Formulación y evaluación de un proyecto de inversión para la implementación de un modelo de disposición y recolección de material PET posconsumo en la ciudad de Bogotá D.C

Víctor Alberto Herazo Callejas Cod.20172197080
John Eliecer Delgado Rincón Cod.20172197091
Cristiam Alejandro Sosa Montaño Cod.20162197091

Asesor
Jairo González Peñarete



Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad de Ingeniería
Especialización Gestión de Proyectos de Ingeniería
Bogotá DC, 2018

La totalidad de los contenidos e ideas expuestas en el presente trabajo de grado son de nuestra completa autoría y no corresponde a conceptos emitidos por la Universidad Distrital Francisco José de caldas.

Resumen

En la ciudad de Bogotá D.C se identifica una oportunidad de mejoramiento en el aprovechamiento de los materiales PET posconsumo, ya que presenta una baja tasa de reciclaje de estos materiales. Basados en los datos publicados por la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, donde se determina que la proyección de la vida útil del Relleno Sanitario Doña Juana (RSDJ) se encuentra desfasada y de que continuar con los niveles de disposición de residuos actuales la ciudad de Bogotá llegaría a necesitar un nuevo relleno sanitario a mediano plazo.

Como se mencionó anteriormente, existe una alta disposición de materiales PET posconsumo en el RSDJ, problemática que se maximiza debido a diferentes factores como lo son los débiles conocimientos de la población respecto a las técnicas de separación en la fuente y reciclaje, a que la administración pública no genera políticas suficientes que incentiven el reciclaje en la población, a que no existen mecanismos eficientes para la separación en la fuente de los residuos sólidos, a que el sector empresarial continúa produciendo este material en grandes masas sin planes para su reciclaje y no se han encontrado alternativas para que el reciclador informal encuentre valor en reciclar este tipo materiales, teniendo en cuenta su volumen en relación con su peso.

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, el presente estudio pretende formular y evaluar un proyecto de inversión para la implementación de un modelo de disposición y recolección de material PET posconsumo en las escuelas y centros de alta concentración demográfica de la cuidad de Bogotá D.C.

Palabras claves: *Polímero, PET, posconsumo, reciclaje, clasificación de material.*

Abstract

In the city of Bogotá D.C an opportunity for improvement in the use of post-consumption PET materials is identified, since it presents a low rate of recycling of these materials. Based on the data published by the Special Administrative Unit of Public Services, where it is determined that the projection of the useful life of the Doña Juana Landfill (RSDJ) is out of date and that the current waste disposal levels continue to be Bogotá would need a new landfill in the medium term.

As mentioned previously, there is a high disposition of post-consumption PET materials in the RSDJ, a problem that is maximized due to different factors such as the weak knowledge of the population regarding the techniques of separation at the source and recycling, to which the administration public does not generate sufficient policies that encourage recycling in the population, to which there are no efficient mechanisms for the separation of solid waste at the source, to which the business sector continues to produce this material in large masses without plans for recycling and they have found alternatives for the informal recycler to find value in recycling this type of materials, taking into account their volume in relation to their weight.

Considering the previously described, this study aims to formulate and evaluate an investment project for the implementation of a post-consumer PET disposition and collection model in schools and centers with high demographic concentration in the city of Bogotá D.C.

Keywords: *Polymer, PET, post-consumption, recycling, classification of material.*

Contenido

Introducción **14**

Estado del arte **14**

Marco histórico **20**

Desarrollo del reciclaje en el mundo **22**

Resumen legislativo de la historia del reciclaje en Colombia **24**

Opiniones **26**

1. Identificación del proyecto **28**

1.1. Objetivos del proyecto **29**

1.1.1. Objetivo general **29**

1.1.2. Objetivos específicos **29**

2. Metodología de marco lógico **31**

2.1. Análisis de interesados **31**

2.1.1. Identificación de los involucrados **31**

2.2. Análisis del problema **32**

2.2.1. Árbol de problemas **34**

2.2.2. Árbol de objetivos **35**

2.3. Selección de la estrategia **35**

2.3.1. Estrategia 1 ..... **36**

2.3.2. Estrategia 2 ..... **36**

2.3.3. Estrategia 3 ..... **36**

2.3.4. Selección de la estrategia a implementar 37

2.4. Estructura analítica del proyecto 38

2.5. Indicadores 39

2.6. Matriz de marco lógico 42

3. Estudio de mercado 43

3.1. Análisis de la oferta 44

3.1.1. Matriz de afinidad para la segmentación del mercado 43

3.1.2. Identificación de competidores 46

3.1.3. Información de primera mano Análisis de Competencia 47

3.2. Análisis de la demanda 52

3.2.1. Información de primera mano Análisis de la demanda 52

3.2.2. Histórico de la demanda 53

3.2.3. Proyección de la Demanda 54

3.3. Concepto del producto o servicio 57

3.4. Características del Producto 57

3.5. Ventajas Comparativas 58

3.6. Precio 58

3.7. Estrategias y canales de promoción 59

3.7.1. Canales de Promoción 59

3.7.2. Estrategias de comunicación 61

4. Estudio Técnico 62

4.1. Requerimientos compactadora 63

4.1.1. Requerimientos funcionales 63

4.1.2. Requerimientos técnicos 63

4.1.3. Requerimientos ergonómicos: 64

4.1.4. Requerimientos de seguridad: 64

4.2. Análisis de Alternativas 64

4.2.1. Alternativa 1: Bio Recicladoras. 64

4.2.2. Alternativa 2: Máquina PETIT 66

4.2.3. Alternativa 3: Máquinas compactadoras HNSA 68

4.2.4. Selección de alternativa 70

4.3. Materias Primas y Suministros 70

4.4. Localización 71

4.4.1. Macro localización 71

4.4.2. Micro localización 73

4.4.3. Plano de distribución de planta 75

4.5. Selección de Colegios por demanda de estudiantes. 78

4.6. Plan y capacidad de producción 79

4.7. Planes de Control de Calidad 80

4.8. Flujo del proceso 81

5. Estudio administrativo y legal 83

5.1. Estructura jurídica y tipo de sociedad 83

5.2. Impuesto a la renta 83

5.2.1. Impuesto a la renta primera categoría 83

5.2.2. Impuesto a la renta segunda categoría 83

5.2.3. Impuesto a la renta Tercera categoría 84

5.2.4. Impuesto a la renta cuarta categoría 84

5.2.5. Impuesto a la renta Quinta categoría 84

5.3. Organigrama 84

5.4. Perfiles y funciones 86

5.5. Reclutamiento, vinculación y desarrollo del talento humano 88

5.6. Horarios y turnos 88

5.7. Aspectos fundamentales de Seguridad y Salud en el Trabajo 89

6. Estudio financiero 90

6.1. Evaluación económica ..... ¡Error! Marcador no definido.

6.1.1. Costo del proyecto 90

6.1.2. Costos de mantenimiento y capacitaciones 94

6.1.3. Análisis de escenarios 94

7. Evaluación Ambiental 102

8. Gerencia del proyecto 105

8.1. Acta de constitución del proyecto 105

8.2. Estructura Desglosada de Trabajo (EDT) o Work Breakdown Structure (WBS) 85

8.3. Cronograma del proyecto 107

8.4. Ruta crítica del proyecto 108

8.5. Administración de riesgos 109

8.5.1. Identificación de Riesgos 109

8.5.2. Identificación y diseño de controles 111

8.6. Matriz de comunicaciones 115

8.7. Matriz de Asignación de Responsabilidades (MAR) 116

9. Conclusiones 117

10. Recomendaciones 119

11. Bibliografía 120

Ilustraciones

Ilustración 1 Diagrama espina de pescado 33

Ilustración 2 Árbol de problemas 34

Ilustración 3 Árbol de objetivos 35

Ilustración 4 Estructura analítica del proyecto 38

Ilustración 5 Segmentación del mercado de material PET posconsumo 43

Ilustración 6 Bio Recicladoras 65

Ilustración 7 Maquina Petit 67

Ilustración 8 Maquina compactadora 68

Ilustración 9 Mapa de opciones de centro de acopio 74

Ilustración 10 Plano de distribución de planta 77

Ilustración 11 Flujo de proceso 82

Ilustración 12 Organigrama 85

Ilustración 13 Acta de constitución del proyecto 105

Ilustración 14 EDT de la ejecución del proyecto 85

Ilustración 15 Mapa de calor de riesgos inherentes 110

Ilustración 16 Mapa de calor riesgo residual 113

Gráficas

Gráfica 1 Proyección del consumo aparente de resinas PET en Colombia (miles de toneladas) 55

Gráfica 2 Proyección de la demanda de materiales reciclados y adquiridos por la industria (Ton/año) 56

Tablas

Tabla 1 Análisis de involucrados 32

Tabla 2 Análisis y selección de la alternativa 37

Tabla 3 Resumen narrativo de la Matriz de marco lógico 39

Tabla 4 indicadores de la Matriz de marco lógico 39

Tabla 5 Identificación de medios de verificación 40

Tabla 6 Identificación de supuestos Matriz de marco lógico 41

Tabla 7 Matriz de marco lógico 42

Tabla 8 Número de recicladores por localidad 49

Tabla 9 Proyección de consumo de bebidas gaseosas en Bogotá D.C. 51

Tabla 10 Proyección en kilogramos del consumo de envases PET para bebidas gaseosas en Bogotá D.C. 51

Tabla 11 Consumo aparente de resinas PET en Colombia (miles de toneladas) 53

Tabla 12 Demanda de materiales reciclados y adquiridos por la industria (Ton/año) 54

Tabla 13 Proyección del consumo aparente de resinas PET en Colombia (miles de toneladas) . 54

Tabla 14 Proyección de la demanda de materiales reciclados y adquiridos por la industria (Ton/año) 55

Tabla 15 Precio promedio de envases PET posconsumo por kilogramo 58

Tabla 16 Proyección del margen de ganancia anual por kilogramo de envases PET posconsumo 59

Tabla 17 Estrategia y canal de promoción con los proveedores de materiales PET posconsumo 59

Tabla 18 Estrategia y canal de promoción con el cliente final 60

Tabla 19 Estrategias de comunicación 61

Tabla 20 Costos y capacidad de la maquina Biorecicladora 65

Tabla 21 Costos maquina Petit 67

Tabla 22 Costos maquina compactadora HNSA 69

Tabla 23 Selección de alternativa 70

Tabla 24 Características principales ciudades 72

Tabla 25 Evaluación de alternativas de macro localización 72

Tabla 26 Evaluación inicial de alternativas de micro localización 73

Tabla 27 Análisis de Ubicación centro de acopio 75

Tabla 28 Evaluación de alternativas de ubicación centro de acopio 75

Tabla 29 Colegios con mayor densidad estudiantil en Bogotá D.C. 78

Tabla 30 Estimación del consumo en kilogramos para el año 1 del proyecto de envases PET para bebidas gaseosas en los colegios seleccionados 79

Tabla 31 Plan de producción..... 79

Tabla 32 Análisis de capacidad de producción 80

Tabla 33 Plan de control de calidad 80

Tabla 34 Costos de iniciación del proyecto 90

Tabla 35 Capex de iniciación del proyecto 92

Tabla 36 Opex del proyecto 93

Tabla 37 Proyección financiera del proyecto pesimista..... 96

Tabla 38 Ingresos del proyecto en 5 años 97

Tabla 39 Flujo de ingresos por año neto pesimista 97

Tabla 40 Costos de operación en el proyecto pesimista 97

Tabla 41 Balance escenario pesimista 97

Tabla 42 Proyección financiera del proyecto más probable 98

Tabla 43 Ingresos del proyecto en 5 años 98

Tabla 44 Flujo de ingresos por año neto más probables 98

Tabla 45 Costos de operación en el proyecto más probable 98

Tabla 46 Balance escenario más probable 99

Tabla 47 Proyección financiera del proyecto más optimista 99

Tabla 48 Ingresos del proyecto en 5 años 100

Tabla 49 Flujo de ingresos por año neto optimista 100

Tabla 50 Flujo de ingresos por año neto optimista 100

Tabla 51 Balance escenario optimista..... 100

Tabla 52 Normograma ambiental 102

Tabla 53 Cronograma de actividades 107

Tabla 54 Objetivos generales del proyecto 109

Tabla 55 Tipo de riesgos 109

Tabla 56 Estadísticas de controles 113

Tabla 57 Matriz de procesos 114

Tabla 58 Matriz de comunicación 115

Tabla 59 Asignación de responsabilidades 116

Anexos

Anexo 1. Encuestas a recicladores. 126

Anexo 2. Encuestas a centros de acopio. 126

Anexo 3. Encuestas a empresas PET. 126

Anexo 4. Ruta crítica del proyecto. 126

Anexo 5. Administración de riesgos. 126

Introducción

En Bogotá se generan un promedio de 195.825 toneladas/mes de desechos sólidos, lo que equivale a 6.527 toneladas/día, de estas un 20% en promedio equivale a material potencialmente reciclable (MPR) (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, 2014, 26), de los cuales el plástico representa el 10,45% y 17,83% de los residuos residenciales y de pequeños/grandes generadores respectivamente (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, 2013, Pt III 1-8), con base en lo cual se identifica a los plásticos como uno de los principales MPR generados en la ciudad, sin embargo, estos constituyen el 23,39% de los residuos dispuestos en el Relleno Sanitario de Doña Juana (RSDJ) (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, 2016, 13).

Las botellas de PET, polímero producto de la poli condensación del ácido tereftálico y el glicol etilénico, han ido desplazando en el tiempo a las botellas de vidrio y constituyen la forma clásica y más extendida de presentar al mercado actual los refrescos y bebidas gaseosas, entre otros productos. A nivel mundial para el 2014 los residuos plásticos ascendieron a 311 millones de toneladas/año y aproximadamente el 7% de esta cifra corresponde a envases PET, lo cual sumado a un bajo porcentaje de recuperación y reutilización en países como Colombia, donde este solo alcanza a representar el 26% del total (entre 3000 y 3500 toneladas para el 2015), lo convierte en un problema para los sistemas sanitarios nacionales y una oportunidad de generación de empresas que merecen la pena ser abordados.

Estado del arte

En las últimas décadas la conservación del medio ambiente ha cobrado relevancia a nivel mundial, siendo el reciclaje uno de los principales medios para la consecución de su objetivo, sin embargo esta no es una tarea fácil, ya que inicia principalmente con la separación en la fuente, es

decir, con la clasificación y separación de los residuos por parte de los ciudadanos, donde una gran mayoría desconoce la manera correcta de hacerlo y su impacto frente a este proceso1, por lo que se hace necesario fortalecer este aspecto y buscar alternativas que contribuyan con el objetivo de disminuir el impacto de la actividad humana sobre el medio ambiente, siendo una la implementación de modelos eficientes de separación y recolección de residuos sólidos en las ciudades.

Los desarrollos tecnológicos, promovidos por las nuevas tendencias y necesidades en materia de reciclaje han impulsado modelos de separación y recolección que posibilitan a los países disminuir la distancia hasta la meta, sin embargo, en países como Colombia, la brecha es más amplia, sólo el 17% de los residuos generados en el país son reciclados, cifra significativamente baja en relación a la Unión Europea, donde países como España logran reciclar alrededor del 74,8% de los envases domésticos (El País, 2016).

A continuación, se analizan los principales modelos de separación y recolección que han promovido, de manera eficiente, mejores proactivas para el manejo de residuos sólidos.

