias que será utilizada. Posteriormente, se realiza una estimación de consumo energético, de agua y desengrasante. Finalmente, se realiza la suma de estos costos.

Tabla 31.

Costos variables

Costos Variables por Producto	Poste Cerca Cuadrado	Poste Cerca Redondo	Vareta Rectangular
Dimensiones (cm)	8x8x210	7,62x210	9x4x300
Volumen (cm ³)	13.440	5.027	10.800
Densidad PET (g/cm ³)	1,38	1,38	1,38
Densidad PEBD (g/cm ³)	0,92	0,92	0,92

Densidad PP (g/cm ³)	0,91	0,91	0,91
Densidad mezcla para Madera Plástica (g/cm ³)	1,07	1,07	1,07
Masa mezcla para Madera Plástica (kg/unid)	12,56	4,70	10,09
Composición PET (%)	33%	33%	33%
Precio PET (\$/kg)	\$1.000	\$1.000	\$1.000
Composición PEBD (%)	33%	33%	33%
Precio PEBD (\$/kg)	\$1.000	\$1.000	\$1.000
Composición PP (%)	33%	33%	33%
Precio PP (\$/kg)	\$1.000	\$1.000	\$1.000
Costo material (\$/kg)	\$990	\$990	\$990
Costo producto (\$/unid)	\$12.435	\$4.651	\$9.993

Consumo Energía equipos (kWh/h)	52	52	52
Uso diario (h/día)	8	8	8
Uso mes (día/mes)	20	20	20
Consumo Mensual (kWh/mes)	8.320	8.320	8.320
Precio energía Quibdó-Junio 2021 (\$/kWh)	\$737	\$737	\$737
Costo energía (\$/mes)	\$6.131.840	\$6.131.840	\$6.131.840
Costo energía (\$/Unid.)	7.984	6.387	6.844
Consumo mensual (m ³ /mes)	12,8	12,8	12,8
Precio agua Quibdó-Junio 2021 (\$/m ³)	\$1.564	\$1.564	\$1.564
Costo agua (\$/mes)	\$20.019	\$20.019	\$20.019
Costo Agua (\$/Unid.)	\$26	\$21	\$22
Relación agua/desengrasante (m ³ /m ³)	10,00%	10,00%	10,00%
Consumo mensual desengrasante (m ³ /mes)	12,00%	12,00%	12,00%
Costo Desengrasante (\$/L)	\$3.500	\$3.500	\$3.500
Costo Desengrasante(\$/ m ³)	\$3.500.000	\$3.500.000	\$3.500.000

Costo mensual desengrasante (\$/mes)	\$42.000	\$42.000	\$42.000
Costo desengrasante (\$/Unid.)	\$55	\$44	\$47
Costo total Variable x Unidad	\$20.500	\$11.103	\$16.905

5.4.6.b Costos Fijos. Los costos fijos, varían entre el plan de inversión 1 y 2, por lo que se realiza un estudio de los costos del plan de inversión 1 (ver Tabla 32), teniendo en cuenta el valor de la nómina, el costo de los vehículos, la dotación necesaria y el seguro.

Tabla 32.

Costos fijos del plan de inversión 1

Costos Fijos Mensuales (Plan de Inversión (1))	Poste Cerca Cuadrado	Poste Cerca Redondo	Vareta Rectangular
Nómina	\$9.369.350	\$9.369.350	\$9.369.350
Consumo de Vehículo Eléctrico	\$1.698.048	\$1.698.048	\$1.698.048
Dotación	\$1.278.600	\$1.278.600	\$1.278.600
Seguros	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000
Total Costos Fijos por Unidad	\$5.086	\$5.086	\$5.086
Total Costos Fijos	\$13.345.998	\$13.345.998	\$13.345.998

Total Costos	\$25.586	\$16.189	\$21.991
---------------------	-----------------	-----------------	-----------------

Nota. En cuanto a los costos fijos del plan de inversión 2 (ver Tabla 33), es necesario añadir el valor del arrendamiento de la planta de producción, ya que este se debe pagar de manera mensual.

Tabla 24.

Costos fijos del plan de inversión 2

Costos Fijos Mensuales (Plan de Inversión (1))	Poste Cerca Cuadrado	Poste Cerca Redondo	Vareta Rectangular
Nómina	\$9.369.350	\$9.369.350	\$9.369.350
Consumo de Vehículo Eléctrico	\$1.698.048	\$1.698.048	\$1.698.048
Dotación	\$1.278.600	\$1.278.600	\$1.278.600
Seguros	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000
Arrendamientos	\$8.000.000	\$8.000.000	\$8.000.000
Total Costos Fijos por Unidad	\$8.135	\$8.135	\$8.135
Total Costos Fijos	\$21.345.998	\$21.345.998	\$21.345.998

Total Costos	\$28.635	\$19.238	\$25.040
---------------------	-----------------	-----------------	-----------------

Nota. Los costos fijos de el plan de inversión 2, son alrededor del 10,64% superiores que en el plan de inversión 1. Esto debido a los costos del arrendamiento

5.4.7. Punto de equilibrio

Teniendo en cuenta la información de la Tabla 30, se estima el punto de equilibrio en el proyecto para el plan de inversión 1 (ver Tabla 34) y para el plan de inversión 2 (ver Tabla 35), esto es de gran importancia, debido a que, de esta manera se estiman los ingresos que se obtendrán en el proyecto, adicionalmente también se le añaden los impuestos y se realiza una prueba de equilibrio.

Tabla 25.

Punto de equilibrio del plan de inversión 1

PUNTO DE EQUILIBRIO EN UNIDADES			
	Poste Cerca Cuadrado	Poste Cerca Redondo	Vareta Rectangular
% Venta sobre Costos	120%	110%	121%
Precio de Venta Bruto	\$56.390	\$33.974	\$48.498
Costo de Variable	\$20.500	\$11.103	\$16.905
Margen de Contribución	\$35.890	\$22.871	\$31.593
% Margen de Contribución	40,00%	20,00%	40,00%
Margen de Contribución Ponderada	\$14.356	\$4.574	\$12.637
Costos Fijos	\$5.086		
PE en Unidades	423		

Cantidades a Vender por Punto de

Equilibrio	170	85	170
-------------------	------------	-----------	------------

PRUEBA PUNTO DE EQUILIBRIO

Ventas	\$9.586.290	\$2.887.827	\$8.244.648
Costo Variable	\$3.485.010	\$943.776	\$2.873.903
MC	\$6.101.280	\$1.944.050	\$5.370.745
Costos Fijos	\$13.345.998		
Ventas Netas	\$13.416.076		

Punto de Equilibrio	\$70.077		
Inventarios sobre las ventas	30%		
Precio de Venta Con IVA	\$67.104	\$40.430	\$57.713
Tasa Impositiva	33%		

Nota. La tabla muestra el tiempo en el cual se verá reflejada la inversión para el escenario 1

Tabla 35.

Punto de equilibrio del plan de inversión 2.

PUNTO DE EQUILIBRIO EN UNIDADES			
	Poste Cerca Cuadrado	Poste Cerca Redondo	Vareta Rectangular
% Venta sobre Costos	120%	110%	121%
Precio de Venta Bruto	\$63.109	\$40.372	\$55.221
Costo de Variable	\$20.500	\$11.103	\$16.905
Margen de Contribución	\$42.609	\$29.269	\$38.316
% Margen de Contribución	40,00%	20,00%	40,00%
Margen de Contribución Ponderada	\$17.044	\$5.854	\$15.326
Costos Fijos	\$8.135		
PE en Unidades	558		
Cantidades a Vender por Punto de Equilibrio	224	112	224

PRUEBA PUNTO DE EQUILIBRIO			
			\$12.369.60
Ventas	\$14.136.464	\$4.521.719	2
Costo Variable	\$4.592.014	\$1.243.564	\$3.786.790
MC	\$9.544.450	\$3.278.155	\$8.582.812
Costos Fijos	\$21.345.998		
Ventas Netas	\$21.405.417		

Punto de Equilibrio	\$59.419		
Inventarios sobre las ventas	30%		
Precio de Venta Con IVA	\$75.100	\$48.043	\$65.714
Tasa Impositiva	33%		

Nota. La tabla muestra el tiempo en el cual se verá reflejada la inversión para el escenario

Se observa un aumento de los costos de venta del producto en el plan de inversión 2, debido a lo mencionado anteriormente acerca del arriendo para la planta de producción.

5.4.8. Evaluación financiera

Con los datos obtenidos anteriormente, se realiza la evaluación de los dos planes de inversión (ver Tabla 36 y Tabla 37) con un plazo de 5 años.

Tabla 36.
Evaluación financiera del proyecto con el plan de inversión 1

EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO						
	0	1	2	3	4	5
Ingresos por Ventas		\$ 1.432.524.920	\$ 1.487.533.877	\$ 1.546.291.465	\$ 1.605.823.686	\$ 1.665.506.800
Ingresos de vetas del periodo		\$ 1.432.524.920	\$ 1.487.533.877	\$ 1.546.291.465	\$ 1.605.823.686	\$ 1.665.506.800
Recuperación de cartera		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Pago costos	\$ 429.757.476	\$ 1.105.016.064	\$ 1.141.593.551	\$ 1.180.258.795	\$ 1.220.329.834	\$ 742.274.105
Pago costos variable del periodo		\$ 498.603.919	\$ 512.947.092	\$ 528.694.567	\$ 545.471.808	\$ 561.817.780
Pago costos fijos del periodo		\$ 160.151.982	\$ 164.759.020	\$ 169.817.122	\$ 175.205.985	\$ 180.456.325
Pago de costos anteriores		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0

Compra de inventarios	\$ 429.757.476	\$ 446.260.163	\$ 463.887.439	\$ 481.747.106	\$ 499.652.040	
Pago de gastos		\$ 5.180.364	252.161.682	264.175.503	276.819.986	289.263.112
Pago gastos del periodo		\$ 5.180.364	\$ 5.329.386	\$ 5.492.998	\$ 5.667.309	\$ 5.837.139
Pago de gastos anteriores		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Pago de impuestos		\$ 0	246.832.296	258.682.505	271.152.677	283.425.973
Flujo de caja operacional		\$ 322.328.492	\$ 93.778.643	101.857.166	108.673.867	633.969.583
Compra de activos	565.002.738	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Venta de activos		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
CAPEX FC Inversión	565.002.738	0	0	0	0	0
Aportes de capital	\$ 994.760.214	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Repartición de dividendo		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
créditos recibidos		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Intereses pagados		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
amortización de créditos		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
FC Financiación	\$ 994.760.214	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0

Flujo de caja neto del Inversionista	-\$ 994.760.214	\$ 322.328.492	\$ 93.778.643	\$ 101.857.166	\$ 108.673.867	\$ 633.969.583
VP de los flujos	-\$ 994.760.214	\$ 268.607.077	\$ 65.124.058	\$ 58.945.119	\$ 52.408.308	\$ 254.778.157
Periodo de Recuperación	-\$ 994.760.214	-\$ 726.153.137	-\$ 661.029.079	-\$ 602.083.959	-\$ 549.675.652	-\$ 294.897.495

Flujo de ingresos		\$ 1.432.524.920	\$ 1.487.533.877	\$ 1.546.291.465	\$ 1.605.823.686	\$ 1.665.506.800
Flujo de costos y gastos		\$ 1.110.196.428	\$ 1.393.755.233	\$ 1.444.434.298	\$ 1.497.149.819	\$ 1.031.537.217

Tasa Interna de Retorno - TIR	7,21%
--------------------------------------	-------

VPN	- 245.747.912	Años
R Costo beneficio	0,93932	
Payback	13,21431	
TIO	20,00%	

Nota. La tabla muestra los resultados de la evaluación financiera del plan de inversión 1

Tabla 37.

Evaluación financiera del proyecto con el plan de inversión 2

EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO						
	0	1	2	3	4	5
		\$	\$	\$	\$	\$
Ingresos por Ventas		1.640.446.	1.703.439.	1.770.725.	1.838.898.	1.907.244.
		486	631	496	428	153
Ingresos de vetas del periodo		1.640.446.	1.703.439.	1.770.725.	1.838.898.	1.907.244.
		486	631	496	428	153
Recuperación de cartera		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Pago costos	492.133.	1.265.787.	1.307.685.	1.351.974.	1.397.874.	850.445.1
	946	790	361	799	870	50
Pago costos variable del periodo		498.603.9	512.947.0	528.694.5	545.471.8	561.817.7
		19	92	67	08	80
Pago costos fijos del periodo		256.151.9	263.520.6	271.610.7	280.229.8	288.627.3
		82	20	03	16	70
Pago de costos anteriores		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	\$	\$	\$	\$	\$	
Compra de inventarios	492.133.	511.031.8	531.217.6	551.669.5	572.173.2	

	946	89	49	28	46	
			\$	\$	\$	\$
Pago de gastos		\$ 5.180.364	252.161.682	264.175.503	276.819.986	289.263.112
Pago gastos del periodo		\$ 5.180.364	\$ 5.329.386	\$ 5.492.998	\$ 5.667.309	\$ 5.837.139
Pago de gastos anteriores		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
			\$ 246.832.296	\$ 258.682.505	\$ 271.152.677	\$ 283.425.973
Pago de impuestos		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Flujo de caja operacional		\$ 369.478.332	143.592.588	154.575.194	164.203.572	767.535.891
Compra de activos	292.088.951	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Venta de activos		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
CAPEX FC Inversión	-292.088.951	0	0	0	0	0
Aportes de capital	\$ 784.222.896	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Repartición de dividendo		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
créditos recibidos		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Intereses pagados		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
amortización de créditos		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
FC Financiación	\$ 784.222.896	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0

	-\$	\$	\$	\$	\$	\$
Flujo de caja neto del Inversionista	784.222. 896	369.478.3 32	143.592.5 88	154.575.1 94	164.203.5 72	767.535.8 91
VP de los flujos	784.222. 896	307.898.6 10	99.717.07 5	89.453.23 7	79.187.67 9	308.455.4 60
Periodo de Recuperación	-\$ 784.222. 896	-\$ 476.324.2 86	-\$ 376.607.2 11	-\$ 287.153.9 74	-\$ 207.966.2 95	\$ 100.489.1 65

		\$	\$	\$	\$	\$
Flujo de ingresos		1.640.446. 486	1.703.439. 631	1.770.725. 496	1.838.898. 428	1.907.244. 153
Flujo de costos y gastos		\$ 1.270.968. 154	\$ 1.559.847. 043	\$ 1.616.150. 302	\$ 1.674.694. 856	\$ 1.139.708. 262

Tasa Interna de Retorno - TIR	25,07%
VPN	\$ 83.740.9 71
R Costo beneficio	1,01960
Payback	5,77676
TIO	20,00%

Años

Nota. A partir de los resultados obtenidos a lo largo del capítulo, se encuentra que el plan de inversión 2 posee una tasa interna de retorno mayor (25,07%) que la del plan de inversión 1 (7,21%).

5.4.9. Fuente de ingresos

Con el fin de llevar a cabo el proyecto, se tendrá en cuenta diferentes fuentes de ingresos durante los primeros años, como lo son:

- Las contribuciones de los socios.
- Organizaciones internacionales.
- Empresas recolectoras del sector.
- Financiación y ayudas del estado

Los cuales contribuirían con la inversión inicial para la adquisición de los equipos, infraestructura y personal clave para el inicio de la operación.

Adicionalmente, es necesario al iniciar la producción, comenzar de manera paralela con la venta de los productos y subproductos de la madera plástica.

6. CONCLUSIONES

La quebrada Yesca, presenta una serie de situaciones ambientales conflictivas, entre las que se destacan la existencia de conexiones erradas, producto de la serie de asentamientos irregulares que se han construido; la ocupación de los espacios del agua, la falta de planeación, la disposición inadecuada de residuos que permite observar en su cauce y en la ronda, desechos orgánicos e inorgánicos y escombros; así como el crecimiento informal, poco planificado que contribuye a agudizar los problemas ambientales de este afluente, principalmente el de la disposición inadecuada de residuos sólidos; plásticos, que son arrojados tanto al cauce como en la ronda de ésta.

De otro lado, se destaca que, en el análisis de suelo realizado con el XRF en el botadero “Marmolejo” no se detectó presencia de metales pesados y se observó un suelo en condiciones relativamente normales.

En consecuencia, profundizando sobre las condiciones de la Quebrada la Yesca y del botadero “Marmolejo” se analizaron 3 muestras de agua de la quebrada y una muestra de suelo del botadero; lo cual arrojó para el caso de las 3 muestras de agua una alteración en los niveles PH. La Demanda Química de Oxígeno (DQO) en 150 mg O₂/L para aguas residuales del servicio público de alcantarillado y lo mismo sucede en cuanto a sólidos suspendidos ya que la máxima permitida está en 70mg/L. En cuanto a la muestra de suelo del botadero es significativo mencionar que las concentraciones de Plomo (Pb), halladas en la muestra se encuentran en los rangos normales (10 a 150 ppm). Del total de residuos generados en el municipio de Quibdó y dispuestos en el botadero “Marmolejo”, un 11% del material corresponde a bolsas plásticas, y PVC, una cifra que no difiere con la obtenida en la encuesta aplicada durante el trabajo de investigación, la cual arrojó entre los encuestados que el 8,7% de los residuos son plásticos y un 26.1% en una mezcla entre plástico, vidrio, metales, papel y cartón. Esto nos muestra la potencial disposición de materia prima para el montaje del Centro de Recepción, Clasificación, Recuperación y Aprovechamiento de residuos sólidos plásticos en el municipio de Quibdó, cifra a la que le podríamos adicionar el material que es dispuesto en los cuerpos de agua.

Finalmente, se evidencia que en Quibdó las organizaciones de recicladores son escasas, pues es una actividad que no ha logrado posicionarse de manera adecuada en el esquema de prestación del servicio de aseo. Esta situación presente en la ciudad contrasta con el resultado de las encuestas las cuales dan como resultado que las personas afirman conocer alguna organización de recicladores con un 60,1%, de la población motivada al reciclaje, ellos identifican como prestador de este servicio al carro recolector de la empresa de aseo, o en su defecto, a aquellos recicladores informales que recorren distintos sectores, principalmente los barrios aledaños a la quebrada La Yesca.

En cuanto a la apuesta de este trabajo de grado, es considerable el alto porcentaje de personas que contemplan que, si hubiese en el municipio de Quibdó una planta de reciclaje, harían separación en la fuente, cifra que arrojó el 91% de los encuestados, la misma cifra que consumiría productos elaborados con material reciclado, de mencionar que el 81% no conoce una planta de tratamiento de residuos, pues de hecho no existe una como tal en Quibdó.

En consecuencia, es válido apuntar la aceptación que tendría una planta para madera plástica, con el 30% de las respuestas a favor, algo que es importante considerar, además, por la alta utilización de madera en diferentes tipos de construcción en el municipio y que además las condiciones climáticas reducen su durabilidad; asociada al tipo de madera y que su explotación contribuye a generar impactos negativos por la deforestación del bosque, una deficiencia a la que se podría contribuir de manera positiva con la utilización de madera plástica. Ante la planta de reciclaje como fuente de empleo, encontramos que el 74% de los encuestados contempla la posibilidad de emplearse en la actividad del reciclaje y el 60,9% lo haría en la planta como tal.

Ahora bien, como un propósito central de éste proyecto se estructuró una propuesta preliminar de modelo de actividad económica orientado al aprovechamiento del plástico, más específicamente en una planta de fabricación de madera plástica en el marco de los modelos de negocio alrededor de la economía circular, aplicando un modelo Canvas, que permitió dicho estudio; identificando resinas requeridas como fuente de materia prima, la cual estaría disponible en las distintas fuentes generadoras del municipio de Quibdó.

Si bien, dentro del estudio de la competencia se identificaron empresas productoras y comercializadoras de madera plástica en distintas zonas del país, entre estas: Medellín, Bogotá, Cali, Carepa, Ventanaquemada, La Ceja, Cartagena y Soacha; no se encontró registro de alguna en el municipio de Quibdó y tampoco en el departamento del Chocó. En definitiva, a partir de los resultados del estudio, se encuentra que el plan de inversión 2 posee una tasa interna de retorno mayor (25,07%) que la del plan de inversión 1 (7,21%), por lo que se confirma la mayor rentabilidad de este modelo de negocio en el escenario teniendo en cuenta arriendos y otro tipo de obras civiles.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Quibdó (01 de diciembre de 2018). Economía Quibdó. Obtenido de conozca toda la información relacionada con el / Mi Municipio / Economía: <http://www.quibdo-choco.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Economia.aspx>
- Alcaldía Municipal de Quibdó (2016). Plan de Desarrollo del Municipio de Quibdó 2016 – 2019. Seguimos avanzando hacia la paz. Quibdó: Alcaldía de Quibdó. Recuperado de <http://colectivoarquitectoslocales.files.wordpress.com/2016/05/pd-version-final.pdf>
- Alcaldía Municipal de Quibdó 2016-2020. (01 de diciembre de 2018). Actualización del plan de gestión integral de residuos sólidos del municipio de quibdó – choco 2019-2030. Obtenido de PGIRS Quibdó 2019-2030. V3.pdf: <http://quibdo-choco.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/PGIRS%20Quibd%C3%B3%202019-2030.%20V3.pdf>
- Alcaldía Quibdó. (27 de junio de 2012). *Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres del Municipio de Quibdó*. Obtenido de <http://quibdo-choco.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/Plan%20Municipal%20de%20Gesti%C3%B3n%20del%20Riesgo%20de%20Desastres%20del%20Municipio%20de%20Quibd%C3%B3%20PMGRD.pdf>
- Alvarado, I. (2010). La industria en países desarrollados. Bogotá, Colombia: editorial Board.
- Álvarez C, Alexander y Suárez, John (2006). Tratamiento biológico del lixiviado generado en el relleno sanitario El Guayabal de la ciudad de San José de Cúcuta. Ingeniería y desarrollo, 95-105.
- ANDI Comité Nacional Ambiental. (2018). Visión y perspectivas del servicio público de aseo 2018-2022. Recuperado de: http://www.andi.com.co/Uploads/Vision%20y%20Perspectivas%20de%20Residuos%20Sólidos%20ANDI%20071218_636801409973703682.pdf
- Arias L, Rivas T, y Vega C. (2014). Propuesta de diseño para un centro integral de reciclaje con inclusión de fuentes alternativas de energía. Revista esc.adm.neg [online], (77) pp.