Ecoembes en España: es una organización española, sin ánimo de lucro, que se dedica a la recolección y recuperación de envases en dicho país. Ecoembes opera en colaboración de los ciudadanos, empresas y trabajadores, ha incentivado porcentaje significativos de reutilización de envases usados, alrededor del 74,8% para el 2015, situando a España en una posición privilegiada en cuanto al cumplimiento de los objetivos mínimos determinados por la Unión Europea en temas ambientales. Este modelo se fundamenta en:

1 Para el caso puntual de la ciudad de Bogotá, se estima que el 6,38% de la población recibió capacitaciones en temas de separación en la fuente durante el año 2015 (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, 2016, 24)

- Recolección de envases: para hacer posible la recolección de los residuos de envases que se generan, Ecoembes, colabora con las administraciones locales y autonómicas, en total, en España están disponible 572.739 contenedores amarillos y azules, para facilitar que los ciudadanos puedan depositar sus envases, y son los ayuntamientos los encargados de recogerlos y llevarlos a las plantas de selección donde se clasifican previamente y luego son reciclados. En los contenedores amarillos se depositan los envases de plástico, latas y *briks* y los contenedores azules los envases de papel y cartón.
- Recuperación y reciclaje del envase: una vez que los residuos se han depositado en el contenedor adecuado, los envases de papel y cartón van directamente a los recuperadores y recicladores. En ellos, tras una clasificación en función de las calidades, pasan a ser reciclados para posteriormente convertirse en nuevo material de papel y cartón.

  Existen 60 plantas de selección de envases automatizadas de selección, repartidas por toda la geografía española, donde se separan los envases ligeros en, al menos, tres fracciones: metales (acero y aluminio), plásticos (PET, PEAD, Film y Plástico Mezcla) y *briks*. Cada fracción se dirige a su correspondiente reciclador, el cual se encargará de transformarlos en nueva materia prima.

Con esto se cierra el ciclo del envase, promoviendo el cuidado del medio ambiente, evitando que terminen en vertederos, sin ninguna utilidad, con un impacto ecológico negativo y dándoles una nueva vida. (Ecoembes, 2014).

BioBox en México: es una empresa que ha desarrollado un modelo de recolección a través de la tecnología, para ello ha diseñado una máquina y su función primordial es la recolección de plástico y aluminio por medio de un programa de recompensas, *payback*, al usuario que fomente

su uso. Simplemente con depositar los envases de plástico y/o aluminio la máquina se encarga de comprimirlos y mandarlos a reciclar, haciendo de ese proceso algo práctico, sencillo y, sobre todo, una acción que premia la conciencia social y ecológica. Son 24 las máquinas de BioBox que están distribuidas en diferentes puntos estratégicos de la Ciudad de México; ahí los usuarios pueden depositar envases de PET a cambio de diversos beneficios, este modelo funciona como una expendedora de refrescos, pero a la inversa, en lugar de que la maquina entregue un producto, lo recibe. La recompensa es que, por cada botella depositada, Biobox da puntos *payback*, cada uno equivalente a 10 centavos, los cuales son aceptados en tiendas comerciales, y se pueden donar a diferentes fundaciones mexicanas.

Las máquinas cuentan con tecnología y un software que indican cuándo se están llenando, adicionalmente identifica si la botella es de PET o aluminio, qué marca, de qué tamaño, permitiendo separación por tipo de material. Es por medio de este innovador método de recolección de desechos plásticos y de aluminio que BioBox comienza a generar una cultura de reciclaje mucho más práctica, atractiva y de fácil acceso e interacción. Es un proyecto donde la conciencia ambiental, la responsabilidad social, el fomento a talentos nacionales, la tecnología y las estrategias de comunicación convergen. (Biobox, 2016).

Pfand en Alemania: De acuerdo con Barroso (2013), la Legislación alemana contempla el Decreto de envases alemán “VerpackV”, existente desde 1991, y que posteriormente se formalizó en 1996 con la entrada en vigor de la *Ley de Reciclaje y Gestión de Residuos*. Puede entenderse a Pfand como un depósito monetario presente en cada uno de los envases de material plástico (botellas) o metálico (latas) pagado en el momento de la compra del producto. En el momento de devolución del envase, tras su utilización, en uno de los centros de venta se reintegra el depósito del envase al comprador, a través de unas máquinas automáticas dispuestas para ese fin. El impacto

que ha tenido este mecanismo es significativo, en la actualidad se estima que el 98,5% de los envases con depósito son reciclados, el triple de lo que conseguía Alemania antes de la implementación del Pfland (Degau Mag, 2014).

Noruega importa residuos para generar energía eléctrica: Noruega ha desarrollado un modelo de recolección eficiente que además tiene un objetivo específico: la generación de energía. Mientras la mayoría de los países se esfuerza por deshacerse de sus residuos, los noruegos necesitan importar basura como resultado de su gran eficiencia en la gestión de residuos, ya que reprocesan sus residuos para convertirlos en energía eléctrica y calefacción, esto teniendo en cuenta que la mitad de los ciudadanos de la capital noruega y la mayoría de sus edificios y escuelas utilizan la calefacción producida por la quema de basura. Los desechos caseros, los desperdicios industriales e incluso los materiales tóxicos originados en fábricas y hospitales son más que bienvenidos en las numerosas plantas incineradoras de basura de la ciudad, las cuales se enfrentan al problema de no tener material para funcionar, por tal motivo en muchas ocasiones Noruega importa la basura. Países como Inglaterra e Irlanda envían barcos con basura a Noruega, para que ésta disponga de su objetivo final. Se calcula que en el Norte de Europa se producen unas 150 toneladas de basura al año, una cifra que según los expertos se queda muy corta para la capacidad noruega, que puede procesar más de 700 millones de toneladas. De acuerdo con González (2013), el método noruego de reciclaje se descompone principalmente en actividades de clasificación y procesamiento de residuos, como se presenta a continuación:

- Clasificación de residuos: la gestión de residuos de este país huye de la práctica tradicional de arrojar o enterrar la basura en vertederos, algo que genera gas metano en grandes proporciones y contamina el medio ambiente, para lo cual se ha incentivado la capacitación sobre cómo reciclar a los ciudadanos de Oslo, quienes inician el proceso de reciclaje

clasificando su basura doméstica en bolsas de colores que ofrece gratuitamente el gobierno: verdes para desechos orgánicos, azules para plásticos y blancas para lo inclasificable.

En las plantas de residuos, un escáner se encarga de clasificar las bolsas por colores para su correcto tratamiento. Este sistema de reciclaje es muy funcional y, junto a los hábitos de vida de los ciudadanos, la gestión de los residuos es todo éxito en Oslo.

- Procesamiento de residuos: siguiendo los pasos de sus vecinos suecos, la idea de quemar basura proliferó hace apenas cuatro años en Noruega como una apuesta por una energía renovable que redujera el uso de combustibles fósiles. En la actualidad, el país se ha convertido en otro referente mundial a tener en cuenta para cualquier estrategia de reciclaje a gran escala.

Ecobot en Colombia: Ecobot "Reciclar invita" es una iniciativa que impulsa la cultura del reciclaje en la sociedad colombiana, incentivando a las personas a contribuir con el medio ambiente a partir de la correcta disposición del residuo plástico urbano y es parte del ranking de los 500 mejores proyectos sociales y ambientales de América Latina.

El proyecto consiste en equipos compactadores *Reverse Vending Machine* ubicados en centros comerciales, instituciones y espacios públicos, que incentivan el reciclaje de botellas PET a partir de cupones de descuento que ofrecen los *Ecopartners* (empresas asociadas). Los usuarios de Ecobot solo deben acercarse al equipo, depositar las botellas plásticas y las tapas, como incentivo recibirán un cupón por cada botella reciclada. La idea nace de la experiencia vivida de sus fundadores en otros países, quienes observaron la importancia de la recolección de residuo con un fin, conservar el medio ambiente. Por tal motivo empezaron la iniciativa fabricando en Colombia dichas máquinas. (Ecobot, 2017).

Marco histórico

Los residuos sólidos se encuentran ligados, desde su inicio, a la actividad humana como un subproducto. No obstante, la revolución industrial, la ciencia y la tecnología generaron, además de innumerables desarrollos e todos los campos, la novedad de lo desechable, donde el consumo de un producto se encuentra ligado al desecho de otro.

La cantidad y calidad de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) generados se encuentra directamente relacionada con los hábitos de consumo de la sociedad, estos como su nombre lo indica, son los residuos generados en las urbes (ciudades), como resultado de las actividades domésticas de los hogares y de las actividades propias que caracterizan dicha sociedad. Los RSU se clasifican de manera muy general en residuos orgánicos, resultantes mayoritariamente de los alimentos, y residuos inorgánicos, como el papel, cartón, vidrio, tela y plástico, entre otros.

El aprovechamiento y la reutilización de los residuos sólidos se remonta a siglos atrás, según la revista Journal of Archaeological Science, los arqueólogos han puesto fecha a ese comienzo, encontrando evidencias que el reciclaje ya se practicaba desde el año 400 A.C, donde la principal practica consistía en la reutilización de herramientas, mayormente las que se usaban como utensilios de cocina y algunas herramientas de guerra para un segundo propósito, sin embargo, el reciclaje como se conoce hoy día es un fenómeno que se ha fortalecido en el último siglo, especialmente después de la segunda guerra mundial.

El reciclaje formalmente comenzó a partir de 1960 en los Estados Unidos, donde la familia de Rittenhouse, mediante un molino se dedicó al reciclaje del papel en Philadelphia (Reciclemos, 2012, págs. 1-3). El reciclaje puede darse por un proceso fisicoquímico, mecánico o labor que consiste en someter a una materia o un producto ya usado, a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un producto nuevo.

Por otra parte, lo que no puede ser reciclado o reutilizado debe disponerse de manera adecuada, con el objetivo de mitigar los efectos que estos puedan tener sobre el ambiente y la salud de la población, es allí donde nacen los primeros modelos de gestión integral de residuos, los cuales comprenden las etapas de generación, disposición inicial, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final, siendo esta última etapa uno de los elementos fundaméntales en torno a los cuales se han desarrollados los modelos actuales.

Dentro de las primeras alternativas, que encontró el hombre, para la disposición de residuos se encuentran los vertederos a cielo abierto, estos son lugares donde se disponen los residuos sólidos sin ningún tipo de control, lo que produce olores desagradables, gases y líquidos contaminantes, generando contaminación sobre el ambiente y riesgos a la salud (Ministerio de Salud DIGESA, 2004), razón por cual es una práctica que se encuentra en extinción.

Otra alternativa altamente utilizada, dada su efectividad, es la incineración de residuos, con la cual se obtiene una disminución de los volúmenes de hasta del 90%, sin embargo, la incineración representa también graves desventajas, una de las cuales es la producción de gases y cenizas toxicas, cuyo manejo y disposición resulta demasiado costoso (Rodriguez, 2011).

El modelo de disposición final más utilizado en el mundo es el denominado relleno sanitario, el cual es un sitio donde se disponen adecuadamente los residuos sólidos de manera tecnificada y que obedece a diseños de ingeniería, este modelo busca minimizar los efectos ambientales nocivos de los residuos. Los primeros rellenos sanitarios datan desde la antigüedad, en las excavaciones de Kouloure en Chosos, antigua capital de Creta, se encontraron trazas de mezcla de basura y fango, así como residuos que habían sido enterrados. Autores atribuyen la aplicación de este modelo, tal como se conoce hoy, a los ingenieros ingleses J.C Dawes y M. Call

quienes o utilizaron por primera vez en Bradford, Inglaterra, en la década de los años veinte (Vázquez, 1994).

Sin embargo, los recientes enfoques indican una alta tendencia hacia la estandarización y tecnificación de las etapas de disposición inicial, recolección, transferencia, transporte y tratamiento como se evidencia en países europeos como Alemania con Pfand y España con Ecoembes.

Desarrollo del reciclaje en el mundo

Los residuos constituyen uno de los principales desafíos para las políticas ambientales del siglo XXI. En una sociedad basada en el hiperconsumo y la obsolescencia programada, cada vez son más los residuos que se generan con consecuencias para el ambiente. Pero también, cada vez son más los países que encuentran en estos materiales un recurso que puede ser útil para nuevos fines, logrando brindar una solución sustentable en sus tres ejes: económica, pues la materia prima está ahí ya presente; social, pues se trata de proyectos que implican la inclusión de grupos vulnerables de las comunidades locales; y ambiental, pues se ofrece una solución a una problemática que contamina aire, agua y suelo. Los países que lideran estas políticas de reciclaje a nivel internacional pertenecen al continente europeo. Según la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) (Pensemos & Admin , 2016, págs. 9-11):

- Suiza: El país rico y variado en ecosistemas naturales, recicla el 90% de toda su basura, es decir, más de la mitad de los residuos generados por su población.
- Austria: Con montañas, agua y mucho verde, lidera también el ranking de reciclaje con un porcentaje de 63% en todo su territorio.

- Alemania: es otro de los países europeos con una fuerte política de cuidado de los residuos, promoviendo la separación en origen y logrando el reciclaje del 62% de toda su basura.
- Bélgica: recicla el 58% de su basura.
- Países Bajos: Otro de los países a la vanguardia del reciclaje es Holanda, que tiene a cargo el reciclaje del 51% de su basura y que espera incrementar esta cifra en los próximos años.
- Noruega: El país nórdico recicla el 34% de todos los residuos que genera. Una cifra inferior a los anteriores, pero que aún lo mantiene dentro de los países líderes del mundo y con expectativas de mayor crecimiento.

Los esfuerzos mundiales por aumentar el aprovechamiento de los residuos sólidos no se limitan a la Unión Europea, por su parte Sudáfrica inauguro recientemente su primera planta de reciclado de botella a botellas PET con tecnología de Starlinger. La empresa Extrupet, con sede en Wadeville –Gauteng-, produce rPET apto para alimentación proveniente de la recogida de posconsumo desde el año 2000 y tiene una gran experiencia en el reciclado de PET, suministrando geotextiles, flejes de PET, planchas de PET, termoformados y botellas de PET a productores de filamentos de poliéster y fibras discontinuas. Su marca para rPET apto para alimentación, PhoenixPET, se lanzó en el año 2010 y es utilizada por muchos de los mayores minoristas de Sudáfrica en sus productos. Además, la compañía hace parte de los socios de reciclado líderes de PETCO, el organismo de la industria para el reciclado de PET en Sudáfrica. (Carvajal Medios, Primera planta de reciclado botella a botella PET de Sudáfrica usa tecnología de Starlinger, 2015, págs. 1-2).

Resumen legislativo de la historia del reciclaje en Colombia

- Ley 99 de 1993 (diciembre 22) En la administración de Cesar Gaviria. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. (Alcaldia de Bogotá, 1993).
- Ley 142 de 1994 (Julio 11) Por lo cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. Inició el camino para el establecimiento e implementación de la política pública de regulación de los servicios públicos y de aseo (Alcaldia de Bogotá, 1994)
- Ley 511 de 1999 (agosto 4) El gobierno de Andrés Pastrana establece el primero de marzo como día del reciclador. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1999)
- Decreto 1713 de 2002 (agosto 6) Ordenamiento del reciclaje, se vuelve obligatorio para cada municipio crear un plan para la gestión integral de residuos sólidos y, por ende, maximizar el reciclaje.
- Diario Oficial No. 44.893, de 07 de agosto de 2002, Ministro de Desarrollo Económico Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. (Corporación Autónoma Regional Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, 2002)
- Ley 1505 de 2003 (junio 6) Recicladores obligatorios, garantiza la integración de los recicladores en el proceso de recolección de basuras. (Corte Constitucional de Colombia, 2003)

- Sentencia C-741 (agosto 28, 2003), solo las empresas y no las organizaciones, podían prestar servicios públicos.
- Ley 1259 de 2008 (diciembre 19), Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones. Esta ley afecta a los recicladores, Se establece el comparendo ambiental como instrumento para quienes extraigan la basura de los hogares, dan mal manejo al espacio donde se clasifica y transportan en medios no aptos. (Corporación Autónoma Regional de Caldas, 2008).
- Sentencia C-793 (noviembre 4, 2009), Respuesta al comparendo ambiental, la corte respalda a los recicladores que eran multados con comparendos ambientales.
- Ley 1466 de 2011 (junio 30), Por el cual se adicionan, el inciso 2° del artículo 1° (objeto) y el inciso 2° del artículo 8°, de la Ley 1259 del 19 de diciembre de 2008, "por medio de la cual se instauró en el territorio nacional la aplicación del Comparendo Ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros, y se dictan otras disposiciones. Esta ley prohíbe la posibilidad de sancionar a los recicladores y busca incentivar la separación de residuos desde la fuente. (Alcaldia de Bogotá, 2011).
- Decreto 2981 de 2013 (diciembre 20), Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo. Recoge las sentencias de la corte y modifica la reglamentación del servicio público de aseo. (Alcaldia de Bogotá, 2013).
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Decreto número 596 del 2016, Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio, y se dictan otras disposiciones. El

aprovechamiento de los residuos, su separación, transporte y peso es una exigencia nacional. (Departamento Administrativo de la Presidencia de la Republica, 2016).