136-151. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-81602014000200007&script=sci_abstract&tlng=es

Asociación para el Desarrollo Socioeconómico, Cultural y Ambiental (ASODEAM). (2015). Actualización y Ajustes del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Quibdó, Choco 2015 – 2026. Recuperado de <http://quibdo-choco.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/PGIRS%20actualizado%202015-2026.pdf>

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2015). Plan integral de intervención para el Pacífico colombiano – análisis ambiental y social. Recuperado de: https://ewdata.rightsindevelopment.org/files/documents/56/IADB-CO-L1156_wd3VJxc.pdf PP 85

Blanquiceth, J. (2016). Sistema ambientalmente sostenible para la gestión de residuos sólidos urbanos del municipio de Quibdó. Universidad Nacional, trabajo final de maestría. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/54377/7/johnnyalirioblanquicetha.2016.pdf>

Castañeda, A y Rodríguez, C. (2016). Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia. Rev Univ. Salud, 19(1):116-125

Chávez, A., y Rodríguez, A. (2016). Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica. Revista Academia & Virtualidad 9(2), 101-122.

consorcio Quibdó 2011. (2017). *Plan de manejo ambiental*. Quibdó.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. (2019). Principales indicadores del mercado laboral - mayo de 2019. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech/bol_empleo_may_19.pdf

Departamento Nacional de Planeación (2016). Informe Nacional de Aprovechamiento – 2016. Recuperado el 11 de junio de 2019 en:

<http://www.andi.com.co/Uploads/22.%20Informa%20de%20Aprovechamiento%20187302.pdf>

Earth, I. P. (2021). Recuperación y aprovechamiento de residuos sólidos plásticos, como estrategia de fortalecimiento para la protección de fuentes hídricas en el municipio de Quibdó.

Ecoembes, (2019). Resumen ejecutivo – informe completo. https://www.ecoembes.com/sites/default/files/archivos_publicaciones_ecoembes/resumen-ejecutivo-2017.pdf

European Parliamentary Research Service. (2017). Towards a circular economy - Waste management in the EU. Recuperado el 9 de junio del 2019 en: <http://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>

González, M., Daza, S., Caballero, D., y Martínez, G. (2016). Valuación de las propiedades físicas y químicas de residuo sólidos orgánicos a emplearse en la elaboración de papel. Luna Azul, 42, 499-527.

Greenpeace España (2018). Un millón de acciones contra el plástico. <https://archivo-historico.greenpeace.es/SendDoc?Id=1690d6e3b78-3fc1f755d0d4f744>

Hernández-Sampieri, R., & y Torres, C. P. M. (2018). Metodología de la investigación (Vol. 4). México, D. F.: McGraw-Hill Interamericana. <https://arquitectura.medellin.unal.edu.co/escuelas/habitat/galeria/displayimage.php?album=91&pid=4218>

Juul N, Münster M, Ravn H., y Söderman M. (2013). Challenges when performing economic optimization of waste treatment: A review. Waste Management, 33(2), 1918 – 1925.

López, A. (2018). La contaminación del suelo por plomo y sus consecuencias sobre la salud humana. Universidad Complutense.

Mazzeo, M. et al. (2010). Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y postcosecha del plátano en el departamento de caldas. Revista Educación en Ingeniería. pp. 128-139.

- McCarthy, S., Moriarty, J., O’Riordan, D., O’Leary, G., (2010). The Environmental Protection Agency. Focus on landfilling in Ireland. *Waste Management*, 12(3), 139-155.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1998). Política para la Gestión Integral de Residuos. Recuperado de: https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Polit%C3%ACcas_de_la_Direcci%C3%B3n/Pol%C3%ADtica_para_la_gesti%C3%B3n_integral_de_1.pdf PP14
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). Estrategia de economía Circular. Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio. o. Bogotá D.C., Colombia: Presidencia de la República de Colombia. Obtenido de http://www.andi.com.co/Uploads/Estrategia%20Nacional%20de%20EconA%CC%83%C2%B3mia%20Circular-2019%20Final.pdf_637176135049017259.pdf
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico Ambiental RAS. Sección II, Título F.
- Ministerio para la Transición Ecológica (2019). Generación y gestión de residuos de envases en España en 2017 (toneladas). Recuperado de: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/2019tabladatosenvasesyresiduosdeenvas2017_tcm30-498744.pdf
- Ministerio para la Transición Ecológica (2019). Memoria anual de generación y gestión de residuos – residuos de competencia municipal – 2017. Recuperado de: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/memoriaanualdegeneracionygestionderesiduosresiduosdecompeticiamunicipal2017_tcm30-505953.pdf.
- National Geographic España (2017). Reciclaje. https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/actualidad/innovacion-y-reciclaje-2_13839/1
- Ortega, Marin y Elmira. (2021). Problemas de la Generación, Disposición y Tratamiento de los Residuos Sólidos en el Municipio de Quibdó, Colombia. *Produccion mas limpia*, 1-14. Obtenido de <file:///D:/Respado/Downloads/2752-Textodelarticulo-210214882-1-10-20220111.pdf>

- Ortiz, G. (2010). Generación de desechos sólidos urbanos. Bogotá, Colombia: Icontec.
- Peralta, A. y Vélez, C. (2011). Diagnostico socioeconómico y ambiental del manejo de residuos sólidos domésticos en el municipio de Haina. *Ciencia y sociedad*, XXXVI (2), 239-255.
- Pinto C., A. (2006). *Macroproyecto La Yesca –Quibdó. pasado y presente..* Obtenido de <https://mesavis.uniandes.edu.co/images/Archivo/presentaciones/2007/1-Presentacion UniAndes Macroproyecto La Yesca Quibdo.pdf>
- Pinto C., A. (2006). Macroproyecto La Yesca –Quibdó. pasado y presente.. Obtenido de <https://mesavis.uniandes.edu.co/images/Archivo/presentaciones/2007/1-Presentacion UniAndes Macroproyecto La Yesca Quibdo.pdf>
- Pires A., y Chang N. (2011). Solid waste management in European countries: A review of systems analysis techniques. *Journal of Environmental Management*, 92, 1033 -1050.
- Robledo-Caicedo, J. (2019). La pobreza en Quibdó: Norte de carencias. Documentos de trabajo sobre economía regional y urbana (277). Banco de la República, centro de estudios económicos regionales (CEER). Recuperado de: https://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/9599/DTSERU_277.pdf?sequence=17&isAllowed=y
- Ruggieri L, Cadena E y Martinez, J. (2009). Recovery of organic wastes in the Spanish wine industry. Technical, economic and environmental analyses of the composting process. *Journal Cleaner Production*, 17(4), 830–838.
- Sáez, A., Urdaneta G., y Joheni A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 20(3), 121-135.
- Salamanca, E. (2014). Estrategias para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la plaza de mercado de Fontibón, Bogotá, D.C. Universidad de Manizales - Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas.
- Saldarriaga, C. J. (2014). *Quebrada La Yesca y su entorno, una problemática en la ciudad de Quibdó: Una mirada a las condiciones de la alcaldía municipal de Quibdó a través de*

su gestión como planificadora del territorio, que incidieron en la problemática habitacional del contexto. Medellín.

Saldarriaga, C. J. (2014). Quebrada La Yesca y su entorno, una problemática en la ciudad de Quibdó: Una mirada a las condiciones de la alcaldía municipal de Quibdó a través de su gestión como planificadora del territorio, que incidieron en la problemática habitacional del contexto de la Quebrada La Yesca [Tesis Maestría en Gobierno y Políticas Públicas]. Repositorio de tesis de la Universidad EAFIT. Medellín.
<https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/5406>

Sánchez, L. (2010). Impacto ambiental de los lixiviados en América Latina. Montevideo, Uruguay: editorial Lunex.

Serrato, J. G. (2016). Diagnóstico del impacto del plástico - botellas sobre el medio ambiente: un estado del arte. trabajo de grado para optar el título como administrador ambiental y de los recursos naturales, Facatativa. obtenido de Universidad Santo Tomas:
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10047/Gomez2016.pdf>

Superintendencia de servicios públicos. (2019). Informe Nacional De Disposición Final De Residuos Sólidos 2018. Recuperado de:
https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2020/Ene/informe_nacional_disposicion_final_2019_1.pdf_PP8-9

Unidad de Manejo y Análisis de Información Colombia (2017). Briefing Departamental: Chocó. Recuperado de <https://bit.ly/33XiFUm>

Universidad Nacional de Colombia (1989). Galeria de imágenes, Disponible en:
https://arquitectura.medellin.unal.edu.co/escuelas/habitat/galeria/displayimage.php?album=91&pid=4218#top_display_media.

Vidas, B. M. (septiembre de 2015). *Plan integral de intervención para el pacifico Colombiano*. Obtenido de rightsindevelopment:
https://ewsdata.rightsindevelopment.org/files/documents/56/IADB-CO-L1156_wd3VJxc.pdf

Wiszniowski, D., Surmacz-Gorska, K., y Weber, M. (2006). Landfill leachate treatment methods: A review. *Environ Chem Lett*, 4: 51–61.

ANEXOS

ANEXO 1.

CARTILLA INFORMATIVA SOBRE EL PROYECTO EN EL QUIBDÓ



“ La vida en Quibdó ocurre alrededor del río Atrato y a las más de 17 fuentes hídricas que rodean la ciudad. Chocó es el único departamento de Colombia con costas en los dos océanos y es de los que más agua aporta a la red hídrica nacional. En el agua sus habitantes lo encuentran todo: transporte, alimento, la posibilidad de desarrollar actividades productivas y también de entretenerse, convirtiéndose en el eje de su desarrollo y su identidad social.

Esta cartilla da a conocer una iniciativa para Quibdó, con la que se busca generar beneficios sociales y ambientales en términos de oportunidades de empleo y control de la contaminación.

¡Bienvenidos a participar!

Quibdó

recupera sus fuentes hídricas reinventando los plásticos

Proyecto “Recuperación y aprovechamiento de residuos sólidos plásticos como estrategia de fortalecimiento para la protección de fuentes hídricas en el municipio de Quibdó, Chocó”.

Agosto del 2021.

Liderado por:

Financiado por:

Universidad de América

PURE EARTH

GAHP

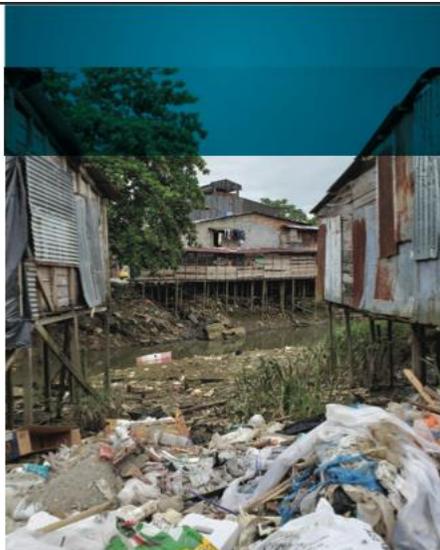
USAID

Esta publicación es posible gracias al generoso apoyo del pueblo estadounidense a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y de la Global Alliance on Health and Pollution (GAHP). El contenido de este material es responsabilidad exclusiva de la Universidad de América y no refleja necesariamente las opiniones de USAID, el Gobierno de los Estados Unidos, GAHP y Pure Earth.

Impacto de los residuos sólidos en nuestras comunidades

Uno de los mayores retos que se presenta hoy en día en las comunidades es la disposición de los residuos sólidos, un escenario que contribuye al calentamiento global y al cambio climático, debido a la producción de gases efecto invernadero, lo que causa contaminación en el suelo, aire y agua de nuestros ecosistemas.

En este contexto, es necesario analizar la generación y el adecuado manejo de estos residuos, planteando alternativas que generen valor y aporten, no solo a la reducción de su impacto sobre el ambiente, sino que se constituyan en una importante oportunidad de desarrollo para las comunidades.



Residuos sólidos aprovechables

Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador presenta para su recolección por parte de la persona prestadora del servicio público de aseo. Los residuos sólidos que no tienen características de peligrosidad se dividen en aprovechables y no aprovechables. Los residuos aprovechables no tienen valor de uso para quien lo genere, pero es susceptible de aprovechamiento para su reincorporación a un proceso productivo (Decreto 2981 de 2013).

Clasificación de los residuos sólidos

La gestión adecuada de los residuos sólidos forma parte de las acciones por el desarrollo sostenible, para ello han surgido: el control de los botaderos a cielo abierto, la integración de los recicladores al proceso de gestión y los esfuerzos por reducir la generación de residuos (Sánchez-Muñoz; Cruz Cerón; Maldonado-Espinel, 2019). La correcta clasificación de los residuos es la base para el éxito de programas de aprovechamiento y tratamiento de residuos (CONPES 3874, 2016). Conocer los diferentes materiales permite la adecuada separación en la fuente como residuos aprovechables o no aprovechables (Resolución 2184 de 2019).

GRÁFICA 1

Imagen tomada de: <https://www.residuosprofesional.com/colombia-codigo-colores-reciclaje/> (14 enero - 2020)





Los residuos sólidos en el municipio de Quibdó



- Ubicado entre 43 y 53 m s.n.m. (1).
- Temperatura promedio de 28°C (1)
- Población de 116.119 habitantes, ubicándose el 93% en área urbana. El 89,4% de los habitantes viven con necesidades básicas insatisfechas y el 35,5% del total de personas económicamente activas, son mujeres que laboran en el hogar sin remuneración (2).
- Área de 3.337,5 km² (1).
- Limita por el norte con el municipio de Medio Atrato, por el sur con los municipios de Río Quito y Lloró, por el oriente con el municipio de El Carmen de Atrato, por el nororiente con el departamento de Antioquia, por el occidente con el municipio del Alto Baudó (1).
- En Quibdó, la Alcaldía Municipal y sus áreas de apoyo, han adelantado actividades de diagnóstico, capacitación y programas de integración de la comunidad para el mejoramiento de la gestión de los residuos sólidos.
- Se genera una cantidad promedio de 71,8 Ton/día [(2), pág. 50], el 86,2% de los residuos sólidos generados corresponde a residuos orgánicos, el 10,7% a material plástico, y el porcentaje restante a otros materiales como metal y archivo [(2), pág. 51].
- Se recuperan 256,28 Ton/mes de residuos aprovechables para comercialización, lo cual representa solo el 12,17% de la fracción aprovechable generada [(2), página 79].
- Dentro de la fracción de plástico se encuentran bolsas plásticas, Tereftalato de Polietileno (PET) y Policloruro de Vinilo (PVC), registrando 1118,8 kg/día [(2), página 52].
- Los residuos sólidos son dispuestos en el botadero "Marmolejo". Los diferentes proyectos de gestión de residuos pretenden reducir la cantidad total de materiales allí depositados.

Datos tomados de: (1) <http://www.quibdo-choco.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx> (2) Alcaldía de Quibdó (2018). Actualización y ajustes de plan integral de residuos sólidos del municipio de Quibdó-Choco 2019-2030. Quibdó.

Plan de manejo integral de los residuos sólidos

El manejo integral de residuos implica la adopción de todas las medidas necesarias en cada una de las etapas del proceso, las cuales deben propender por el cuidado de la salud humana y el ambiente.

1. Generación



Acción de cualquier persona cuya actividad produce y presenta residuos para su recolección.

2. Separación en la fuente



Clasificación de los residuos sólidos en el sitio donde se generan, de acuerdo con lo establecido en el plan de gestión.

3. Almacenamiento



Acción de guardar temporalmente los residuos sólidos en depósitos, recipientes o cajas de almacenamiento, retornables o desechables, para su recolección con fines de aprovechamiento o de disposición final.

4. Recolección



Actividades consistentes en recoger y transportar los residuos aprovechables hasta las estaciones de clasificación y aprovechamiento.

5. Aprovechamiento



Proceso de recuperar el valor remanente de los materiales que componen los residuos, por medio de la recuperación, el reciclado o la regeneración.

6. Disposición final



Confinación en forma definitiva de los residuos, en especial los no aprovechables, en lugares seleccionados y diseñados para controlar la contaminación y riesgos sobre la salud y el ambiente.

* Definiciones tomadas del Decreto 2981 de 2013

PROPUESTA MADERA PLÁSTICA

Mediante soluciones innovadoras se busca impulsar el desarrollo e implementación de proyectos encaminados a impactar de manera positiva el ambiente de la región.

Por esto, se presenta el uso de los termoplásticos, aquellos materiales plásticos que pueden fundirse o fluir cuando se someten a altas temperaturas y endurecen cuando se enfrían (Washington State University, 2009). Esta alternativa es una solución de recuperación y aprovechamiento de los residuos sólidos plásticos para la región, y el proceso se realiza de forma que no se comprometa significativamente las propiedades mecánicas en el proceso de manufactura.

Algunos de los materiales más utilizados para la producción de madera plástica, provienen de productos de consumo masivo como se muestra a continuación:



MATERIAL PLÁSTICO

- Polietileno de baja densidad
- Polipropileno
- Tereftalato de polietileno
- Policloruro de vinilo



PRODUCTOS RELACIONADOS

- Bolsas, empaques de alimentos
- Envases de alimentos
- Envases de agua, gaseosas, jugos.
- Recipientes de productos de aseo

Para el procesamiento es importante que el material esté limpio, homogéneo y que no sean mezclados diferentes tipos de plásticos (Washington State University, 2009).



Planteamiento del proceso de manufactura de **madera plástica**



Adaptado de: Mendieta, D., Mendieta, C. (2019). Estudio de factibilidad para la creación de una planta de fabricación de hilos y madera a base de plástico reciclado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Recuperado de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/22315/MendietaS%C3%A1nchezDianaCarolina2019.pdf?sequence=1&isAllowed=>

En el proceso de transformación de plásticos, la extrusión es una etapa fundamental. Para que este proceso por extrusión sea eficiente y técnicamente viable, se requiere que las operaciones complementarias también sean eficientes.

Estas son las principales operaciones que se llevan a cabo para la fabricación de la madera plástica:

1. Recolección

Esta etapa es fundamental para garantizar las características de calidad que tendrá el producto final, pues consta de la recolección selectiva de los materiales que pueden ser incorporados al proceso.

Para esto, están definidos tres canales para recolectar los materiales:

1 Alianza con recicladores de Quibdó. Con los grupos de personas del municipio cuya actividad económica se orienta a la recuperación de materiales aprovechables, para su posterior entrega a organizaciones encargadas del reciclaje.

2 Participación de la comunidad. Mediante jornadas periódicas de sensibilización, explicar a la comunidad la importancia de participar con la separación desde la fuente de los materiales. Complementariamente, se puede trabajar de manera colaborativa con la Alcaldía Municipal, realizando campañas de recolección de material en puntos fijos de la ciudad evitando su sobreacumulación.

3 Servicio público de aseo. Aprovechando los lineamientos dados para el territorio nacional acerca de la separación en la fuente (Res. 2184/2019), es viable recolectar los residuos plásticos por este medio.



Agosto del 2021

5

2. Clasificación

Los plásticos son de naturaleza química diferente, por lo que es importante clasificar por tipo de material, ya que las mezclas presentan problemas en la calidad de la madera plástica.

3. Lavado y secado

Es importante retirar cualquier tipo de contaminante presente con el material, como residuos de comida, plantas, poda, etiquetas, tapas, metales, etc. Puede realizarse con agua sola o con algunos agentes químicos como solución desengrasante y compuestos alcalinos a temperatura ambiente. La limpieza finaliza con el enjuague con agua. El material se dispone en un espacio para secado a temperatura ambiente y se protege de las condiciones ambientales, hasta cuando sea requerido para las operaciones de transformación subsiguientes.

4. Trituración

Empleando un molino eléctrico, se reduce el tamaño de partícula del material para facilitar su manipulación, garantizar la homogenización, reducir el volumen y aumentar el uso eficiente de la energía en la siguiente etapa.



5. Extrusión

En esta operación, el material molido es sometido a una fuente de calor proveniente del sistema de resistencias eléctricas de la máquina. Con el aumento de temperatura el material se funde (derrite) y puede moldearse de acuerdo con el tipo de producto a entregar.

6. Enfriamiento

Los moldes son retirados del extrusor para introducirlos en el tanque de enfriamiento. Este dispositivo emplea agua a temperatura ambiente, con el enfriamiento se endurece el material dando su forma final. La idea es crear la estrategia para volver a emplear el agua.

7 y 8. Almacenamiento y Distribución

Los productos serán almacenados de manera temporal, para luego ser entregados a los clientes (ferreterías, almacenes de construcción, constructoras, agricultores, ganaderos y comunidad en general).



Puesta en marcha del proyecto

Teniendo como base el proceso y sus características de operación, se identificaron los costos asociados que permiten establecer la línea base de la formulación del plan de negocios que se empleará para el modelamiento financiero.

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS
Equipamiento	Equipos y maquinaria necesaria para el desarrollo de las operaciones de transformación del material desde su recolección hasta la entrega al cliente.
Personal	Personal requerido para garantizar la realización de las operaciones.
Materias primas	Residuos plásticos empleados para la fabricación del producto. Importante la clasificación por tipo de plástico.
Bodega	Sitio y adecuaciones necesarias para la instalación del equipamiento y el desarrollo de las actividades administrativas y técnicas.
Electricidad, agua y otros servicios	Cantidad de energía eléctrica, agua y redes sanitarias para el desarrollo del proceso.
Aditivos	Insumos agregados a la mezcla de plástico para mejorar sus propiedades.

Capacitación a la comunidad



Comunidad Quebrada de la Yesca
Foto tomada por Nelly del Carmen Elmira Castro. Capacitador Ing. Johann Enrique Gil Toquica.

A través de la capacitación y sensibilización, la comunidad puede vincularse de manera más efectiva a estos procesos de aprovechamiento de los residuos sólidos para la protección de las fuentes hídricas del municipio, aportando el conocimiento que tienen de la realidad en la que viven y trabajan, buscando construir en comunidad un futuro mejor para Quibdó.

La capacitación a la comunidad abarca temas como la identificación de los residuos, su impacto en la sociedad, la situación del país y del municipio, la gestión integral de los residuos sólidos y los tipos, el proceso eficiente de separación en la fuente y especialmente, las alternativas de aprovechamiento.

Agosto del 2021

7

Quibdó

Agradecimiento especial a:

Alcaldía Municipal de Quibdó

Dra. Marlidis Palacios Palacios, Secretaria de Ambiente y Biodiversidad

Dr. Carlos Parra, Empresas Públicas de Quibdó - EPQ

Ing. Nelly del Carmen Elmira Castro, profesional de campo del proyecto

Ing. Johann Enrique Gil Toquica, asesor técnico del proyecto

Ing. Carlos Eduardo Cardozo Munar, asesor financiero del proyecto

Ing. Jairo Sáchica, Empresa Ecomaderas Plásticas

Fotografías:

Adobestock, Freepick

y Nelly del Carmen Elmira Castro

Conoce más de esta iniciativa y participa en la recuperación del municipio.