- Resolución 97 de 2017 (enero 24). Por la cual se crea el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales y se adoptan otras disposiciones.

Opiniones

- Víctor Malagón, Experto en sostenibilidad, "La innovación en la reutilización y el uso final que se les da a estos materiales pueden llegar a ser incluso una oportunidad de negocio".
- Luis Felipe Bedoya Acevedo, jefe de planta de PET Socya "La única forma de aumentar el porcentaje de reciclaje y lograr una recolección 100% es con una forma selectiva que se inicie desde la casa". (Suárez Zarta, 2016).
- En Colombia, el reciclaje de PET botella a botella tiene futuro: En Colombia, una empresa familiar transforma PET posconsumo en gránulos aptos para contacto con alimentos. Este es el exitoso caso de Aproplast. Desde 2008, Aproplast, una empresa familiar, comenzó a producir en Colombia PET reciclado grado botella, es decir, que puede ser empleado nuevamente para fabricar botellas o empaques para alimentos. Justamente, el reciclaje botella a botella se refiere al proceso de convertir materiales recuperados, ya sea de fuentes postindustriales o posconsumo, en gránulos o pellets cuyas características sean equiparables a las de los materiales vírgenes e inclusive puedan ser utilizados para fabricar envases de productos alimenticios. Actualmente se acopian botellas de PET posconsumo de bebidas carbonatadas, de agua, de aceites comestibles y de productos de aseo, con la ayuda de cooperativas y grupos de recicladores. Todo lo recolectado se somete a un proceso técnico de clasificación, descontaminación y limpieza. Sin duda alguna, el mayor reto es despertar la voluntad política de los gobiernos locales. Sobre todo, en las ciudades grandes

como Bogotá en donde, hasta el momento, no se ha podido contar con regulaciones y normas que apoyen esta labor, faltan incentivos para que las compañías vean atractivo usar materiales reciclados. (Carvajal Medios, En Colombia, el reciclaje de PET botella a botella tiene futuro, 2012, págs. 1-2).

- El reciclaje de PET está en su mejor momento: El reciclaje de PET se está proyectando como parte fundamental del *boom* ambiental que se vive actualmente y, con esto, se está convirtiendo en una de las mayores oportunidades de negocios para toda la industria plástico. Sin embargo, aún debe afrontar una serie de retos antes de ampliar su alcance. El acopio de material, la volatilidad de los precios y cambiar la percepción de los consumidores frente a productos elaborados con estos materiales se constituyen en los principales desafíos que encuentra el gremio, en América Latina, para consolidar este negocio. Otra oportunidad importante está en el crecimiento local de la industria de reciclaje en varios países latinoamericanos. De acuerdo con el Ing. Santiago García, de Aprepet, los estudios ambientales demuestran que el mayor beneficio del reciclado se queda en el país donde se realiza. "Respaldar el reciclaje local es dar un mensaje adecuado a la sociedad: No hay que desperdiciar, hay que recuperar los materiales para las siguientes generaciones" (Carvajal Medios, El reciclaje de PET está en su mejor momento, 2011, pág. 2).

1. Identificación del proyecto

Los plásticos son polímeros que bajo ciertas condiciones poseen excelentes propiedades de elasticidad y flexibilidad lo que permite que sean moldeados y adaptados a diferentes formas y aplicaciones, esto junto a sus propiedades y características como la resistencia térmicas, la impermeabilidad, su resistencia a la corrosión y diversos factores químicos y su relación peso-volumen los convierte en un material fácilmente adaptable a muchas industrial y cuyo uso se encuentra en auge, por su parte el Polietileno de Tereftalato (PET) es un polímero caracterizado por poseer buenas propiedades como barrera al gas y la humedad, dureza y resistencia al calor, lo que lo ha popularizado y permitido que reemplace, en gran medida, a las botellas de vidrio en los procesos de embotellamiento de bebidas.

Como se señaló anteriormente, en Bogotá se generan un promedio de 195.825 toneladas/mes de desechos sólidos, lo que equivale a 6.527 toneladas/día, de estas un 20% en promedio equivale a material potencialmente reciclable (MPR) (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, 2014, 26), sin embargo, la ciudad cuenta con una baja cultura ambiental "no hay separación en la fuente y existe lentitud de los usuarios para adoptarla" (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, 2014, 48), lo cual genera que los residuos se descargan mezclados, en los cuales los MPR son contaminados por residuos orgánicos, solamente una parte de los MPR logra ser recuperada por los recicladores informales (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, 2013, Pt III 2-5).

Según el artículo "Solo 26% de las botellas plásticas se recicla" publicado el 9 de marzo de 2016 por el diario la república, se evidencia un gran problema relacionado con el reciclaje de materiales PET en Colombia, el cual plantea que si no se le da un uso adecuado a este material puede llegar a demorar hasta 100 años en su biodegradación. Las cifras de reciclaje de estos

envases en Colombia no son alentadoras. Luis Felipe Bedoya Acevedo, jefe de la planta de PET de Socya, organización dedicada al reciclaje de materiales, afirmó que durante 2015 en el país se recuperaron entre 3.000 y 3.500 toneladas de envases PET, lo que representa tan solo 26% del total. Bogotá, Medellín y Cali son las tres ciudades que tienen las mayores tasas de reciclaje "La verdad falta mucho por hacer si se compara con países como Ecuador, que tiene una tasa alta de reciclaje. En Colombia el 74% de los envases va a parar a los rellenos sanitarios", afirmó Bedoya".

Con base en lo anterior se puede identificar un grave problema social, cultural y sanitario relacionado con carencia de modelos de separación de residuos sólidos en la fuente y su recolección, que en caso de ser implementados de manera exitosa podrían generar beneficios tales como la reducción de costos a lo largo de los procesos de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos, debido a que entre menor sea la cantidad de material que entre al sistema, menores serán los esfuerzos y los recursos destinados a estas tareas por parte de los entes prestadores del servicio de aseo, y de igual manera serán menores los niveles de residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario, lo que permitirá optimizar su uso y vida útil.

1.1.Objetivos del proyecto

1.1.1. Objetivo general

Determinar la viabilidad de un proyecto de inversión para la implementación de un modelo de disposición y recolección de material PET posconsumo en la ciudad de Bogotá D.C.

1.1.2. Objetivos específicos

- Identificar los principales proveedores de materiales PET posconsumo para el proyecto.

- Identificar y evaluar un modelo de recolección de material PET posconsumo que se adapte a las características del proyecto.
- Identificar el mercado actual del PET posconsumo en la ciudad de Bogotá.
- Realizar el análisis técnico del proceso ingenieril del proyecto.
- Determinar los costos de inversión, costos de operación y mantenimiento del proyecto.
- Establecer los porcentajes estimados de recolección y reutilización de envases PET posconsumo con la implementación del proyecto.
- Determinar la viabilidad financiera del proyecto.
- Establecer los principales componentes de la gerencia del proyecto.

2. Metodología de marco lógico

2.1.Análisis de interesados

2.1.1. Identificación de los involucrados

Mediante entrevistas, encuestas y revisión de fuentes de información secundaria se pudo recoger información sobre los posibles involucrados, los cuales han sido clasificados en beneficiarios directos, beneficiarios indirectos y perjudicados u oponentes.

2.1.1.1.Beneficiarios directos

- Escuelas, universidades y organizaciones con alta densificación poblacional, o ubicadas en zonas de alto interés económico, turístico y/o cultural para la ciudad de Bogotá D.C.
- Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP)
- Empresas del sector reciclaje que utilicen materiales PET posconsumo en sus procesos productivos
- Población recicladora de oficio
- Organizaciones de recicladores de oficio
- Administración de la ciudad de Bogotá D.C.

2.1.1.2.Beneficiarios indirectos

- Población de los barrios Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo
- Usuarios de los servicios públicos de aseo de la ciudad de Bogotá D.C.
- Organismos reguladores
- Secretaria de Educación Distrital

2.1.1.3.Perjudicados u oponentes

- Organizaciones privadas dedicadas a la recolección de MPR

Para evaluar la posición de cada uno de los involucrados frente al problema y su fuerza e influencia se utilizó una escala de 1 a 5, donde el 1 indica el menor grado de importancia del involucrado para el proyecto y el menor grado de involucramiento del mismo; por su parte el 5, indica el mayor grado de importancia del involucrado para el proyecto y el mayor grado de involucramiento.

Tabla 1 Análisis de involucrados

Involucrado	Fuerza	Influencia	Resultante
Escuelas, universidades y organizaciones con alta densificación poblacional, o ubicadas en zonas de alto interés económico, turístico y/o cultural para la ciudad de Bogotá D.C.	5	5	25
UAESP	5	4	20
Empresas del sector reciclaje que utilicen materiales PET posconsumo en sus procesos productivos	5	3	15
Población recicladora de oficio	2	4	8
Organizaciones de recicladores de oficio	4	4	16
Administración de la ciudad de Bogotá D.C.	5	5	25
Población de los barrios Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo	2	2	4
Usuarios de los servicios públicos de aseo de la ciudad de Bogotá D.C.	1	2	2
Organismos reguladores	5	5	25
Secretaria de Educación Distrital	5	5	25
Organizaciones privadas dedicadas a la recolección de MPR	3	2	6

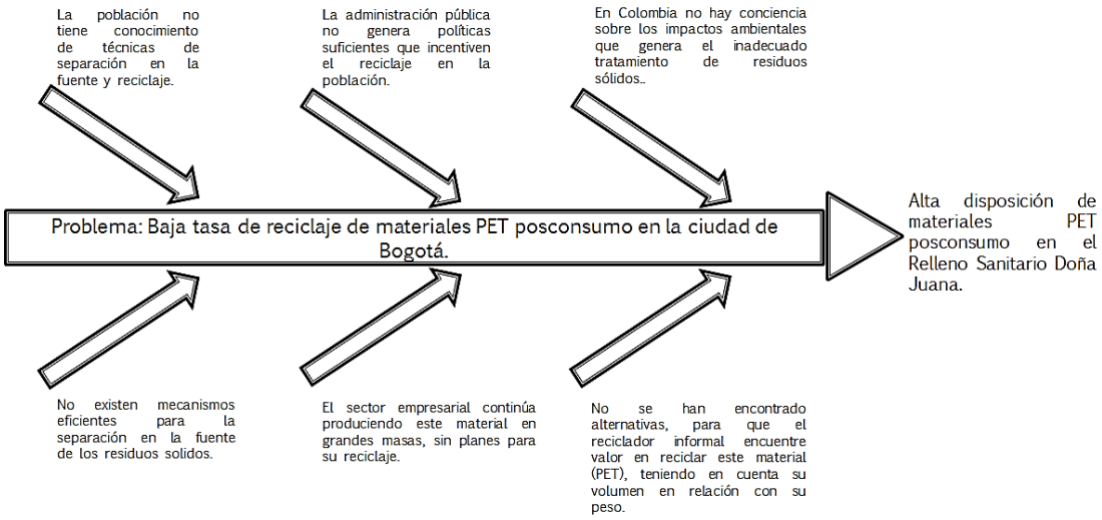
Fuente: Elaboración propia

2.2.Análisis del problema

Actualmente en la ciudad no hay separación en la fuente y existe lentitud en los usuarios para adoptar una conciencia de separación de residuos (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, 2014, 48) lo que ocasiona que el modelo de recolección sea impulsado principalmente por los recicladores informales los cuales aportan el 52,5% de los productos reciclados y las empresas privadas aportan el 47,5% restante (Vela, Robles & Urrego, 2016, 12).

Teniendo en cuenta la información primaria obtenida, el material PET posconsumo tiene un precio de compra, a recicladores, de $700 COP pesos por kilogramo, y que una botella de plástico PET de 1,5 litros puede pesar entre 37 y 39 gramos (Tellez, 2012), lo cual permite estimar que para la obtención de 1 kilogramo se necesitan, en promedio, 27 envases vacíos, se determina que la baja tasa de reciclaje de este tipo de materiales se debe a resultan poco atractivos económicamente para los recicladores formales e informales.

Ilustración 1 Diagrama espina de pescado

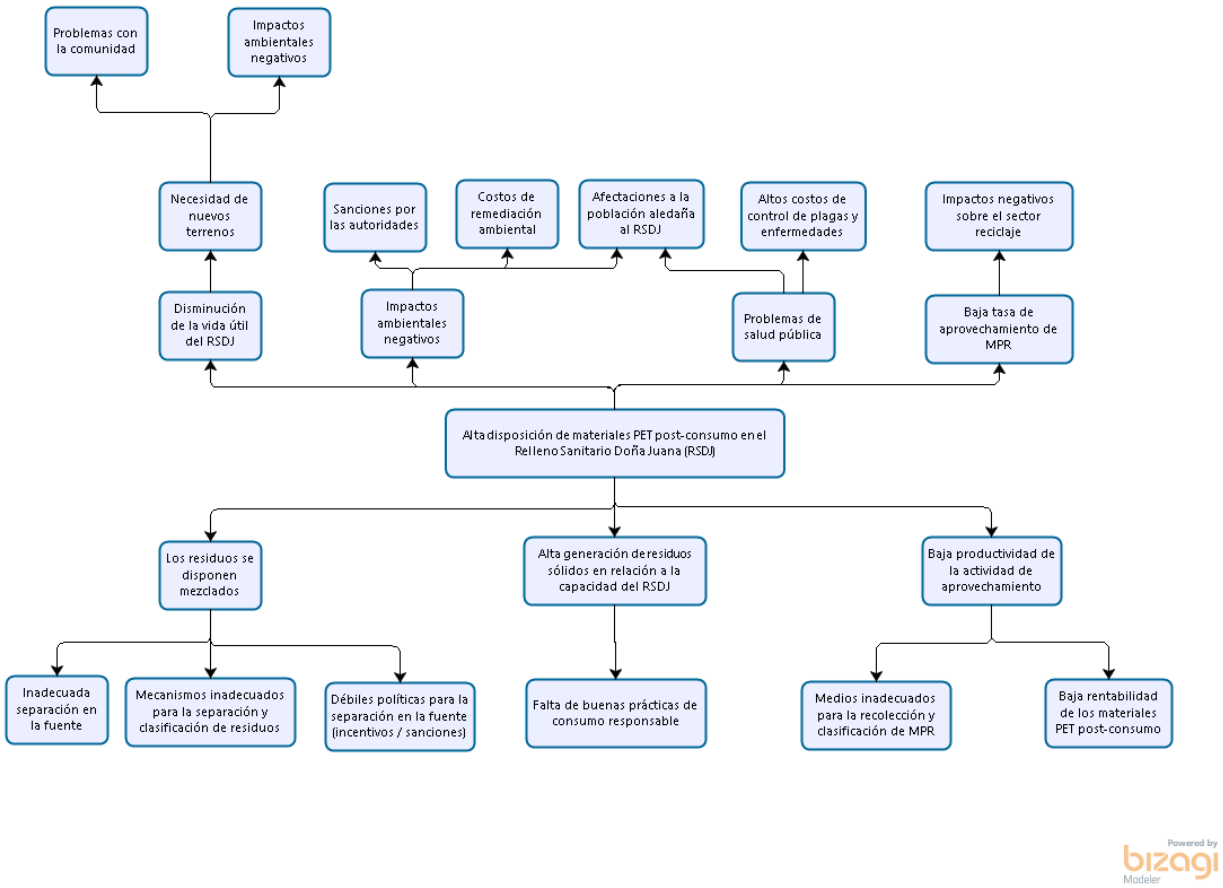


Fuente: Elaboración propia

2.2.1. Árbol de problemas

El presente árbol de problemas se elaboró con base en El Plan de Gestión Integral de Residuos 2016 – 2017 "Bogotá se orienta hacia el Aprovechamiento total de sus Residuos" elaborado por el equipo técnico de la UAESP en coordinación con el Equipo Técnico PGIRS en el año 2015.

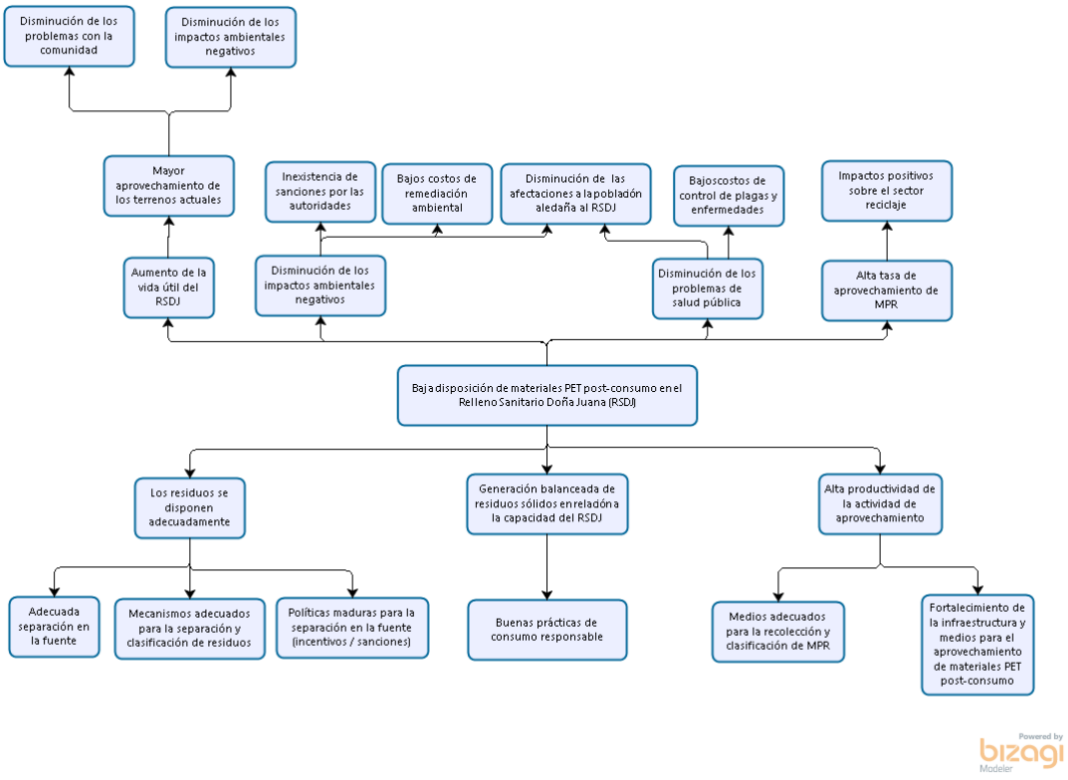
Ilustración 2 Árbol de problemas



Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Árbol de objetivos

Ilustración 3 Árbol de objetivos



Fuente: Elaboración propia

2.3.Selección de la estrategia

Con el propósito de alcanzar los objetivos establecidos en el árbol de objetivos se plantean las siguientes estrategias.

2.3.1. Estrategia 1

Disposición adecuada de residuos sólidos: consiste en implementar mecanismos y herramientas que faciliten la disposición adecuada de los residuos sólidos de manera que se promueva su separación en la fuente, evitando así su contaminación y facilitando su aprovechamiento. Esta estrategia se encuentra constituida por los siguientes componentes:

- Ejecutar campañas de capacitación enfocadas a la promoción de la separación de residuos en la fuente y consumo responsable.
- Desarrollar e implementar mecanismos que faciliten el proceso de separación en la fuente.
- El uso de los incentivos establecidos por la legislación nacional para el fomento de la separación en la fuente.

2.3.2. Estrategia 2

Reducción de la generación de residuos sólidos en relación con la capacidad del RSDJ: consiste en la generación de campañas de campañas de concienciación que permitan disminuir el volumen de residuos sólidos generados, con el propósito de equilibrar los volúmenes de residuos generados y la capacidad del RSDJ. Esta alternativa se encuentra constituida por los siguientes componentes:

- Campañas de concienciación enfocadas a la promoción del consumo responsable.
- Desarrollar e implementar métodos eficientes para la recuperación de MPR en el RSDJ

2.3.3. Estrategia 3

Alta productividad de la actividad de aprovechamiento: esta alternativa propone enfocarse en la generación de herramientas y métodos que permitan aumentar la productividad de la actividad de aprovechamiento de materiales potencialmente reciclables. Esta alternativa se encuentra constituida por los siguientes componentes:

- Desarrollar e implementar métodos eficientes para el aprovechamiento de los MPR en los centros de reciclaje, tratamiento y aprovechamiento.

Como incentivo a los usuarios que realicen la actividad de separación en la fuente, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, mediante la resolución 643 de 2013, resolvió que los suscriptores recibirán un incentivo del 4% del valor del componente de aprovechamiento (CAP) que considera los costos evitados de los residuos aprovechables para las empresas recolectoras de estos. (Ramírez & Avila, 2016).

2.3.4. Selección de la estrategia a implementar

La evaluación de las alternativas en términos de costos, riesgos, relación con la política social y tiempo de implementación, entre otros, permiten identificar como estrategia optima la *Estrategia No. 1 Disposición adecuada de residuos*, es decir, la implementación de un modelo de recolección de envases PET posconsumo basado en la instalación de puntos de recolección que permita la reducción de los envases a través de un proceso de aplastamiento, disminuyendo así su volumen y facilitando su transporte e incorporación al proceso productivo de las industrias dedicadas al tratamiento de este tipo de materiales. Estos puntos de recolección deberán ser implementados en sectores de alta concentración y circulación de consumidores, por lo que se contempla de manera inicial su instalación en escuelas y posterior en universidades, entidades públicas y centros comerciales.

Tabla 2 Análisis y selección de la alternativa

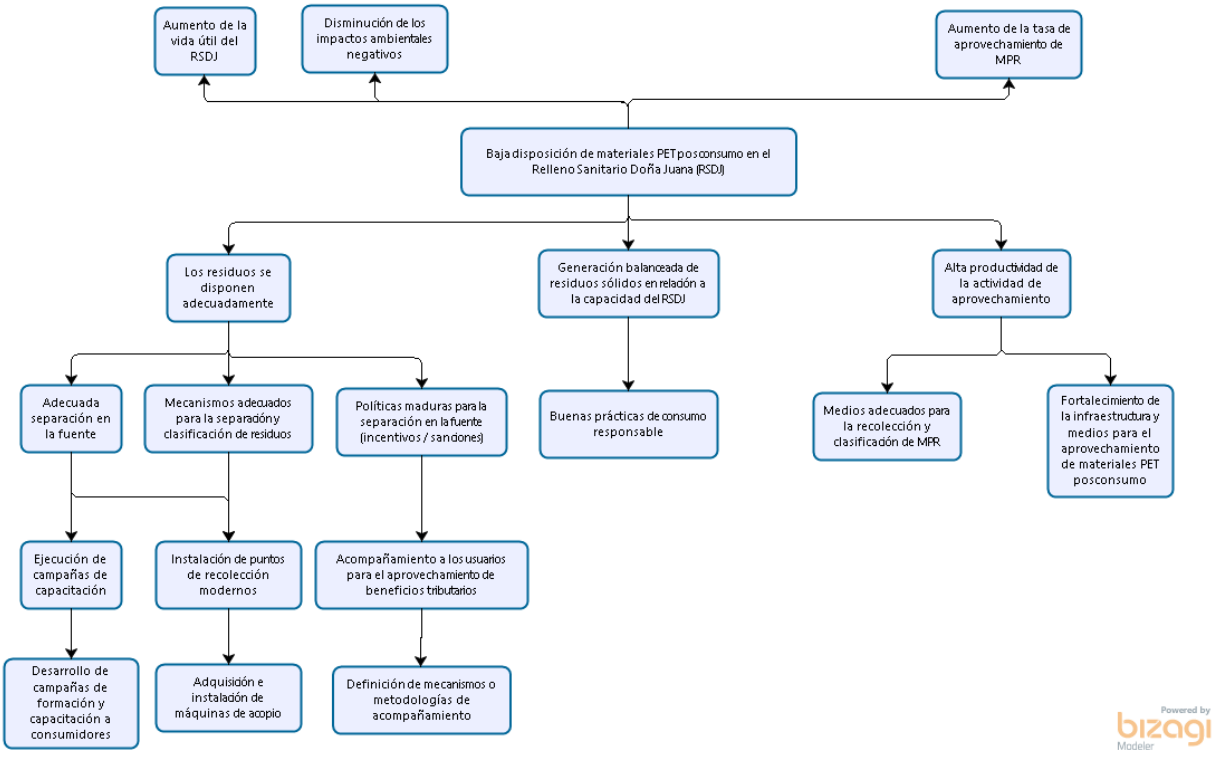
Criterios	Coeficiente	Estrategia 1		Estrategia 2		Estrategia 3	
		Evaluación	Puntaje	Evaluación	Puntaje	Evaluación	Puntaje
Costo	**4**	9	36	5	20	5	20
Riesgos	**5**	5	25	5	25	3	15
Relación con la política Social	**4**	8	32	8	32	7	28

Tiempo de implementación	**5**	7	35	1	5	3	15
Concentración sobre grupos prioritarios	**4**	8	32	4	16	7	28
Probabilidad de alcanzar el objetivo	**4**	8	32	3	12	9	36
Aprovechamiento recursos locales	**3**	7	21	7	21	5	15
TOTAL		**213**		**131**		**157**	

Fuente: Elaboración propia

2.4.Estructura analítica del proyecto

Ilustración 4 Estructura analítica del proyecto



Fuente: *Elaboración propia*

2.5.Construcción de la matriz de marco lógico

2.5.1. Resumen narrativo

Tabla 3 Resumen narrativo de la Matriz de marco lógico

F.1	Aumento de la vida útil del RSDJ
F.2	Disminución de impactos ambientales negativos
F.3	Alta tasa de aprovechamiento de material potencialmente reciclable (PET)
P.	Disminución de la disposición de materiales PET posconsumo en el RSDJ
C.1	Disposición adecuada de materiales PET posconsumo
A.1	Campañas educativas de concientización de separación en la fuente y reciclaje
A.2	Adquisición e instalación de puntos de máquinas de acopio, que reduzcan el volumen de los envases PET
A.3	Definición de mecanismos o metodología para el acompañamiento a los usuarios frente al aprovechamiento de los incentivos tributarios por separar en la fuente

Fuente: Elaboración propia

2.5.2. Indicadores

Tabla 4 indicadores de la Matriz de marco lógico

Nivel	Resumen Narrativo	Indicador	Meta Final	Resultado parcial				
				Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Fin	F.1 Aumento de la vida útil del RSDJ	F.1.1 Aumento de la vida útil del RSDJ	Aumento de la vida útil del RSDJ en 0,0085%	0,0064 %	0,0070 %	0,0075%	0,0080%	0,0085%
	F.2 Disminución de impactos ambientales negativos	F.2.1 Índice de disposición adecuada de material PET consumo	Índice de disposición adecuada de material PET consumo del 95% en las zonas involucradas en el proyecto	75%	80%	85%	90%	95%
	F.3 Alta tasa de aprovechamiento de material potencialmente reciclable (PET)	F.3.1 Cantidad de material PET posconsumo captado	Captación de 1.511.772,36 Kg de materiales PET posconsumo	151.200 Kg	382560 Kg	679536 Kg	1051653,6 Kg	1511772,36 Kg
Propósito	P. Disminución de la disposición de materiales PET posconsumo en el RSDJ	P.1 Cantidad de material PET posconsumo captado	Captación de 1.511.772,36 Kg de materiales PET posconsumo	151.200 Kg	382560 Kg	679536 Kg	1051653,6 Kg	1511772,36 Kg
Componente	C.1 Disposición adecuada de materiales PET posconsumo	C.1.1 Disposición adecuada de materiales PET posconsumo en las zonas involucradas en el proyecto	Índice de disposición adecuada de material PET consumo del 95% en las zonas	75%	80%	85%	90%	95%

			involucradas en el proyecto					
Actividades	A.1 Campañas educativas de concientización de separación en la fuente y reciclaje	Ejecución de dos (2) campañas educativas por año, de concientización de separación en la fuente y reciclaje	Ejecución de diez campañas educativas de concientización de separación en la fuente y reciclaje	2	4	6	8	10
	A.2 Adquisición e instalación de puntos de máquinas de acopio, que reduzcan el volumen de los envases PET	Numero de máquinas adquiridas e instaladas	Adquisición e instalación de 28 maquinas	12	16	20	24	28
	A.3 Definición de mecanismos o metodología para el acompañamiento a los usuarios frente al aprovechamiento de los incentivos tributarios por separar en la fuente	Mecanismo o metodología diseñada y probada	Un (1) mecanismo o metodología diseñada y probada	1	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Elaboración propia

2.5.3. Identificación de medios de verificación

Tabla 5 Identificación de medios de verificación

Nivel	**Resumen Narrativo**	**Indicador**	**Medios de verificación**				
			Fuente	**Método de recolección**	**Método de análisis**	**Frecuencia**	**Responsable**
Fin	F.1 Aumento de la vida útil del RSDJ	F.1.1 Aumento de la vida útil del RSDJ	Informes de Supervisión Disposición Final de la UAESP	Revisión de registros	Simple verificación	Anual	Gerente General
	F.2 Disminución de impactos ambientales negativos	F.2.1 Índice de disposición adecuada de material PET consumo	Registros de las zonas de implementación del proyecto	Revisión de registros	Estadístico	Anual	Gerente General
	F.3 Alta tasa de aprovechamiento de material potencialmente reciclable (PET)	F.3.1 Cantidad de material PET posconsumo captado	Registros del proyecto sobre la cantidad de material captado	Revisión de registros	Simple verificación	Mensual	Gerente General

Propósito	P. Disminución de la disposición de materiales PET posconsumo en el RSDJ	P.1 Cantidad de material PET posconsumo captado	Registros del proyecto sobre la cantidad de material captado	Revisión de registros	Simple verificación	Mensual	Gerente General
Componente	C.1 Disposición adecuada de materiales PET posconsumo	C.1.1 Disposición adecuada de materiales PET posconsumo en las zonas involucradas en el proyecto	Registros de las zonas de implementación del proyecto	Revisión de registros	Estadístico	Anual	Gerente General
Actividades	A.1 Campañas educativas de concientización de separación en la fuente y reciclaje	Ejecución de dos (2) campañas educativas por año, de concientización de separación en la fuente y reciclaje	Registros del proyecto sobre la ejecución de campañas educativas	Revisión de registros	Simple verificación	Semestral	Gerente General
	A.2 Adquisición e instalación de puntos de máquinas de acopio, que reduzcan el volumen de los envases PET	Numero de máquinas adquiridas e instaladas	Registros del proyecto sobre la adquisición e instalación de las maquinas	Revisión de registros	Simple verificación	Anual	Gerente General
	A.3 Definición de mecanismos o metodología para el acompañamiento a los usuarios frente al aprovechamiento de los incentivos tributarios por separar en la fuente	Mecanismo o metodología diseñada y probada	Registros del proyecto sobre el diseño y la documentación de la metodología	Revisión de registros	Simple verificación	Anual	Gerente General