Para mayor información escríbenos a posgrados.ambiental@uamerica.edu.co o colombia@pureearth.org

Normatividad para la gestión de residuos sólidos en Colombia:

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Decreto 2981 de 2013.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 754 de 2014.

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 2184 de 2019.

Bibliografía:

Alcaldía de Quibdó (2018). Actualización y ajustes de plan integral de residuos sólidos del municipio de Quibdó-Chocó 2019-2030. Quibdó.

Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia Departamento Nacional de Planeación. CONPES 3874. Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos. En: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3874.pdf>

Mendieta, D., Mendieta, C. (2019). Estudio de factibilidad para la creación de una planta de fabricación de hilos y madera a base de plástico reciclado. Universidad distrital Francisco José de Caldas. Recuperado: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/22315/MendietaS%C3%A1nchezDianaCarolina2019.pdf?sequence=1&isAllowed=>

Washington State University (2009). Wood plastic composites A Primer. The University of Tennessee Agricultural Extension Service, PB1779-500-1/09 E12-5115-00-013-08 09-0111. Recuperado: https://trace.tennessee.edu/utk_agexfores/38/

ANEXO 2.

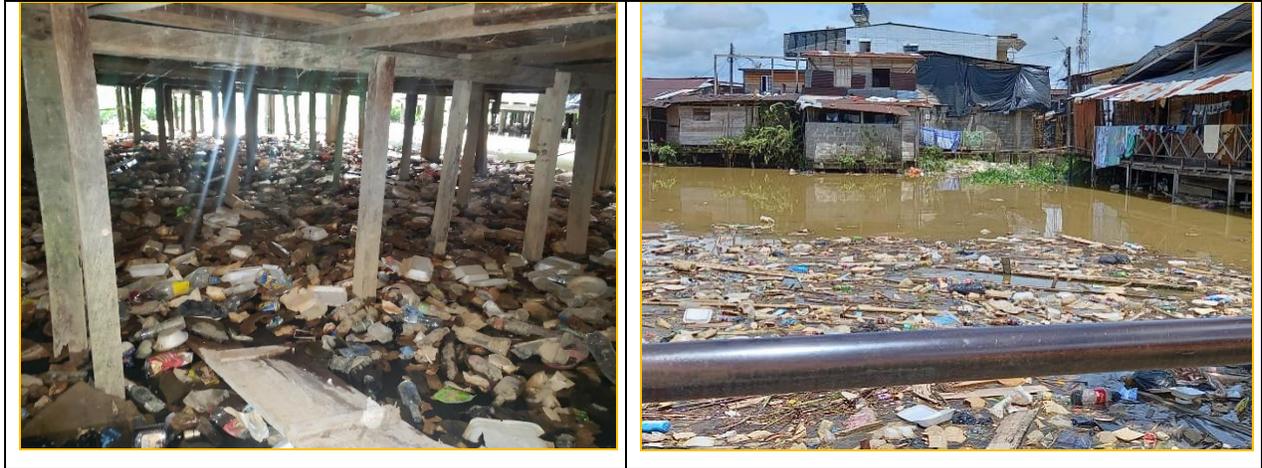
EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS DEL ESTADO ACTUAL DEL MUNICIPIO

Es evidente la necesidad de un cambio estructural desde el sistema de gestión de residuos, la empresa prestadora del servicio, la comunidad, y demás empresas y/o organizaciones involucradas en el aprovechamiento y manejo adecuado de los residuos, hasta la separación en el punto de marmolejo como lo muestra la serie, ya que este punto también corresponde a un punto crítico, puesto que una vez la empresa de aseo recoge los residuos, son depositados en el botadero, y posteriormente la comunidad en condiciones de vulnerabilidad, que se encuentra autorizada, recoge la basura en el sitio y posteriormente, hacen la separación de los materiales aprovechables para su comercialización lo cual hace parte del problema global a nivel social, económico y ambiental que tiene el municipio y es que imperativo dar solución.

Figura 48.

Serie de evidencias fotográficas del estado actual del municipio





Nota. Esta serie presentada como Figura 48 está compuesta por fotografías que muestran, el estado actual del municipio, en los barrios visitados y permite visualizar de qué manera alarmante vive la población y las condiciones de insalubridad absoluta.

ANEXO 3.

EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DE LA VISITA REALIZADA A LA FÁBRICA DE MAQUINARIA PARA LA PRODUCCIÓN DE MADERA PLÁSTICA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C

Figura 49.



Figura 50.



Figura 51.



Figura 52.



Figura 53.



Figura 54.

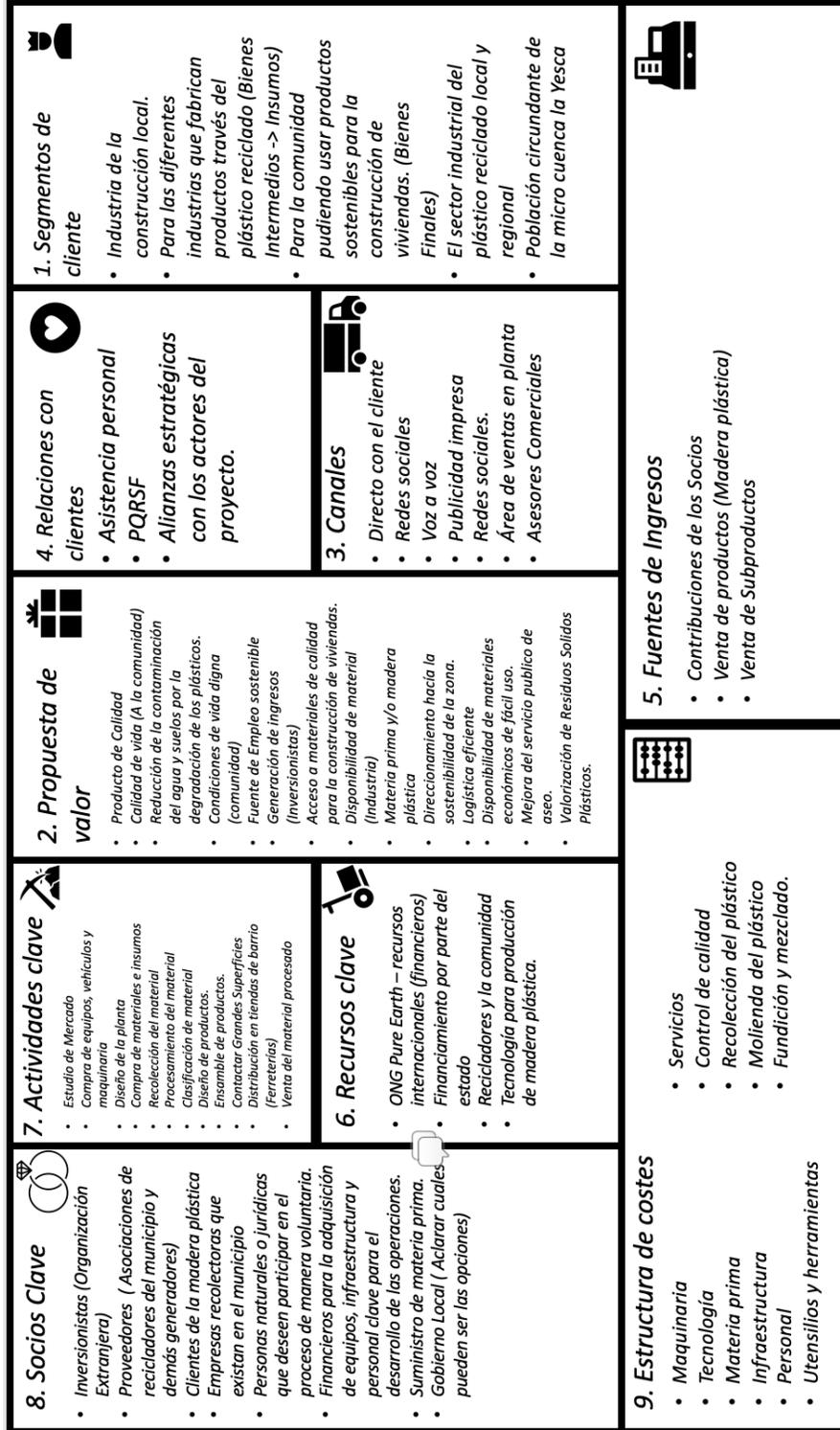


Figura 55.



ANEXO 4. LIENZO CANVAS

Figura 56.
Lienzo canvas



ANEXO 5.

EVOLUCIÓN DE LA NÓMINA ENTRE LOS AÑOS 2021 – 2026

Nomina 2021

DEVENGADO						
	BÁSICO MENSU AL	DÍAS LIQUIDA DOS	BÁSICO DEVENG ADO	SUB TRANSP ORTE	HOR AS EXTR AS	TOTAL DEVENG ADO
Operario (Alimentador)	\$ 908.526	30	\$908.526	\$106.454		\$1.014.980
Operario (Extrusor)	\$ 908.526	30	\$908.526	\$106.454		\$1.014.980
Operario (Desmoldador)	\$ 908.526	30	\$908.526	\$106.454		\$1.014.980
Auxiliar 1	\$ 908.526	30	\$908.526	\$106.454		\$1.014.980
Auxiliar 2	\$ 908.526	30	\$908.526	\$106.454		\$1.014.980
Líder Técnico y Administrativo	\$ 1.200.000	30	\$1.200.000	\$106.454		\$1.306.454
TOTAL	\$ 5.742.630		\$5.742.630	\$638.724	\$0	\$6.381.354

SEGURIDAD SOCIAL				
	SALUD	PENSIONES		ARL
EMPLEADOR	EMPLE ADO	EMPLEA DOR	EMPLEA DO	EMPLEA DOR
\$ 77.225	\$ 36.341	\$ 109.023	\$ 36.341	\$ 4.743
\$ 77.225	\$ 36.341	\$ 109.023	\$ 36.341	\$ 4.743
\$ 77.225	\$ 36.341	\$ 109.023	\$ 36.341	\$ 4.743
\$ 77.225	\$ 36.341	\$ 109.023	\$ 36.341	\$ 4.743
\$ 77.225	\$ 36.341	\$ 109.023	\$ 36.341	\$ 4.743
\$ 102.000	\$ 48.000	\$ 144.000	\$ 48.000	\$ 6.264
\$ 488.124	\$ 229.705	\$ 689.116	\$ 229.705	\$ 29.977

PROVISIÓN			
PRIMA SERVICIOS	CESANT IAS	INTERES ES CESANTI AS	VACACI ONES
\$ 84.548	\$ 84.548	\$ 845	\$ 37.855
\$ 84.548	\$ 84.548	\$ 845	\$ 37.855
\$ 84.548	\$ 84.548	\$ 845	\$ 37.855
\$ 84.548	\$ 84.548	\$ 845	\$ 37.855
\$ 84.548	\$ 84.548	\$ 845	\$ 37.855
\$ 108.828	\$ 108.828	\$ 1.088	\$ 50.000
\$ 531.567	\$ 531.567	\$ 5.316	\$ 239.276