Fuente: Elaboración propia

2.5.4. Identificación de supuestos

Tabla 6 Identificación de supuestos Matriz de marco lógico

Nivel	Supuesto	Factores de riesgo			
		Financiero	**Legal**	**Social**	**Ambiental**
Fin		X		X	X
Propósito	Establecimiento de la cultura de separación en la fuente y reciclaje			X	X
	Aumento de la importancia del tema en la conservación del medio ambiente				
	Generación de incentivos a la población comprometida con el reciclaje		X		
Componente	Los patrones culturales de la Comunidad facilitan el cambio para la aceptación del modelo			X	
Actividades	Las actividades planteadas se ejecutan de acuerdo con lo programado	X	X	X	

Fuente: Elaboración propia

2.5.5. Matriz de marco lógico

Tabla 7 Matriz de marco lógico

Resumen Narrativo	Indicador	Medios de Verificación	Supuestos
F.1 Aumento de la vida útil del RSDJ	F.1.1 Aumento de la vida útil del RSDJ	M.V.1 Estudios de la UAESP de seguimiento a la capacidad y vida útil del RSDJ	
F.2 Disminución de impactos ambientales negativos	F.2.1 Índice de disposición adecuada de material PET consumo	M.V.2 Informes de Autoridades ambientales y de salud	
F.3 Alta tasa de aprovechamiento de material potencialmente reciclable (PET)	F.3.1 Cantidad de material PET posconsumo captado	M.V.3 Histórico de captación de materiales PET posconsumo	
P. Disminución de la disposición de materiales PET posconsumo en el RSDJ	P.1 Cantidad de material PET posconsumo captado	M.V.3 Histórico de captación de materiales PET posconsumo	Establecimiento de la cultura de separación en la fuente y reciclaje Aumento de la importancia del tema en la conservación del medio ambiente Generación de incentivos a la población comprometida con el reciclaje
C.1 Disposición adecuada de materiales PET posconsumo	C.1.1 Disposición adecuada de materiales PET posconsumo en las zonas involucradas en el proyecto	M.V.3 Histórico de captación de materiales PET posconsumo. M.V.4 Estudios de la UAESP respecto a la caracterización de los residuos dispuestos en el ESDJ	Los patrones culturales de la Comunidad facilitan el cambio para la aceptación del modelo
A.1 Campañas educativas de concientización de separación en la fuente y reciclaje	Ejecución de dos (2) campañas educativas por año, de concientización de separación en la fuente y reciclaje	M.V.5 Encuestas y cuestionarios de separación en la fuente y reciclaje de botellas PET	Las actividades planteadas se ejecutan de acuerdo con lo programado
A.2 Adquisición e instalación de puntos de máquinas de acopio, que reduzcan el volumen de los envases PET	Numero de máquinas adquiridas e instaladas	M.V.6 Visitas a los puntos de implementación de las máquinas.	
A.3 Definición de mecanismos o metodología para el acompañamiento a los usuarios frente al aprovechamiento de los incentivos tributarios por separar en la fuente	Mecanismo o metodología diseñada y probada	M.V.7 Registros del proyecto	

Fuente: Elaboración propia

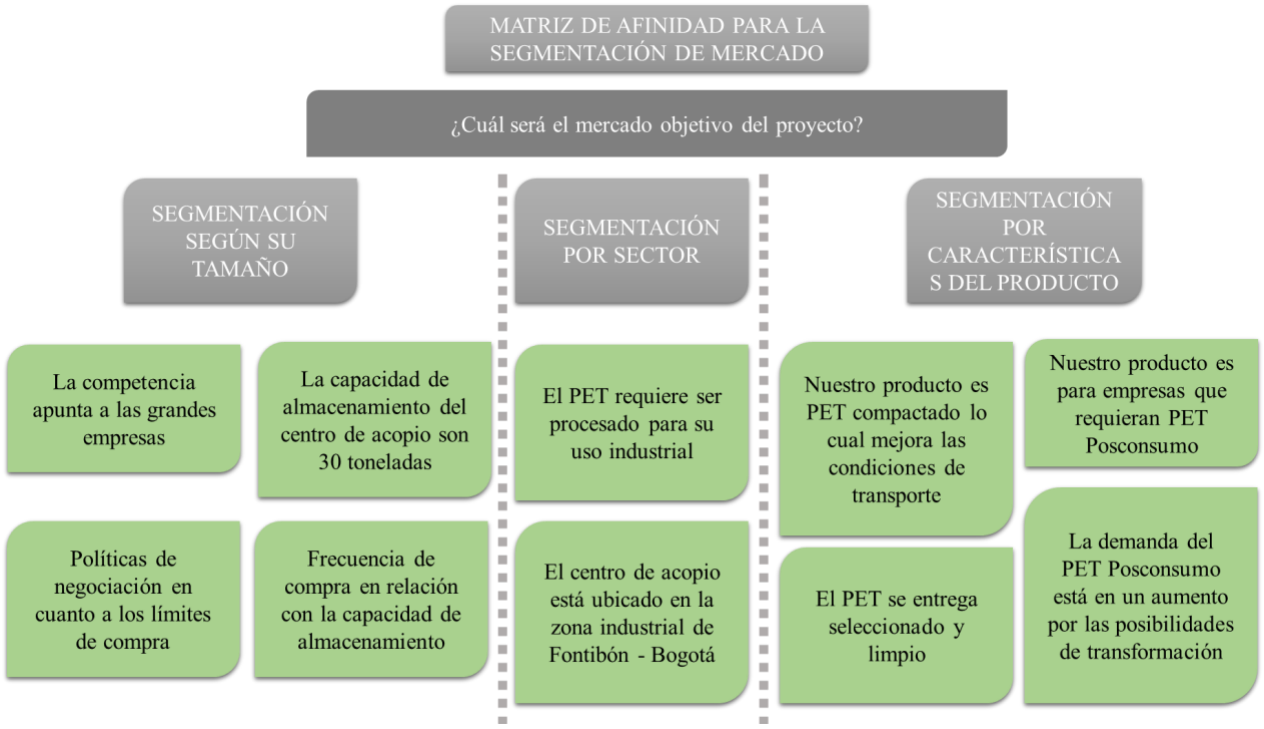
3. Estudio de mercado

3.1.Matriz de afinidad para la segmentación del mercado

3.1.1. Segmentación de mercado

El mercado del material PET posconsumo en la ciudad de Bogotá D.C se segmenta por tamaño, sector y necesidad, tal como se muestra en la ilustración.

Ilustración 5 Matriz de Afinidad para la Segmentación del mercado de material PET posconsumo



Fuente: Elaboración propia

3.1.1.1.Caracterización del Cliente/Consumidor/Usuario

De acuerdo con la anterior matriz de afinidad, se podrían caracterizar los siguientes tipos de cliente:

Ilustración 6 Caracterización de clientes



Fuente: Elaboración propia

Una vez analizados los tipos de clientes y las diferentes ideas de la matriz de afinidad, a continuación de relacionan las características del cliente que será el mercado objetivo.

- Tamaño: el mercado objetivo serán medianas dada la capacidad instalada del proyecto.
- Sector: inicialmente se trabajará con el sector industrial dada su demanda en el producto.
- Por necesidad de negocio: dada la propuesta del proyecto se dará principal enfoque en aquellas empresas cuya necesidad de negocio sea el PET compactado y seleccionado.

3.2.Análisis de la oferta

Se realiza un análisis de la oferta partiendo de la historia, identificando la competencia y obteniendo información de primera mano de los principales competidores que son los centros de acopios impulsados por recicladores de oficio.

3.2.1. Histórico de la oferta

Las empresas que se encuentran adquiriendo el Plástico PET proveniente del post-consumo, son varias, entre las cuales cabe mencionar las asociaciones de recicladores y otras que por carecer de constitución ante la Cámara de comercio son poco identificables, por tanto, la documentación e investigación acerca de este sector del mercado es limitado por la falta de información, aunque se conoce que estas satisfacen las necesidades de casi un 2.4 % del mercado. Determinar la oferta de plástico PET es demasiado complejo puesto que algunas empresas que requieren de dicho producto como materia prima, hacen todo el proceso de molido y lavado para consumo propio, lo cual hace que su producción no entre al mercado como oferta y otras lo hacen de manera informal, impidiendo tener datos reales. Ahora, si se analiza la oferta por ciudades, el grado de acumulación de materiales es proporcional al tamaño de la población, por consiguiente, sitúa a la ciudad de Bogotá en un lugar donde se acumula bastante material.

Según diario la republica Luis Felipe Bedoya Acevedo, jefe de la planta de Pet de Socya, entidad que se dedica al reciclaje de materiales, afirmó que durante 2015 en el país se recuperaron entre 3.000 y 3.500 toneladas de envases Pet, lo que representa tan solo 26% del total. Bogotá, Medellín y Cali son las tres ciudades que tienen las mayores tasas de reciclaje, En Colombia el 74% de los envases va a parar a los rellenos sanitarios.

Según fuente de la revista Dinero, En la actualidad, los contratos de prestación del servicio de aseo desincentivan el reciclaje: se paga a los operadores por peso recogido, una situación que los estimula a botar más basura en los rellenos. El país genera unos 12 millones de toneladas al año y solo recicla 17%. En el caso de Bogotá, se generan unas 7.500 toneladas al día y se reciclan entre 14% y 15%, incluso por debajo del promedio nacional.

De acuerdo con lo anterior se puede observar que la oferta es limitada por los pocos planes de recuperación del material PET que existen, lo cual hace más atractivo el proyecto pues no solo contribuirá a la conservación del medio ambiente, sino que también será rentable en relación con la demanda, como se observa en el numeral *3.3. Análisis de la demanda*.

3.2.2. Identificación de competidores

De acuerdo con lo analizado en la ciudad de Bogotá D.C, sólo existen las siguientes posibles ofertas del PET:

- Recicladores de oficio: son quienes a través de recicladores captan el producto PET para después venderlo, pero por lo general no lo procesan.
- Centros de acopio formales: son organizaciones encargadas de la compra y venta de materiales potencialmente reciclables, entre ellos los envases PET posconsumo. Su principal fuente son los recicladores de oficio.
- A.G Corp S.A.S: es una empresa que promueve la iniciativa de máquinas ECOBOT máquinas recolectoras de botellas plásticas "Reverse Vending Machine" ubicados en centros comerciales, instituciones y espacios públicos, que incentivan el reciclaje de botellas PET a partir de cupones de descuento que ofrecen los Ecopartners (empresas asociadas). Los usuarios de ECOBOT solo deben acercarse al equipo, depositar las botellas plásticas transparentes (PET), las tapas y como incentivo recibirán un cupón por cada botella reciclada.

Sin embargo, las anteriores organizaciones no ofrecen el producto de forma compactada como se espera realizar en este proyecto, aspecto que dificulta su transporte e incorporación en los procesos productivos de los clientes. Para obtener un mayor conocimiento del mercado se

determinó la necesidad de recolectar información de fuentes primarias, tal como se describe en el siguiente punto.

3.2.3. Información de primera mano Análisis de Competencia

En el presente punto se analiza la competencia que corresponde a los recicladores de oficio. De acuerdo con el informe "Caracterización de la población recicladora de oficio en Bogotá" publicado en el 2014 por la UAESP, en la ciudad de Bogotá se identifican 13.771 recicladores, concentrados mayormente en las localidades de Kennedy, Suba y Ciudad Bolívar, tal como se muestra en la *Tabla 8 Número de recicladores por localidad*, por lo cual para obtener información de primera mano se determinó realizar una encuesta mediante el instrumento descrito *Anexo No. 1 Encuesta a recicladores*.

- **Ficha Técnica**

  A continuación, se relaciona los datos de ficha técnica del estudio realizado.

  - Persona que realizó la encuesta: Elaboración propia del proyecto
  - Persona natural o jurídica la que la encomendó: Persona Natural
  - Fuente de financiación: Propia.
  - Tipo de Muestra y procedimiento utilizado para seleccionar las unidades de muestra: dado que la población objetivo es superior a 10.000, esta se trata como una población infinita, el cálculo de la muestra se realiza con base en la siguiente información:
    - Metodología: Aleatorio simple.
    - Técnica para la recolección de información: Entrevista personal y telefónica.

- Fórmula utilizada:

$$n = \frac{N * S^2 * Z^2}{(N-1) * E^2 + S^2 * Z^2}$$

Dónde:

- n: Tamaño de la muestra.
- N: Tamaño de la población.
- S: Desviación estándar de confiabilidad. (1,645 para el 90% de confiabilidad).
- Z: Índice de confianza. (90% para el caso)
- E: Error límite. (10% para el caso)

Con base en lo cual se determinó que el tamaño de la muestra es de 216 encuestas.

Tabla 8 Número de recicladores por localidad

	localidad	No. recicladores por LOCALIDAD en donde se realizó la entrevista	%
17	La Candelaria	8	0,1
13	Teusaquillo	49	0,4
15	Antonio Nariño	74	0,5
2	Chapinero	100	0,7
1	Usaquén	370	2,7
6	Tunjuelito	443	3,2
5	Usme	504	3,7
9	Fontibón	524	3,8
4	San Cristóbal	546	4,0
12	Barrios Unidos	632	4,6
14	Los Mártires	718	5,2
16	Puente Aranda	755	5,5
3	Santafé	766	5,6
18	Rafael Uribe Uribe	870	6,3
7	Bosa	948	6,9
10	Engativá	957	6,9
19	Ciudad Bolívar	1348	9,8
11	Suba	1431	10,4
8	Kennedy	2728	19,8
total		**13771**	**100**

Fuente: Caracterización de la población recicladora de oficio en Bogotá, UAESP, 2014, Pag 16.

Por su parte, se identificaron alrededor de 30 centros de acopio de materiales reciclables en la ciudad de Bogotá, de los cuales 14 fueron encuestados a través de la aplicación del formulario descrito en el *Anexo No. 2 Encuesta a centros de acopio*. Las principales conclusiones obtenidas, de los dos estudios, se presentan a continuación:

- Los principales materiales reciclados son cartón, metales y PET.
- La concentración de materiales PET posconsumo varía en cada centro de acopio, algunos lo identifican como el 50% de lo recolectado, mientras que en otros no llega siquiera al 5%.

- La cantidad de material PET posconsumo recolectado por centros de acopio pequeños es de alrededor de 400 kg/mes, mientras que la de centros de acopio de mayor tamaño es de alrededor de 1000 kg/semana.
- De acuerdo con el personal entrevistado se observa un aumento, desde hace alrededor de dos años, en el reciclaje de envases PET.
- Ningún centro de acopio aplica algún tipo de tratamiento a los materiales PET posconsumo recolectados.
- Los principales proveedores de los centros de acopio son los recicladores formales e informales.
- Se logró evidenciar que incluso los reciclados formales e informales presentan deficiencias en relación con la recolección y clasificación de los materiales PET posconsumo. Adicionalmente, el estudio también indica que esto se debe en gran medida a que no hay un debido proceso de apoyo y formación, público o privado, para el desarrollo de esta actividad económica.
- Se requiere identificar la función que presento el envase, ya que envases que se hallan utilizado en productos como jugos contienen conservantes y otros componentes que dificultan su aprovechamiento.
- El material PET posconsumo se clasifican de acuerdo con su color, siendo el PET transparente el más apetecido y mejor pago, seguido por los de color verde, que se pagan a un precio inferior y finalmente se encuentran los de color café, como los de los envasesde la bebida Pony Malta, no son recibidos por los centros de acopio puesto que su mercado es casi nulo.

De acuerdo con el Informe sectorial – Bebidas no alcohólicas en Colombia realizado por Legicomex en el año 2014, el consumo per cápita de gaseosas se ubica entre 47 y 50 litros por año, siendo la industria de las gaseosas los principales productores de residuos PET.

Tabla 9 Proyección de consumo de bebidas gaseosas en Bogotá D.C.

Relación de número de habitantes por año para Bogotá, D.C.	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	8.181.047	8.281.030	8.380.801	8.480.949	8.580.967	8.680.986
Consumo bebidas gaseosas (Lt)	388.599.733	393.348.925	398.088.048	402.845.078	407.595.952	412.346.826
En envases de 3,5 Litros	111.028.495	112.385.407	113.739.442	115.098.594	116.455.986	117.813.379
En envases de 1,5 Litros	259.066.488	262.232.617	265.392.032	268.563.385	271.730.634	274.897.884
En envases de 500 mililitros	777.199.465	786.697.850	796.176.095	805.690.155	815.191.903	824.693.651
En envases de 350 mililitros	1.110.284.950	1.123.854.071	1.137.394.421	1.150.985.936	1.164.559.861	1.178.133.787

Fuente: Elaboración propia con base en las estadísticas poblacionales del DANE.

Considerando una distribución equitativa del porcentaje de participación en el mercado por tipo de envase, es decir, que cada tipo de envase presentado en la tabla anterior tenga una participación del 25% en el mercado, se obtiene la siguiente proyección de del consumo de bebidas en Bogotá D.C.

Tabla 10 Proyección en kilogramos del consumo de envases PET para bebidas gaseosas en Bogotá D.C.

Tipo de envase	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Envases de 3,5 Litros	27.757.123,75	28.096.351,75	28.434.860,50	28.774.648,50	29.113.996,50	29.453.344,75
Envases de 1,5 Litros	64.766.622,00	65.558.154,25	66.348.008,00	67.140.846,25	67.932.658,50	68.724.471,00
Envases de 500 mililitros	194.299.866,25	196.674.462,50	199.044.023,75	201.422.538,75	203.797.975,75	206.173.412,75
Envases de 350 mililitros	277.571.237,50	280.963.517,75	284.348.605,25	287.746.484,00	291.139.965,25	294.533.446,75
Total envases	564.396.867,50	571.294.505,25	578.177.517,50	585.086.538,50	591.986.618,00	598.886.698,25

Tipo de envase	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Peso (Kg)	20.882.684,10	21.137.896,69	21.392.568,15	21.648.201,92	21.903.504,87	22.158.807,84

Fuente: Elaboración propia con base en las estadísticas poblacionales del DANE.

3.3.Análisis de la demanda

El análisis incluye la obtención de información de primera mano sobre el reconocimiento de los clientes e histórico y proyección de la demanda.

3.3.1. Información de primera mano Análisis de la demanda

Para obtener más información sobre la demanda se obtuvo información de primera mano a través de entrevistas presenciales y telefónicas a posibles compradores, con base en una nuestra del mercado objetivo.

Se realizó la aplicación del formulario descrito en el *Anexo No. 3 Encuesta a empresas PET* a 6 empresas, las principales conclusiones obtenidas se presentan a continuación:

- Los recipientes deben encontrarse libres de cualquier tipo de residuo y etiqueta.
- Se debe sustraer la tapa y el sello de seguridad de la misma.
- Los recipientes deben estar completamente libres de humedad.
- El precio promedio pagado por kilogramo es de $1.000 COP.
- Dependiendo el tamaño de la empresa la frecuencia de la demanda puede ser semanal o mensual.
- Una empresa grande puede comprar hasta 800 toneladas por año.
- Como principales consumidores se identifican en Bogotá D.C a empresas como Pet y Ekored, Aproplast, Ferreplast, Fundación Codesarrollo, Colorplastic, Enka, Cartones de Colombia, Acebris, PT Colombia, Sarawak Metal Industries Bogotá, PET del Caribe,

Tromoplast S.A.S. Productos industriales, Global Plastic SA, Plastilene S.A., Altalene S.A. Reciclene S.A.

3.3.2. Histórico de la demanda

De acuerdo con la organización sin ánimo de lucro CEMPRE Colombia (Compromiso Empresarial para el Reciclaje) y su estudio Aproximación al mercado de reciclables y las experiencias significativas (2011), el mercado del plástico reciclado, donde se encuentra el material PET posconsumo, es muy complejo y sobre él se cuenta con poca información ya que este es impulsado principalmente por recicladores de oficio. La demanda de este material está dispersa y fundamentalmente atiende a los micro y pequeños empresarios dedicados a producir adornos, aglutinado, aisladores, anillados, separadores, bancas, bolsas plásticas, canoas, carpetas, folders, legadores, carretillas, comederos, bebederos, corrales, perreras, escobas, cepillos, traperos, estacones, estibas, ganchos, hojuelas, madera plástica, maletas, mangueras, monofilamentos, parques infantiles, pellet, películas, perfilerías, pincel, pisos, postes plásticos, preformas plásticas, productos línea hogar, puertas, portadas, rollos, saladeros, sillas jardín, suelas para calzado, tejas plásticas, tuberías, uniones, varetas y zuncho, principalmente. Hay un segmento de pequeña y mediana empresa para el aprovechamiento del PET posconsumo, como gran empresa esta Enka de Colombia.

Tabla 11 Consumo aparente de resinas PET en Colombia (miles de toneladas)

RESINA	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Resinas PET para envases y laminas	20	30	38	46	54	58	70

Fuente: Adaptado de CEMPRE Colombia, Aproximación al mercado de reciclables y las experiencias significativas (2011)

Tabla 12 Demanda de materiales reciclados y adquiridos por la industria (Ton/año)

RESINA	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Resinas PET para envases y laminas	169.000	187.750	206.500	200.000	200.500	209.655

Fuente: Adaptado de CEMPRE Colombia, Aproximación al mercado de reciclables y las experiencias significativas (2011)

3.3.3. Proyección de la Demanda

La industria colombiana de plástico produce principalmente bienes de consumo y bienes intermedios y ha registrado en las últimas tres décadas un crecimiento promedio anual de 7% (CEMPRE Colombia, 2011). Los resultados de la proyección de la demanda permiten establecer que, en el peor de los casos, para el 2023 habrá un consumo aparente de 158,61 (miles de toneladas) de resinas PET en Colombia, y el consumo general de plásticos será alrededor de 283.215,56 toneladas.

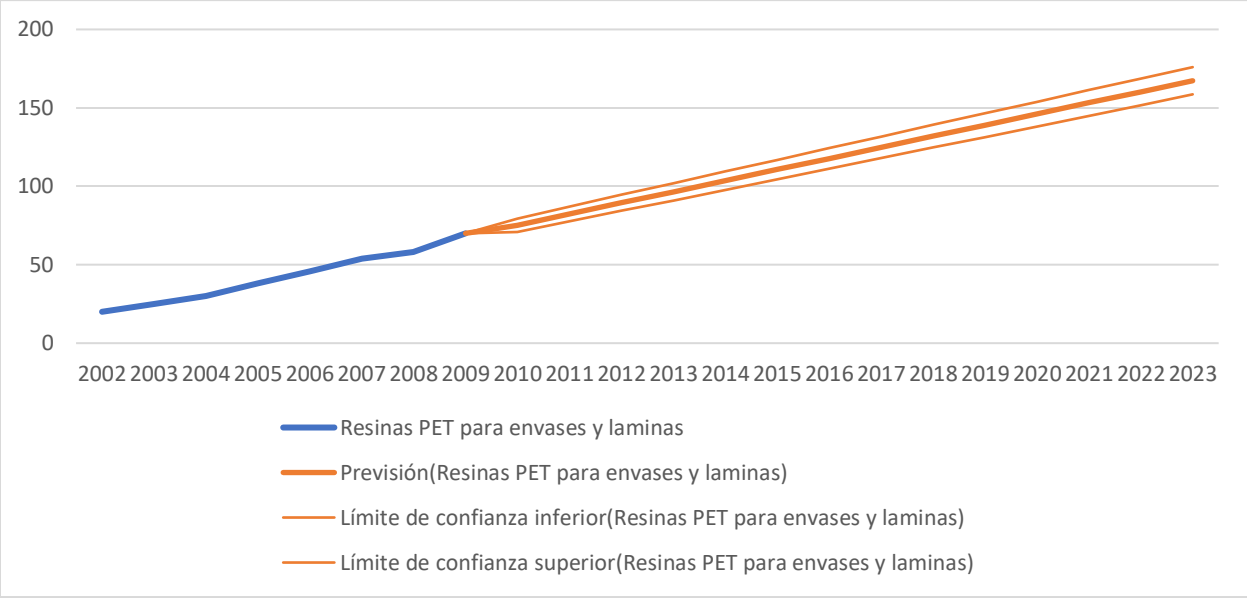
Tabla 13 Proyección del consumo aparente de resinas PET en Colombia (miles de toneladas)

RESINA	Resinas PET para envases y laminas	Previsión (Resinas PET para envases y láminas)	Límite de confianza inferior (Resinas PET para envases y láminas)	Límite de confianza superior (Resinas PET para envases y láminas)
2002	20			
2003	25			
2004	30			
2005	38			
2006	46			
2007	54			
2008	58			
2009	70	70	70,00	70,00
2010		75,23587769	71,07	79,40
2011		82,31641281	77,66	86,97
2012		89,39694794	84,30	94,50
2013		96,47748306	90,96	101,99
2014		103,5580182	97,66	109,46
2015		110,6385533	104,38	116,90
2016		117,7190884	111,11	124,33

RESINA	Resinas PET para envases y laminas	Previsión (Resinas PET para envases y láminas)	Límite de confianza inferior (Resinas PET para envases y láminas)	Límite de confianza superior (Resinas PET para envases y láminas)
2017		124,7996236	117,86	131,74
2018		131,8801587	124,63	139,13
2019		138,9606938	131,41	146,51
2020		146,0412289	138,19	153,89
2021		153,121764	144,99	161,25
2022		160,2022992	151,80	168,61
2023		167,2828343	158,61	175,95

Fuente: Elaboración propia con base en CEMPRE Colombia, Aproximación al mercado de reciclables y las experiencias significativas (2011).

Gráfica 1 Proyección del consumo aparente de resinas PET en Colombia (miles de toneladas)



Fuente: Elaboración propia con base en CEMPRE Colombia, Aproximación al mercado de reciclables y las experiencias significativas (2011).

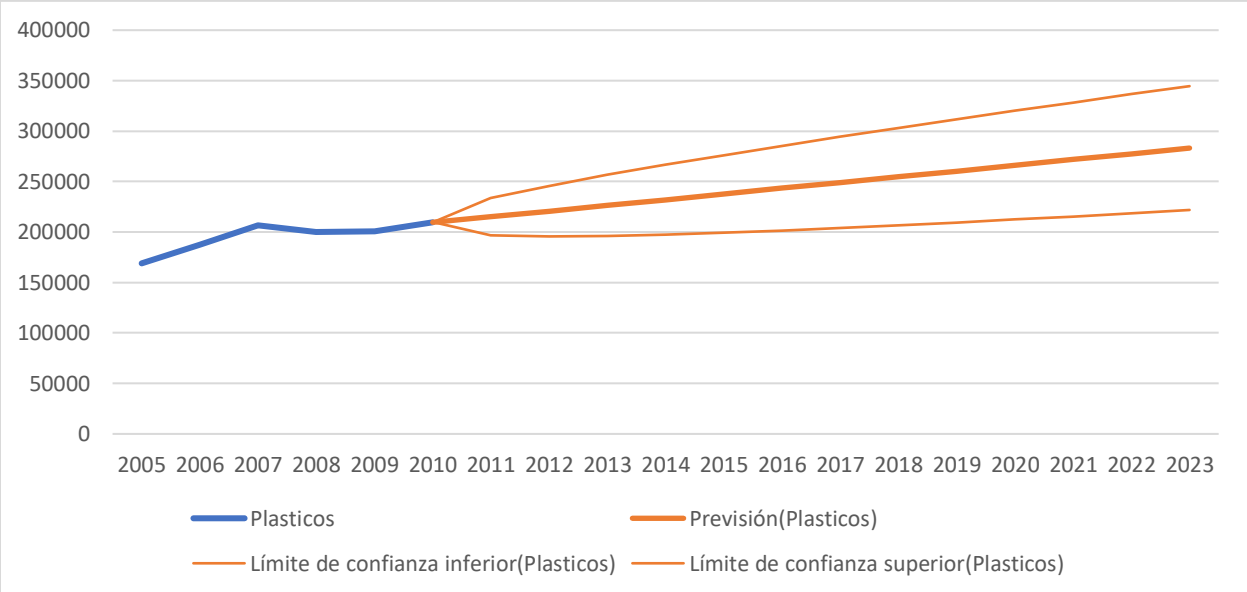
Tabla 14 Proyección de la demanda de materiales reciclados y adquiridos por la industria (Ton/año)

Año	Plásticos	Previsión (Plásticos)	Límite de confianza inferior (Plásticos)	Límite de confianza superior (Plásticos)
2005	169.000,00			
2006	187.750,00			
2007	206.500,00			

Año	Plásticos	Previsión (Plásticos)	Límite de confianza inferior (Plásticos)	Límite de confianza superior (Plásticos)
2008	200.000,00			
2009	200.500,00			
2010	209.655,00	209.655,00	209.655,00	209.655,00
2011		215.050,29	196.440,77	233.659,82
2012		220.730,73	195.681,72	245.779,74
2013		226.411,17	196.257,96	256.564,38
2014		232.091,61	197.571,99	266.611,23
2015		237.772,05	199.371,30	276.172,80
2016		243.452,49	201.520,90	285.384,07
2017		249.132,93	203.938,62	294.327,23
2018		254.813,37	206.570,02	303.056,71
2019		260.493,80	209.376,84	311.610,77
2020		266.174,24	212.330,97	320.017,51
2021		271.854,68	215.411,08	328.298,29
2022		277.535,12	218.600,46	336.469,78
2023		283.215,56	221.885,80	344.545,32

Fuente: Elaboración propia con base en CEMPRE Colombia, Aproximación al mercado de reciclables y las experiencias significativas (2011).

Gráfica 2 Proyección de la demanda de materiales reciclados y adquiridos por la industria (Ton/año)



Fuente: Elaboración propia con base en CEMPRE Colombia, Aproximación al mercado de reciclables y las experiencias significativas (2011).

3.4.Concepto del producto o servicio

El proyecto busca implementar mecanismos modernos que faciliten la separación en la fuente de los productos PET posconsumo, evitando así su contaminación y aumentando los índices de aprovechamiento de este tipo de material. Como tal es producto ofrecido son envases PET posconsumo los cuales tras pasar por un proceso de compactación, acopio, clasificación y limpieza serán ofrecidos a empresas dedicadas a su aprovechamiento. Estos productos se destacan por encontrarse compactados y limpios de cualquier tipo de impureza, aspecto que facilita su transporte, por la disminución de su volumen, y su inclusión en los procesos productos de los clientes.

3.5. Características del Producto

En cuanto a la caracterización del producto, el PET es procesable, con un volumen del 20% al 50% al respecto del tamaño normal de la botella PET Postconsumo lo que facilita su manejo y transporte. Se plantea la distribución inicial del producto en presentación de una (1) tonelada, sin embargo, esto puede variar de acuerdo con las negociaciones que se den con los potenciales clientes.

De acuerdo con la información suministrada por los potenciales clientes se requiere cumplir con los siguientes requerimientos técnicos específicos para los materiales PET posconsumo:

- Los recipientes deben encontrarse libres de cualquier tipo de residuo.
- Los recipientes deben encontrarse libres de cualquier tipo de etiqueta.
- Se deben sustraer la tapa y el sello de seguridad de la misma.
- Los recipientes deben estar completamente libres de humedad.

3.6. Ventajas Comparativas

Las ventajas comparativas frente a otros productos del mercado es que sin cambiar la composición física del material PET, se reducen los costos de transporte tanto del material al centro de acopio como por parte del comprador al transportarlo al sitio final de transformación. Teniendo en cuenta la actual posición de las empresas dedicadas a la transformación de productos plásticos provenientes del posconsumo y en especial el PET, allí existe una industria artesanal, en base a maquinas rudimentarias que no permiten alcanzar buenos estándares de calidad y producción, la ventaja para la empresa radica en el mejoramiento de los procesos productivos, lo cual permitirá incrementar la calidad y el volumen de producción, esto sustentado por capacidad instalada y la capacidad usada de la planta.