APORTES PARAFISCALES	
Caja de Compensación	\$229.705

TOTAL DE NÓMINA MENSUAL	\$ 9.126.000
TOTAL DE NÓMINA ANUAL	\$ 109.512.00 4

Nomina 2022

DEVENGADO						
	BÁSICO MENSU AL	DÍAS LIQUIDA DOS	BÁSICO DEVENG ADO	SUB TRANSP ORTE	HOR AS EXTR AS	TOTAL DEVENG ADO
Operario (Alimentador)	\$ 932.299	30	\$932.299	\$109.240		\$1.041.539

Operario (Extrusor)	\$ 932.299	30	\$932.299	\$109.240	\$1.041.539
Operario (Desmoldador)	\$ 932.299	30	\$932.299	\$109.240	\$1.041.539
Auxiliar 1	\$ 932.299	30	\$932.299	\$109.240	\$1.041.539
Auxiliar 2	\$ 932.299	30	\$932.299	\$109.240	\$1.041.539
Líder Técnico y Administrativo	\$ 1.234.520	30	\$1.234.520	\$109.240	\$1.343.760
TOTAL	\$ 5.896.015		\$5.896.015	\$655.437	\$0 \$6.551.453

SEGURIDAD SOCIAL					
SALUD		PENSIONES		ARL	
EMPLEADOR	EMPLE ADO	EMPLEA DOR	EMPLEA DO	EMPLEA DOR	
	\$ 79.245	\$ 37.292	\$ 111.876	\$ 37.292	\$ 4.867
	\$ 79.245	\$ 37.292	\$ 111.876	\$ 37.292	\$ 4.867
	\$ 79.245	\$ 37.292	\$ 111.876	\$ 37.292	\$ 4.867
	\$ 79.245	\$ 37.292	\$ 111.876	\$ 37.292	\$ 4.867
	\$ 79.245	\$ 37.292	\$ 111.876	\$ 37.292	\$ 4.867
	\$ 104.934	\$ 49.381	\$ 148.142	\$ 49.381	\$ 6.444
	\$ 501.161	\$ 235.841	\$ 707.522	\$ 235.841	\$ 30.777

PROVISIÓN			
PRIMA SERVICIOS	CESANT IAS	INTERES ES CESANTI AS	VACACI ONES
\$ 86.760	\$ 86.760	\$ 868	\$ 38.846
\$ 86.760	\$ 86.760	\$ 868	\$ 38.846
\$ 86.760	\$ 86.760	\$ 868	\$ 38.846
\$ 86.760	\$ 86.760	\$ 868	\$ 38.846

\$ 86.760	\$ 86.760	\$ 868	\$ 38.846
\$ 111.935	\$ 111.935	\$ 1.119	\$ 51.438
\$ 545.736	\$ 545.736	\$ 5.457	\$ 245.667

APORTES PARAFISCALES

Caja de Compensación	\$235.841
-------------------------	-----------

TOTAL DE NÓMINA MENSUAL

\$
9.369.350

\$

112.432.20

TOTAL DE NÓMINA ANUAL

6

Nomina 2023

DEVENGADO						
	BÁSICO MENSU AL	DÍAS LIQUIDA DOS	BÁSICO DEVENG ADO	SUB TRANSPO RTE	HOR AS EXTR AS	TOTAL DEVENG ADO
Operario (Alimentador)	\$ 959.118	30	\$959.118	\$112.382		\$1.071.500
Operario (Extrusor)	\$ 959.118	30	\$959.118	\$112.382		\$1.071.500
Operario (Desmoldador)	\$ 959.118	30	\$959.118	\$112.382		\$1.071.500
Auxiliar 1	\$ 959.118	30	\$959.118	\$112.382		\$1.071.500
Auxiliar 2	\$ 959.118	30	\$959.118	\$112.382		\$1.071.500
Líder Técnico y Administrativo	\$ 1.272.420	30	\$1.272.420	\$112.382		\$1.384.802
TOTAL	\$ 6.068.011		\$6.068.011	\$674.292	\$0	\$6.742.303

SEGURIDAD SOCIAL				
SALUD	PENSIONES			ARL
EMPLEADOR	EMPLEADO	EMPLEADOR	EMPLEADO	EMPLEADOR
\$ 81.525	\$ 38.365	\$ 115.094	\$ 38.365	\$ 5.007
\$ 81.525	\$ 38.365	\$ 115.094	\$ 38.365	\$ 5.007
\$ 81.525	\$ 38.365	\$ 115.094	\$ 38.365	\$ 5.007
\$ 81.525	\$ 38.365	\$ 115.094	\$ 38.365	\$ 5.007
\$ 81.525	\$ 38.365	\$ 115.094	\$ 38.365	\$ 5.007
\$ 108.156	\$ 50.897	\$ 152.690	\$ 50.897	\$ 6.642
\$ 515.781	\$ 242.720	\$ 728.161	\$ 242.720	\$ 31.675

PROVISIÓN			
PRIMA SERVICIOS	CESANTIAS	INTERES CESANTIAS	VACACIONES
\$ 89.256	\$ 89.256	\$ 893	\$ 39.963
\$ 89.256	\$ 89.256	\$ 893	\$ 39.963
\$ 89.256	\$ 89.256	\$ 893	\$ 39.963
\$ 89.256	\$ 89.256	\$ 893	\$ 39.963
\$ 89.256	\$ 89.256	\$ 893	\$ 39.963
\$ 115.354	\$ 115.354	\$ 1.154	\$ 53.017
\$ 561.634	\$ 561.634	\$ 5.616	\$ 252.834

APORTES PARAFISCALES	
Caja de Compensación	\$242.720

TOTAL DE NÓMINA MENSUAL	\$ 9.642.358
TOTAL DE NÓMINA ANUAL	\$

115.708.30

1

Fuente. Elaboración propia.

Nomina 2024

DEVENGADO						
	BÁSICO MENSU AL	DÍAS LIQUIDA DOS	BÁSICO DEVENG ADO	SUB TRANSP ORTE	HOR AS EXTR AS	TOTAL DEVENG ADO
Operario (Alimentador)	\$ 988.563	30	\$988.563	\$115.832		\$1.104.395
Operario (Extrusor)	\$ 988.563	30	\$988.563	\$115.832		\$1.104.395
Operario (Desmoldador)	\$ 988.563	30	\$988.563	\$115.832		\$1.104.395
Auxiliar 1	\$ 988.563	30	\$988.563	\$115.832		\$1.104.395
Auxiliar 2	\$ 988.563	30	\$988.563	\$115.832		\$1.104.395
Líder Técnico y Administrativo	\$ 1.312.798	30	\$1.312.798	\$115.832		\$1.428.630
TOTAL	\$ 6.255.614		\$6.255.614	\$694.993	\$0	\$6.950.606

SEGURIDAD SOCIAL					
	SALUD	PENSIONES		ARL	
EMPLEADOR	EMPLE ADO	EMPLEA DOR	EMPLEA DO	EMPLEA DOR	
	\$ 84.028	\$ 39.543	\$ 118.628	\$ 39.543	\$ 5.160
	\$ 84.028	\$ 39.543	\$ 118.628	\$ 39.543	\$ 5.160
	\$ 84.028	\$ 39.543	\$ 118.628	\$ 39.543	\$ 5.160
	\$ 84.028	\$ 39.543	\$ 118.628	\$ 39.543	\$ 5.160
	\$ 84.028	\$ 39.543	\$ 118.628	\$ 39.543	\$ 5.160

\$ 111.588	\$ 52.512	\$ 157.536	\$ 52.512	\$ 6.853
\$ 531.727	\$ 250.225	\$ 750.674	\$ 250.225	\$ 32.654

PROVISIÓN			
PRIMA SERVICIOS	CESANT IAS	INTERES ES CESANTI AS	VACACI ONES
\$ 91.996	\$ 91.996	\$ 920	\$ 41.190
\$ 91.996	\$ 91.996	\$ 920	\$ 41.190
\$ 91.996	\$ 91.996	\$ 920	\$ 41.190
\$ 91.996	\$ 91.996	\$ 920	\$ 41.190
\$ 91.996	\$ 91.996	\$ 920	\$ 41.190
\$ 119.005	\$ 119.005	\$ 1.190	\$ 54.700
\$ 578.986	\$ 578.986	\$ 5.790	\$ 260.651

APORTES PARAFISCALES	
Caja de Compensación	\$250.225

TOTAL DE NÓMINA MENSUAL	\$ 9.940.298
	\$ 119.283.57
TOTAL DE NÓMINA ANUAL	1

Nomina 2025

DEVENGADO						
	BÁSICO MENSU AL	DÍAS LIQUIDA DOS	BÁSICO DEVENG ADO	SUB TRANSP ORTE	HOR AS EXTR AS	TOTAL DEVENG ADO

Operario (Alimentador)	\$ 1.019.934	30	\$1.019.934	\$119.508	\$1.139.441
Operario (Extrusor)	\$ 1.019.934	30	\$1.019.934	\$119.508	\$1.139.441
Operario (Desmoldador)	\$ 1.019.934	30	\$1.019.934	\$119.508	\$1.139.441
Auxiliar 1	\$ 1.019.934	30	\$1.019.934	\$119.508	\$1.139.441
Auxiliar 2	\$ 1.019.934	30	\$1.019.934	\$119.508	\$1.139.441
Líder Técnico y Administrativo	\$ 1.352.138	30	\$1.352.138	\$119.508	\$1.471.646
TOTAL	\$ 6.451.806		\$6.451.806	\$717.047	\$0 \$7.168.853

SEGURIDAD SOCIAL				
SALUD		PENSIONES		ARL
EMPLEADOR	EMPLE ADO	EMPLEA DOR	EMPLEA DO	EMPLEA DOR
\$ 86.694	\$ 40.797	\$ 122.392	\$ 40.797	\$ 5.324
\$ 86.694	\$ 40.797	\$ 122.392	\$ 40.797	\$ 5.324
\$ 86.694	\$ 40.797	\$ 122.392	\$ 40.797	\$ 5.324
\$ 86.694	\$ 40.797	\$ 122.392	\$ 40.797	\$ 5.324
\$ 86.694	\$ 40.797	\$ 122.392	\$ 40.797	\$ 5.324
\$ 114.932	\$ 54.086	\$ 162.257	\$ 54.086	\$ 7.058
\$ 548.404	\$ 258.072	\$ 774.217	\$ 258.072	\$ 33.678

PROVISIÓN			
PRIMA SERVICIOS	CESANT IAS	INTERES ES CESANTI	VACACI ONES

		AS	
\$ 94.915	\$ 94.915	\$ 949	\$ 42.497
\$ 94.915	\$ 94.915	\$ 949	\$ 42.497
\$ 94.915	\$ 94.915	\$ 949	\$ 42.497
\$ 94.915	\$ 94.915	\$ 949	\$ 42.497
\$ 94.915	\$ 94.915	\$ 949	\$ 42.497
\$ 122.588	\$ 122.588	\$ 1.226	\$ 56.339
\$ 597.165	\$ 597.165	\$ 5.972	\$ 268.825

APORTES PARAFISCALES

Caja de Compensación	\$258.072
-------------------------	-----------

TOTAL DE NÓMINA MENSUAL	\$ 10.252.352
	\$ 123.028.22
TOTAL DE NÓMINA ANUAL	2

Nomina 2026

DEVENGADO						
	BÁSICO MENSU AL	DÍAS LIQUIDA DOS	BÁSICO DEVENG ADO	SUB TRANSP ORTE	HOR AS EXTR AS	TOTAL DEVENG ADO
Operario (Alimentador)	\$ 1.050.498	30	\$1.050.498	\$123.089	\$0	\$1.173.587
Operario (Extrusor)	\$ 1.050.498	30	\$1.050.498	\$123.089	\$0	\$1.173.587
Operario (Desmoldador)	\$ 1.050.498	30	\$1.050.498	\$123.089	\$0	\$1.173.587