3.7.Precio

De acuerdo con la información primaria obtenida a través de ejercicios de encuestas realizadas de manera presencial y telefónica a los potenciales clientes, se determinó que el precio promedio de envases PET posconsumo oscila alrededor de los $1.000 COP por kilogramo, el cual es proyectado anualmente con el IPC. Para los cálculos del presente proyecto se tomó como IPC el valor dado por el Banco de la República de Colombia para el periodo de diciembre de 2017 (4.09%), cuyos resultados se observan en las siguientes tablas.

Tabla 15 Precio promedio de envases PET posconsumo por kilogramo

Empresa	Precio por Kilo
Plásticos y Maderas Reciclables	$950
SC Recycling S.A.	$950
ACEBRI Construcción y Procesos Plásticos	$1.050
Mundo Papel Colombia	$1.100
Reciclaje	$950

Empresa	Precio por Kilo
Ekored	$1.000
PROMEDIO	**$1.000**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 Proyección del margen de ganancia anual por kilogramo de envases PET posconsumo

Variable	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Egresos	$209.828.920,86	$220.110.537,99	$230.895.954,35	$242.209.856,11	$254.078.139,06
Cantidad de recolección en KG	151.200	231.360	296.976	372.117,60	460.118,76
Costo por Kg	$1.387,76	$951,38	$777,49	$650,90	$552,20
Precio de Venta	$1.000,00	$1.040,90	$1.083,47	$1.127,79	$1.173,91
Margen de Ganancia	-38,78%	8,60%	28,24%	42,29%	52,96%

Fuente: Elaboración propia

3.8.Estrategias y canales de promoción

La estrategia de promoción elegida será la estrategia de impulso, ya que el enfoque será dirigido hacia el consumidor o el proveedor del material.

3.8.1. Canales de Promoción

- Hacia el proveedor del material PET posconsumo

Las estrategias de promoción diseñadas por parte de la empresa tienen como propósito involucrar con mayor compromiso a los proveedores de materiales PET posconsumo, quienes en este caso corresponden a las instituciones educativas de la ciudad de Bogotá D.C.

Tabla 17 Estrategia y canal de promoción con los proveedores de materiales PET posconsumo

Actividades Presenciales	Redes Sociales	Alianzas Estratégicas
- Campañas publicitarias	**- Estrategias de uso de las redes sociales**	**- Búsqueda de empresas industriales con residuos PET.**

Estas se pueden diversificar a través de la participación del proyecto en ferias, conferencias, capacitaciones dirigidas, entre otros; donde el eje central será exponer la importancia de la conservación del medio ambiente. En estos espacios se dará a conocer el objetivo del proyecto a través de folletos, tarjetas de presentación y medios audiovisuales; con el fin de incentivar la participación de las instituciones educativas y hacer relaciones públicas. **- Concurso de Reciclaje** Con el fin de incentivar la cultura del reciclaje en las instituciones educativas, se organizará un concurso anual donde se premie a la institución que más material PET recicle obteniendo un incentivo económico de arreglos locativos.	Crear un perfil mínimo en 3 redes sociales por ejemplo Facebook, Twitter e Instagram. Publicar enlaces del producto o negocio, acompañado de una información atractiva con el fin de lograr el interés de los seguidores. Mostrar información detallada del negocio que interese a los lectores (por ejemplo, fotos de cómo se ejecutan los procesos, vídeos, foros, actividades sociales con las instituciones educativas). Alcanzar un nivel de respuesta a las inquietudes o comentarios que los seguidores de las redes sociales realicen.	Lograr alianzas estratégicas con empresas industriales que cuenten con residuos PET, esto aumentará el nivel de recolección de dicho material.

Fuente: Elaboración propia

- Hacia el comprador del material

Tabla 18 Estrategia y canal de promoción con el cliente final

Publicidad	Redes Sociales
- Publicidad Offline Darse a conocer a través de publicaciones como revistas del sector industrial, periódicos y notas en noticieros locales. **- Visitas empresariales** A través de contacto telefónico lograr visitas efectivas a clientes potenciales dando a conocer el producto y sus ventajas.	**- Estrategias de uso de las redes sociales** Crear un perfil mínimo en 3 redes sociales por ejemplo Facebook, Twitter e Instagram. Publicar enlaces del producto o negocio, acompañado de una información atractiva con el fin de lograr el interés de los seguidores. Compartir publicaciones de otras páginas de productos totalmente ajenos a nuestro Core de negocio con contenido interesante, con el fin de ganar más seguidores. Mostrar información detallada del negocio que interese a los lectores (por ejemplo, fotos de cómo se ejecutan los procesos, vídeos, foros, actividades sociales con las instituciones educativas).

	Alcanzar un nivel de respuesta a las inquietudes o comentarios que los seguidores de las redes sociales realicen.

Fuente: Elaboración propia

3.8.2. Estrategias de comunicación

El fin de la anterior tabla es relacionar los objetivos que se desean alcanzar, las acciones que se van a realizar y la forma como se van a desarrollar, con el fin de implementar actividades que permitan dar a conocer la organización.

Tabla 19 Estrategias de comunicación

	ACTIVIDAD		
CRITERIO	**RELACIONES PUBLICAS**	**PUBLICIDAD**	**PROMOCIONES DE VENTAS**
Objetivo Genérico	Generar recordación en el cliente a cerca de precios competitivos y calidad del producto.	Generar fidelización de los clientes por medio de negociaciones.	Por medio de la promoción establecer relaciones comerciales
Dirección de las acciones	Realizar contacto vía telefónica y presencial a los diferentes clientes potenciales.	Publicidad por medios electrónicos y físicos en la empresa y medios de comunicación escritos.	Dar información detallada de los productos a los clientes y clientes potenciales
Métodos utilizados	Relaciones interpersonales con clientes contactadas a través de vía telefónica o voz a voz.	Medios masivos de comunicación (Páginas WEB, periódicos locales, Páginas amarillas)	EL vendedor o comercializador de los productos informa características del producto y condiciones del negocio generando expectativas de compra.

Fuente: Elaboración propia

4. Estudio Técnico

El reciclaje de PET se está proyectando como parte fundamental del boom ambiental que se vive actualmente y, con esto, se está convirtiendo en una de las mayores oportunidades de negocios para toda la industria plástico, sin embargo, aún debe afrontar una serie de retos antes de ampliar su alcance; el acopio de material, la volatilidad de los precios y cambiar la percepción de los consumidores frente a productos elaborados con estos materiales se constituyen en los principales desafíos que encuentra el gremio en toda América Latina para consolidar este negocio. La recolección y la recuperación del material usado es el principal inconveniente que encuentran las empresas interesadas en reciclar PET. Estas labores son la piedra fundamental para garantizar un abasto permanente y confiable, que a su vez permita el desarrollo de una industria recicladora. A pesar de que se exalta la reciclabilidad del PET como uno de sus más preciados beneficios, para la mayoría de los mercados la cantidad de material que va a parar a un relleno sanitario o vertedero aún supera a la cantidad que se recicla.

Por ejemplo, Japón, el país más avanzado en este campo, registró una tasa de reciclaje de botellas de PET (volumen total de recolección/volumen de botellas vendidas) de 77,9 % en 2009, según datos del Consejo de Reciclaje de Botellas de PET de ese país. Por su parte, Europa tiene cifras consolidadas de 48,3%, de acuerdo con la Asociación Europea de Reciclaje de Contenedores de PET (Petcore), y Estados Unidos de 28%, según la Asociación de Resinas de PET (Petra). Brasil es el líder con una tasa de 55,6%, seguido por Argentina con 34%, según reportes de la Asociación Brasileña de la Industria del PET (Abipet). (Ortega Leyva, 2011).

4.1.Requerimientos compactadora

A continuación, se relacionan los requerimientos de la maquina compactadora descrita en la alternativa seleccionada, *Alternativa No. 1 Disposición adecuada de residuos.*

4.1.1. Requerimientos funcionales

La máquina de compactación de recipientes PET debe tener los siguientes requerimientos funcionales:

- Duración mínima de 5 años.
- Facilidad en instalación.
- Fácil manipulación por parte de las personas interesadas.
- Debe compactar los residuos un 50% mínimo.

4.1.2. Requerimientos técnicos

Para una operación adecuada la maquina debe tener los siguientes sistemas:

- Sistema estructuras: es aquel que compone la estructura en general, este debe tener como cualidad una facilidad e ubicación.
- Sistema hidráulico: Es el sistema que se encarga de realizar la presión para un compacta miento de los envases adecuado.
- Sistema de control: Este sistema se encarga de controlar la maquina en general donde se da el encendido o el apagado de la misma, este puede ser semiautomático y se puede dar indicar el tiempo del proceso de compactación.
- Conexión eléctrica 110 v.
- Accionado Off/ On

4.1.3. Requerimientos ergonómicos:

La máquina para una adecuada posición de las personas debe cumplir la siguiente condición:

- La altura de agujero donde se introduce los envases no debe quedar a menos de 1,05 m de altura con relación a suelo.

4.1.4. Requerimientos de seguridad:

Para una adecuada operación sin presentar riesgos en la salud de los usuarios debe cumplir las siguientes características:

- El agujero donde se introduce los envases no debe presentar filos para prevenir cortes o raspaduras.
- Las conexiones eléctricas deben estar debidamente ajustadas.
- La máquina debe tener un botón de seguridad donde se pare la operación de la misma en cualquier momento de su operación.
- La máquina debe tener una adecuada señalización.

4.2.Análisis de Alternativas

El modelo propuesto tiene como punto fundamental elegir una máquina que cumpla con los requerimientos anteriormente descritos.

4.2.1. Alternativa 1: Bio Recicladoras.

En muchos países se ha implementado un sistema con máquinas bio recicladoras, que permiten a los usuarios del transporte público tener una opción diferente para pagar su viaje, estas han sido ampliamente implementadas en muchas ciudades del mundo. Las máquinas bio

recicladoras funcionan intercambiando las botellas de PET por puntos que pueden utilizarse para algunos servicios, como ingreso para el transporte público, con ellas se busca hacer un beneficio no sólo para el medio ambiente, sino para todos los usuarios por sus buenos hábitos de separación y reciclaje. Al utilizar las máquinas bio recicladoras se mejora el programa de reciclaje y la experiencia del usuario de forma cotidiana.

Ilustración 7 Bio Recicladoras



Fuente: http://www.biobox.com.mx

En la siguiente tabla se relacionan los costos y la capacidad operativa de las maquinas Biorecicladoras.

Tabla 20 Costos y capacidad de la maquina Biorecicladora

Ítem	Unidad	Cantidad
Costo total por maquina instalada	$ COP	36.540.000
Capacidad de la maquina	Kg	32

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se relacionan los aspectos relevantes a tener en cuenta en caso de desarrollar la implementación del proyecto mediante esta alternativa tecnológica.

- En la inversión de la máquina no se consideran los costos de importación, los cuales incrementan el valor de la inversión por máquina, en un 36.6% aproximadamente, teniendo en cuenta que la maquina es fabricada en México.
- El diseño de las maquinas resulta muy atractivo y se podrían llegar a ofrecer servicios publicitarios a través de ellas.
- Las máquinas cuentan con un software incorporado y sus componentes son de alta tecnología, por lo que se haría necesario contar con personal especializado para la ejecución de los mantenimientos y en caso de presentarse una anomalía en su operación los costos de reparación podrían elevarse.
- Para aprovechar al 100% as ventajas ofrecidas por esta alternativa se debe contar con una alianza con el Sistema Integrado de Transporte SITP de Bogotá, de manera que se pueda trasladas algún tipo de beneficio económico a los usuarios del SITP por su actividad de separación en la fuente.

4.2.2. Alternativa 2: Máquina PETIT

Es una máquina recuperadora de botellas de plástico que deposita automáticamente en un receptáculo el líquido sobrante de los envases y posteriormente tritura el material reciclable, el cual es embalado automáticamente en bolsas cerradas herméticamente. La tecnología de las maquina realiza la limpieza de los envases por lo que no es necesario retirar las etiquetas ni las tapas.

Esta máquina es poco ruidosa y cuanta con la capacidad de reciclar botellas de hasta tres litros y almacenar hasta 40 kilogramos de material, lo que equivale a unos 1080 envases PET aproximadamente.

Ilustración 8 Maquina Petit



Fuente: https://www.brotes.com.ar/petit

En la siguiente tabla se relacionan los costos y la capacidad operativa de las maquinas Petit.

Tabla 21 Costos maquina Petit

Ítem	Unidad	Cantidad
Costo total por maquina instalada	$ COP	15.00.000
Capacidad de la maquina	Kg	40

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se relacionan los aspectos relevantes a tener en cuenta en caso de desarrollar la implementación del proyecto mediante esta alternativa tecnológica.

- En la inversión de la máquina no se consideran los costos de importación, los cuales incrementan el valor de la inversión por máquina, en un 36.6% aproximadamente, teniendo en cuenta que es fabricada en Argentina.
- La máquina realiza el triturado de los envases PET, aspecto que minimiza el volumen ocupado a su mínima expresión, sin embargo, al no distinguir entre los tipos de envases, transparente y de colores, hace que el proceso de clasificación en el centro de acopio llegue a ser mucho más complejo y costoso.

- El diseño de las maquinas resulta muy atractivo y se podrían llegar a ofrecer servicios publicitarios a través de ellas.
- Las máquinas cuentan con un software incorporado y sus componentes son de alta tecnología, por lo que se haría necesario contar con personal especializado para la ejecución de los mantenimientos y en caso de presentarse una anomalía en su operación los costos de reparación podrían elevarse.

4.2.3. Alternativa 3: Máquinas compactadoras HNSA

Estas máquinas son adecuadas para compactar botellas; el material compactado se reduce entre un 20% y 50% de su volumen original. Las máquinas compactadoras hidráulicas HNSA son desarrolladas para reducir el volumen de los desechos sólidos con el fin de facilitar su manejo y transporte.

Ilustración 9 Maquina compactadora



Fuente: http://www.hnsa.com.co/maquinas-compactadoras

En la siguiente tabla se relacionan los costos y la capacidad operativa de las maquinas compactadoras HNSA.

Tabla 22 Costos maquina compactadora HNSA

Ítem	Unidad	Cantidad
Costo total por maquina instalada	$ COP	8.00.000
Incorporación de tecnología y publicidad	$ COP	500.000
Capacidad de la maquina	Kg	50

Fuente. Elaboración propia

A continuación, se relacionan los aspectos relevantes a tener en cuenta en caso de desarrollar la implementación del proyecto mediante esta alternativa tecnológica.

- Las maquinas son de fabricación nacional aspecto que facilita su compra, la programación de mantenimientos y la adquisición de repuestos en caso de ser requerido.
- La máquina puede ser personalizada y modificada a costos relativamente bajos, mediante una negociación directa con el proveedor.
- El diseño de las maquinas muy poco atractivo visualmente y la tecnología incorporada es muy sencilla, razón por la cual se deben hacer inversiones adicionales para adecuarlas a los requerimientos del proyecto.
- Las máquinas cuentan con un software incorporado y sus componentes son de alta tecnología, por lo que se haría necesario contar con personal especializado para la ejecución de los mantenimientos y en caso de presentarse una anomalía en su operación los costos de reparación podrían elevarse.

4.2.4. Selección de alternativa

Con base en la descripción de las alternativas y en los aspectos fundamentales anteriormente mencionados, se realizó el análisis y la evaluación de las alternativas, cuyos resultados se observan en la siguiente tabla:

Tabla 23 Selección de alternativa

Criterios	Coeficiente	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Evaluación	Puntaje	Evaluación	Puntaje	Evaluación	Puntaje
Costo de implementación	**5**	5	25	7	35	10	50
Costos de mantenimiento y operación	**5**	5	25	7	35	10	50
Capacidad	**5**	4	20	8	40	9	45
Diseño	**4**	10	40	9	36	4	16
Facilidad de modificación y adaptabilidad	**4**	4	16	4	16	7	28
TOTAL		**126**		**162**		**189**	

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con la evaluación realizada, la alternativa con mayor puntaje ponderado es la *Alternativa 3* y por tanto es la alternativa que se considerada como la mejor para el proyecto, dada su naturaleza.