Auxiliar 1	\$ 1.050.498	30	\$1.050.498	\$123.089	\$0	\$1.173.587
Auxiliar 2	\$ 1.050.498	30	\$1.050.498	\$123.089	\$0	\$1.173.587
Líder Técnico y Administrativo	\$ 1.392.657	30	\$1.392.657	\$123.089	\$0	\$1.515.746
TOTAL	\$ 6.645.145		\$6.645.145	\$738.535	\$0	\$7.383.680

SEGURIDAD SOCIAL				
SALUD	PENSIONES			ARL
EMPLEADOR	EMPLE ADO	EMPLEA DOR	EMPLEA DO	EMPLEA DOR
\$ 89.292	\$ 42.020	\$ 126.060	\$ 42.020	\$ 5.484
\$ 89.292	\$ 42.020	\$ 126.060	\$ 42.020	\$ 5.484
\$ 89.292	\$ 42.020	\$ 126.060	\$ 42.020	\$ 5.484
\$ 89.292	\$ 42.020	\$ 126.060	\$ 42.020	\$ 5.484
\$ 89.292	\$ 42.020	\$ 126.060	\$ 42.020	\$ 5.484
\$ 118.376	\$ 55.706	\$ 167.119	\$ 55.706	\$ 7.270
\$ 564.837	\$ 265.806	\$ 797.417	\$ 265.806	\$ 34.688

PROVISIÓN			
PRIMA SERVICIOS	CESANT IAS	INTERES ES CESANTI AS	VACACI ONES
\$ 97.760	\$ 97.760	\$ 978	\$ 43.771
\$ 97.760	\$ 97.760	\$ 978	\$ 43.771
\$ 97.760	\$ 97.760	\$ 978	\$ 43.771
\$ 97.760	\$ 97.760	\$ 978	\$ 43.771
\$ 97.760	\$ 97.760	\$ 978	\$ 43.771

\$ 126.262	\$ 126.262	\$ 1.263	\$ 58.027
\$ 615.061	\$ 615.061	\$ 6.151	\$ 276.881

APORTES PARAFISCALES

Caja de Compensación	\$265.806
-------------------------	-----------

TOTAL DE NÓMINA	\$
MENSUAL	10.559.581
	\$
	126.714.96
TOTAL DE NÓMINA ANUAL	8

ANEXO 6.
PLANOS DE LA PLANTA

Figura 57.
Plano Planta Arquitectónica

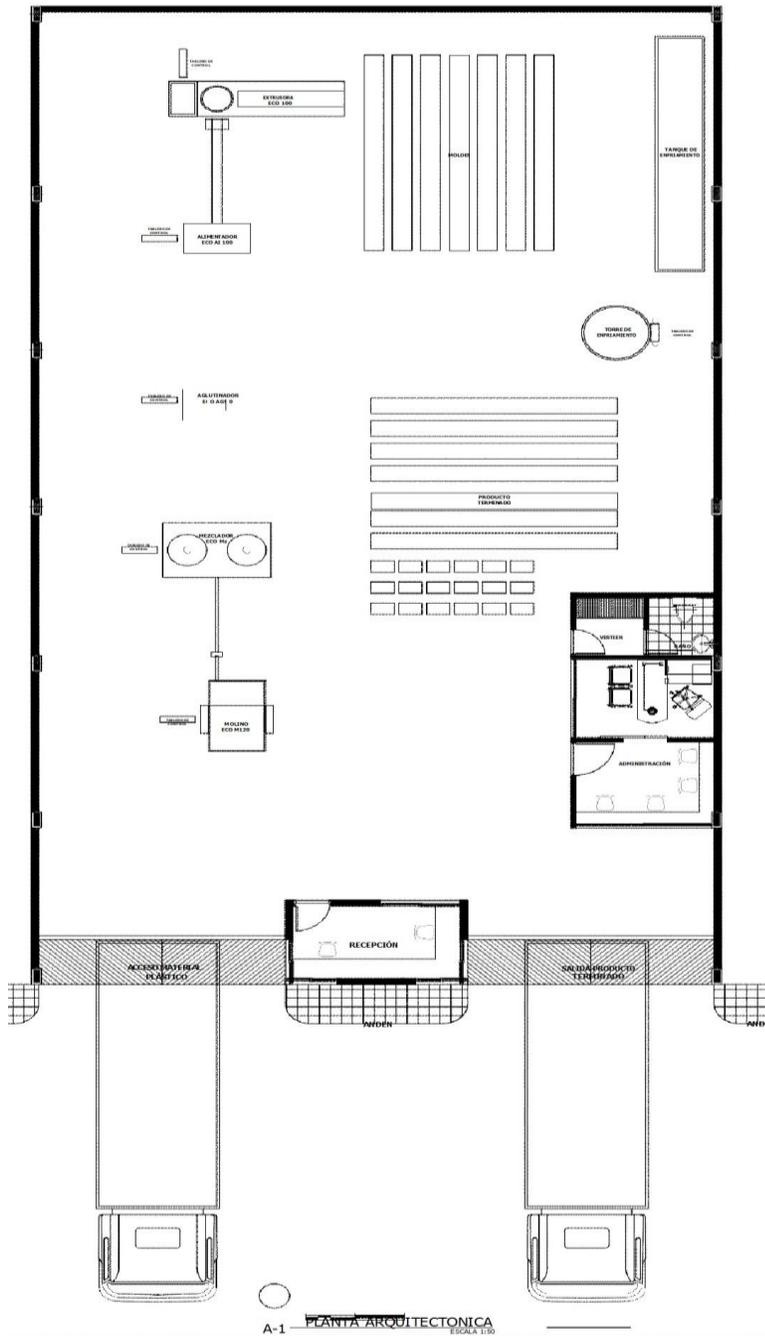


Figura 58.
Plano Planta Hidráulica

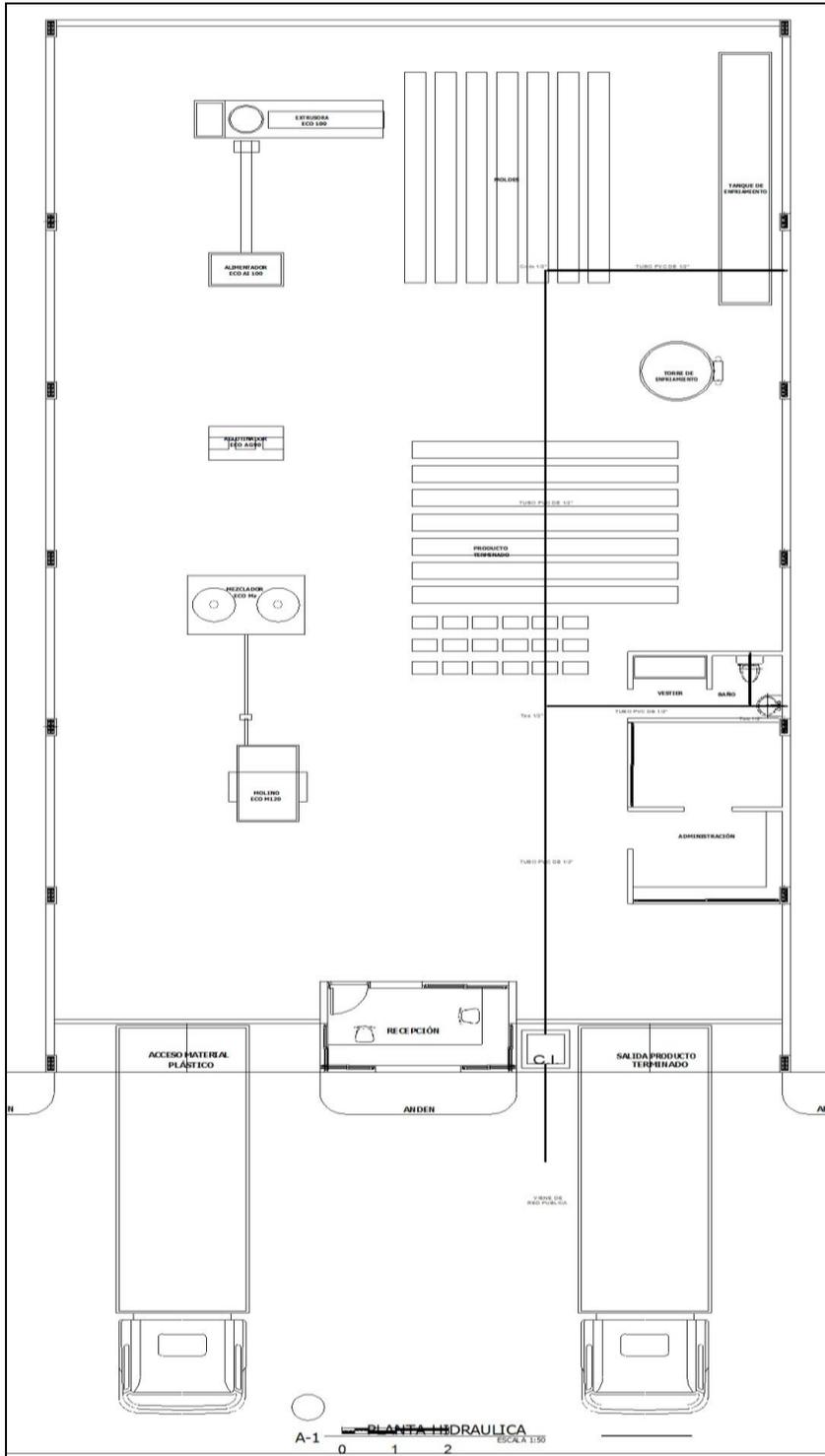
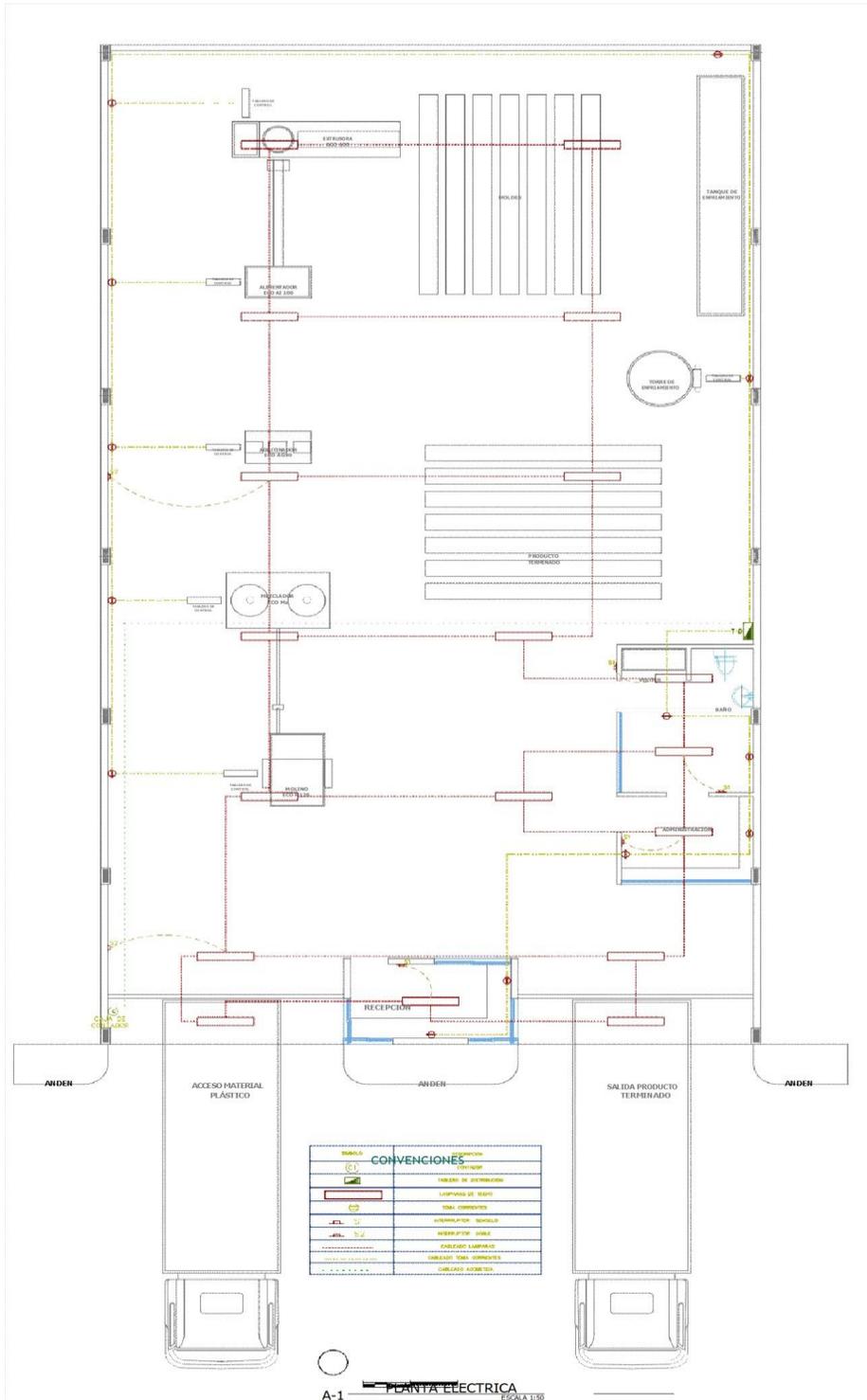


Figura 60.
Planta Eléctrica



ANEXO 7.
COTIZACIÓN DE LOS EQUIPOS



Bogotá, 9 de junio de 2021

Ingeniera;

NELLY DEL CARMEN ELMIRA CASTRO

Choco.

21061814

Eco Maderas Plásticas, Es una compañía dedicada a la manufactura de productos elaborados en polipropileno pos-industrial (comúnmente llamada Madera Plástica), y al desarrollo de maquinaria para la industria.

Con 20 años en el mercado, y más de un millón de piezas venidas, se ha consolidado como una compañía líder por la calidad de sus productos.

Oferta Económica:

Opción 1: Planta Básica

Planta Básica	
Producto	Valor
Extrusora eco 100	\$ 108.000.000
Molino eco M120	\$ 29.000.000
Tanque de enfriamiento	\$ 7.500.000
Torre de enfriamiento	\$ 7.500.000
Moldes 30 Unidades	\$ 14.000.000
Total Planta Básica	\$ 166.000.000

Opción 2:
Planta de

Descripción de los moldes				Cantidad
Poste	Cerca	Cuadrado	8 cm x 8 cm x 210 cm	4
Poste	Cerca	Cuadrado	9 cm x 9 cm x 210 cm	4
Poste	Cerca	Cuadrado	11 cm x 11 cm x 210 cm	2
Poste	Cerca	Cuadrado	12 cm x 12 cm x 210 cm	2
Poste	Cerca	Redondo	diámetro 3" x 210 cm	2
Poste	Cerca	Redondo	diámetro 4" x 210 cm	2
Poste	Corral	Cuadrado	14 cm x 14 cm x 250 cm	2
Poste	Corral	Cuadrado	14 cm x 14 cm x 300 cm	2
Vareta		Rectangular	9 cm x 3 cm x 120 cm	2
Vareta		Rectangular	9 cm x 3 cm x 300 cm	2
Vareta		Rectangular	9 cm x 4 cm x 300 cm	2
Vareta		Rectangular	11 cm x 5 cm x 300 cm	2
Vareta		Rectangular	14 cm x 4 cm x 300 cm	2

producción Madera Plástica Eficiencia +

Planta Eficiencia Plus	
Producto	Valor
Extrusora eco 100	\$ 108.000.000
Molino eco M120	\$ 29.000.000
Tanque de enfriamiento	\$ 7.500.000
Torre de enfriamiento	\$ 7.500.000
Moldes 30 Unidades	\$ 14.000.000
Aglutinador eco Ag 90	\$ 29.000.000
Mezclador eco Mz 1000	\$ 14.500.000
Alimentador eco Al 1000	\$ 8.000.000
Total Planta Eficiencia Plus	\$ 217.500.000

Descripción de los moldes				Cantidad
Poste	Cerca	Cuadrado	8 cm x 8 cm x 210 cm	4
Poste	Cerca	Cuadrado	9 cm x 9 cm x 210 cm	4
Poste	Cerca	Cuadrado	11 cm x 11 cm x 210 cm	2
Poste	Cerca	Cuadrado	12 cm x 12 cm x 210 cm	2
Poste	Cerca	Redondo	diámetro 3" x 210 cm	2
Poste	Cerca	Redondo	diámetro 4" x 210 cm	2
Poste	Corral	Cuadrado	14 cm x 14 cm x 250 cm	2
Poste	Corral	Cuadrado	14 cm x 14 cm x 300 cm	2
Vareta		Rectangular	9 cm x 3 cm x 120 cm	2
Vareta		Rectangular	9 cm x 3 cm x 300 cm	2
Vareta		Rectangular	9 cm x 4 cm x 300 cm	2
Vareta		Rectangular	11 cm x 5 cm x 300 cm	2
Vareta		Rectangular	14 cm x 4 cm x 300 cm	2

Material recomendado



Servicios adicionales:

Entrenamiento integral en el ciclo de producción y acompañamiento en:

- Puesta en marcha
- Operación
- Entrenamiento practico a operario.

de la planta de producción de madera plástica.

Periodo	Valor
3 Días	\$ 2.600.000
1 Semana	\$ 4.000.000
2 Semanas	\$ 7.500.000

Estos servicios son prestados en nuestra planta en Bogotá.

Para entrenamiento fuera de Bogotá, el cliente cubre el valor de los transportes a que haya lugar, alojamiento y alimentación.

Condiciones comerciales:

Los valores arriba presentados no incluyen el IVA.

Forma de pago: 50% con la orden de compra

50% contra entrega

Consignación, transferencia Bancolombia

Cta. corriente según certificación

Tiempo de entrega: 60 días hábiles-contrá orden de compra.
En condiciones de producción normal.

Sitio de entrega: Bogotá, Bodega calle 171 # 55-93 Barrio las Mercedes.

Garantía: 3 años contra defectos de fábrica, en condiciones de uso normal.
No incluye daños eléctricos.

Oferta válida hasta: 16 julio de 2021.

Visítenos: www.ecomaderasplasticas.com

ANEXO 8.
DIMENSIONES DE MAQUINARIA



Planta Produccion Madera Plastica
Caracteristicas de Equipos - para exportacion

Item	Descripción	Referencia	Largo m	Ancho m	Altura m	Diametro m	Volumen m3	Capacidad kilos/hora	HP	Peso Kg
1	Molino ECO M120	Eco M120	1,82	1,15	1,78		3,73	120	30	950
2	Aglutinador	Eco Ag90	1,4	0,8	1,2		1,34	90	40	750
3	Mezclador	Eco Mz	2,2	1,4	3		9,24	1000	5	450
4	Extrusora ECO 100	ECO 100	3,56	0,89	1,77		5,61	150	30	1.500
5	Alimentador	AL 100	2,4	0,6	2,3			1000	5	130
6	Torre de enfriamiento				1,5	1,4	2,10			350
7	Bomba torre de enfriamiento								3	25
8	Tanque de enfriamiento		6	1	0,7		4,20			1.000
9	Moldes para inyeccion - 30 unidades Diferentes									850
Peso total										6.005

Nota. Información transferida por parte de Ecomaderas pasticas de Bogotá D.C., 2022

ANEXO 9.

RECOMENDACIONES

En materia de educación ambiental, sería importante ahondar esfuerzos en dos tipos de usuarios del servicio de aseo, por un lado los ubicados en el estrato 1 que representa el 56% y el sector comercial representado por el 7.9% de acuerdo con la información obtenida de EPM – Aguas del Atrato, junio de 2015, durante la ejecución del estudio, esto, teniendo en cuenta que existe una marcada tendencia a la poca separación en los estratos bajos, por un lado debido al nivel de formación y por otro no se cuenta con un servicio óptimo en materia de aseo, el segundo grupo es de importancia por los volúmenes de residuos que genera. Estas acciones contribuirían a que los ciudadanos conozcan en un 100% los beneficios de adelantar procesos de reciclaje, no solo desde lo referente a lo ambiental, sino a lo económico, social y en el componente de salud.

Para complementar lo anterior y garantizar la recolección de materia prima de calidad se hace necesario que desde los distintos actores del proceso tanto del sector público como del privado, avancen en esfuerzos que conlleven a lograr la formalización de la actividad de reciclaje y adicionalmente la implementación de rutas selectivas, lo cual aumentaría la cantidad de material potencialmente reciclable, la calidad de los mismos y dignificaría la labor de los recicladores en la ciudad, toda vez que es una actividad que principalmente se lleva a cabo en el botadero “Marmolejo”.

Partiendo del estudio realizado tanto en la Quebrada la Yesca como en el botadero “Marmolejo” como recomendación de este trabajo de grado se plantea adelantar otro tipo de estudios, que en el primer caso permitan cotejar los datos obtenidos utilizando este trabajo como línea base, y los registros de las entidades encargadas de su monitoreo, en segundo lugar, adelantar dichos estudios con el fin de identificar si el suelo del botadero cuenta con presencia de otro tipo de metales pesados presentes en el terreno (Plata, Cadmio, Arsénico, Bismuto, Cobalto, Cobre, Mercurio, Níquel, entre otros).

Una planta de manejo de residuos sólidos, especialmente de plástico contribuye a mitigar la situación conflictiva que se genera en la ciudad a partir de este tipo de residuos, por tanto

considerando los resultados obtenidos considero recomendable la implementación de un proyecto de estas magnitudes, no obstante, desde el punto logrado en esta investigación sería aconsejable optar por la implementación de un proyecto de estas magnitudes y características técnicas, así mismo se recomienda considerar la implementación a partir del escenario 2, el cual incluye el arriendo de un inmueble y algunas adecuaciones de infraestructura de esta.

Por último es de importancia adelantar acciones de gestión que conlleven a que esta apuesta por la sostenibilidad y por la competitividad se materialice, pues como se ve en los resultados del estudio los impactos positivos no se ven reflejados específicamente en lo económico, sino desde el punto de vista ambiental y social al convertirse esta en una alternativa laboral en un departamento que por años ha venido ocupando los primeros puestos en materia de desempleo y pobreza de acuerdo con las cifras periódicas emitidas por el DANE.