4.3.Materias Primas y Suministros

Las materias primas y suministros requeridos para la implementación del proyecto se limitan a envases PET posconsumo y sacos de Polipropileno. Para la incorporación de las botellas PET posconsumo a la actividad productiva del proyecto se plantean dos esquemas.

- Esquema 1: adquisición de material PET posconsumo a través de los puntos de recolección estratégicamente instalados, es de resaltar que se espera obtener alrededor del 75% de la materia prima requerida mediante este esquema.
- Esquema 2: adquisición de las botellas de plásticos PET posconsumo a los recicladores formales e informales de la ciudad de Bogotá.

Por medio de los esquemas anteriormente mencionados se busca garantizar la cantidad de materiales PET posconsumo que permitan el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

La adquisición de los sacos de polipropileno, se efectuará a industrias del sector como Industrias Kent y Sorrento S.A, entre otros.

4.4.Localización

4.4.1. Macro localización

Para encontrar la ubicación óptima que cumpla con requerimientos de orden social, gubernamental, territorial, ambiental, etc., se tuvieron en cuenta distintos factores, especialmente los comprendidos en el Decreto 456 del 2010 Normas Urbanísticas y Arquitectónicas Para las Instalaciones Privadas de Reciclaje y Aprovechamiento, el cual fue modificado por el art. 2 del Decreto Distrital 113 de 2013, con base en el cual se requiriere que el lugar elegido para la prestación del servicio cumpla diferentes requerimientos que son:

- Costos
- Rutas de acceso
- Requerimientos legales
- Área de trabajo

Requerimientos que se requieren para el desarrollo de las operaciones de la compañía por lo que se evalúa identificando diferentes alternativas.

1.1.1.1. Ubicación Nacional

Se realiza el estudio de la ubicación del centro de acopio, en el cual se evalúan las alternativas en las ciudades de Bogotá, Cali y Medellín teniendo como criterios los siguientes factores:

- Cantidad de habitantes
- Área de ciudad
- Población de estudiantes

Tabla 24 Características principales ciudades

Ciudad	Habitantes (Miles)	Área (km^2)	Población de estudiantes
Bogotá	8,081	1775	880,330
Cali	2,401	619	359,651
Medellín	2,468	380,6	350,000

Fuente. Elaboración propia

En los datos identificados en la *Tabla 24 Características principales ciudades* se evidencia que la Ciudad de Bogotá D.C tiene un 244% mayor población en relación a Cali y Medellín.

De acuerdo con los datos obtenidos, se realiza una evaluación en donde se da un pondera siendo 10 el mayor puntaje y 1 el menor puntaje para seleccionar la alternativa dominante.

Tabla 25 Evaluación de alternativas de macro localización

Ciudad	Habitantes	Área (km2)	Población de estudiantes	Total
Bogotá	9	9	9	27
Cali	7	7	7	21
Medellín	7	6	7	20

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos la ciudad seleccionada para la implementación del centro de acopio de envases pet posconsumo es Bogotá D.C, ya que la cantidad de población es mayor en relación con las demás alternativas. El centro de acopio nos permitirá realizar el proceso de adecuación del material PET recolectado, por lo que en la Ciudad de Bogotá D.C se pondrá en marcha estas instalaciones para no recurrir en sobrecostos en desplazamientos que puedan impactar el costo del producto terminado.

4.4.2. Micro localización

Con base en lo anterior se determinaron las siguientes alternativas de ubicación, las cuales fueron analizadas y evaluadas con el propósito de obtener la que mejor se adapte al proyecto.

- Alternativa 1. Barrio León XIII Bosa
- Alternativa 2. Barrio HB Fontibón
- Alternativa 3. Barrio Alfonso López Usme

Tabla 26 Evaluación inicial de alternativas de micro localización

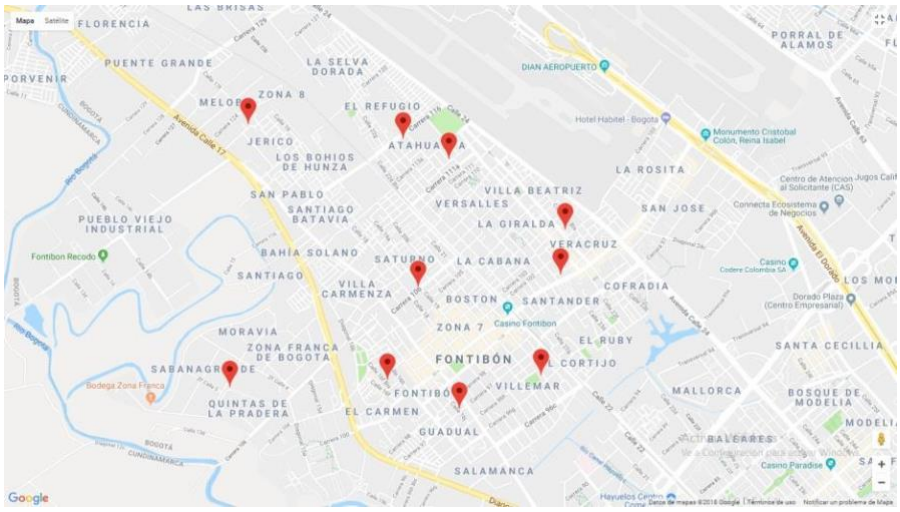
Criterios	Coeficiente	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Evaluación	Puntaje	Evaluación	Puntaje	Evaluación	Puntaje
Costo de Agua (m^3)	**7**	7	49	8	56	7	49
Costo de Energía (Kwh)	**7**	7	49	8	56	8	56
Costo de Arrendamiento	**9**	6	54	6	54	7	63
Disponibilidad de mano de obra	**6**	8	48	8	48	9	54
Accesibilidad de vías	**10**	7	70	9	90	8	80
Zona circundante	**10**	6	60	9	90	7	70
Cercanía a sitios de influencia del proyecto	**7**	8	56	8	56	7	49
TOTAL		**386**		**450**		**421**	

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con la evaluación realizada, la alternativa con mayor puntaje ponderado es la Alternativa 2, lo cual la constituye como la mejor para el proyecto, dada su naturaleza.

Concluyendo que el centro de acopio se ubicará en una bodega el barrio HB Fontibón, ya que este cuenta con vías alternas de acceso y es un sector que cumple con los requerimientos de este proyecto. En la *Ilustración 9 Mapa de opciones de centro de acopio* se relacionan los posibles puntos de ubicación en el barrio HB Fontibón.

Ilustración 10 Mapa de opciones de centro de acopio



Fuente. Alcaldía de Bogotá, 2013

4.4.2.1.Selección del punto de acopio en la ciudad de Bogotá D.C

El punto de ubicación del centro de acopio se evaluará la ubicación en la Ciudad de Bogotá D.C teniendo como punto de referencia características técnicas, funcionales, económicas y rutas de acceso por lo que las características estratégicas identificadas son:

- Ubicación
- Estrato
- Costo del arriendo
- Un lugar estratégico, con vías alternas de ingreso para vehículos pesados.

- Un lugar apropiado que no genere impacto ambiental negativo a la población vecina.

Tabla 27 Análisis de Ubicación centro de acopio

Alternativas	Ubicación de la Bodega	Costo Arriendo	Estrato	Dirección	Área de Bodega	Rutas de acceso
Alternativa I	Fontibón	$4.000.000	3	Cra. 112 # 22-19	450 m2	Normal
Alternativa II	Fontibón	$3.100.000	3	Cra 107 # 22F-16	310 m2	Normal
Alternativa III	Fontibón	$2.000.000	3	Diag 16 #104-51	295 m2	Buenas

Fuente. Elaboración propia

Las tres alternativas se ubican en la localidad de Fontibón ya que la *Calle 13* en una vía que conecta el transporte terrestre de Bogotá en una gran cantidad del porcentaje de las mercancías que se comercializan en la ciudad, también tiene rutas como la *Carrera 86 y Av Boyacá.*

De acuerdo con los datos obtenidos se realiza una evaluación en donde se da un pondera siendo 10 el mayor puntaje y 1 el menor puntaje para seleccionar la alternativa dominante.

Tabla 28 Evaluación de alternativas de ubicación centro de acopio

Alternativas	Ubicación de la Bodega	Costo Arriendo	Estrato	Dirección	Área de Bodega	Rutas de acceso	Total
Alternativa I	10	6	10	8	8	7	49
Alternativa II	10	7	10	8	8	7	50
Alternativa III	10	9	10	9	7	9	54

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos la ciudad seleccionada en la alternativa III ya que cumple con los costos de arriendo, ubicación y vías de acceso.

4.4.3. Plano de distribución de planta

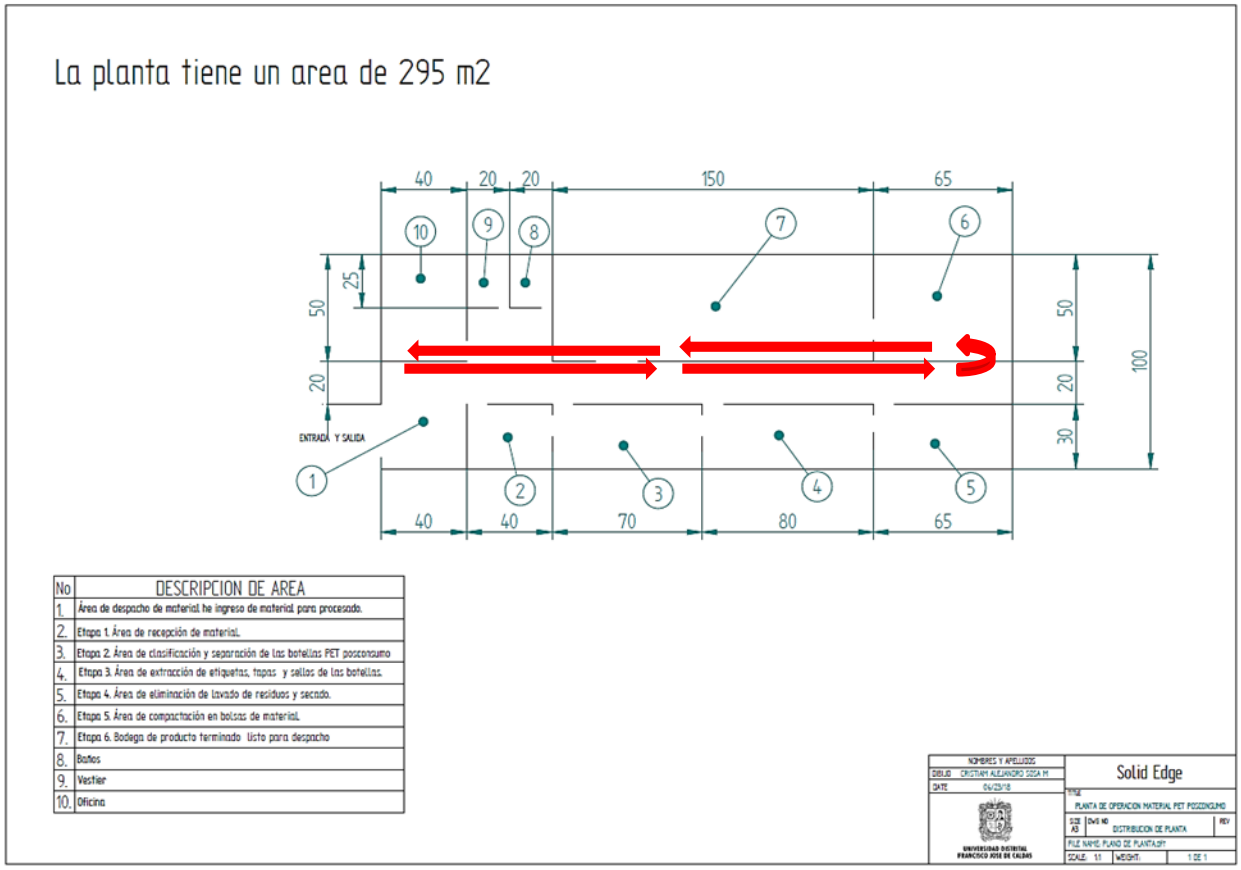
La distribución de planta tienes factores importantes involucrados para un desarrollo de las actividades fluido por lo que se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Seguridad para los empleados.
- Longitud del minino a recorrer por el producto o el cliente.
- Claridad de flujo.
- Condiciones de trabajo de los empleados.
- Facilidad en la coordinación y control.
- Accesibilidad para el mantenimiento y la limpieza.
- Uso de los espacios adecuados.
- Flexibilidad en el largo plazo (permitir cambios de acuerdo con la demanda).

Los factores que se ven afectados en la distribución de planta son:

- Materiales.
- Maquinas.
- Mano de obra.
- Manipulación de materiales.
- Tiempos de espera.
- Servicios auxiliares.
- Edificios.
- Cambios futuros.

Ilustración 11 Plano de distribución de planta



Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con la distribución de planta se tuvieron en cuenta los criterios anteriormente mencionados mejorando los siguientes aspectos:

- Seguridad de los trabajadores
- Tiempos de operación
- Espacios adecuados
- Facilidad de desplazamiento
- Iluminación adecuada en todos los puntos de la bodega

Criterios importantes en el desarrollo de las actividades para todos los cargos involucrados en el proceso.

La distribución de planta se hace de acuerdo con los datos obtenidos en la *Tabla 24 Evaluación de alternativas de ubicación centro de acopio,* donde se selecciona la bodega que cumple con los requerimientos para la operación de la compañía.

4.4.4. Selección de Colegios

La selección de los puntos estratégicos de recolección del material PET posconsumo inicialmente se hará en instituciones educativas distritales de la ciudad de Bogotá DC, Se escogerán los colegios con mayor densidad de estudiantes, los cuales se encuentran ubicados en las localidades de Suba, Engativá y Kennedy, tal como se muestran en la *Tabla 28 Colegios con mayor densidad estudiantil Bogotá D.C.*

Tabla 29 Colegios con mayor densidad estudiantil en Bogotá D.C.

LOCALIDAD	INSTITUCIÓN	NUERO DE ESTUDIANTES
SUBA	COLEGIO TIBABUYES UNIVERSAL (IED)	4.223
	COLEGIO REPUBLICA DOMINICANA (IED)	5.135
	COLEGIO EL SALITRE - SUBA (IED)	3.593
	COLEGIO JUAN LOZANO Y LOZANO (IED)	3.471
	COLEGIO RAMON DE ZUBIRIA (IED)	3.401
ENGATIVÁ	COLEGIO INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS (IED)	4.396
	COLEGIO GENERAL SANTANDER (IED)	3.960
KENNEDY	COLEGIO INEM FRANCISCO DE PAULA SANTANDER (IED)	7.232
	COLEGIO GABRIEL BETANCOURT MEJÍA (IED)	4.128
	COLEGIO MANUEL CEPEDA VARGAS (IED)	5.164
	COLEGIO CLASS (IED)	3.691
	COLEGIO LA AMISTAD (IED)	3.673

Fuente. Alcaldía de Bogotá, 2013

Tabla 30 Estimación del consumo en kilogramos para el año 1 del proyecto de envases PET para bebidas gaseosas en los colegios seleccionados

Tipo de envase	Cantidad total	Participación	Total de envases por tipo
Envases de 3,5 Litros	743.814,29	25%	185.953,57
Envases de 1,5 Litros	1.735.566,67	25%	433.891,67
Envases de 500 mililitros	5.206.700,00	25%	1.301.675,00
Envases de 350 mililitros	7.438.142,86	25%	1.859.535,71
Total envases			3.781.055,95
Peso (Kg)			139.899,07

Fuente: Elaboración propia

4.5.Plan y capacidad de producción

Dado que el proyecto se encuentra enfocado en la promoción de herramientas de separación en la fuente que faciliten y optimicen el proceso de aprovechamiento de MPR, y que los procesos productivos se limitan a la limpieza y clasificación de los envases PET posconsumo, el plan de producción y la capacidad de producción se encuentran limitados por la capacidad de captación del proyecto, a continuación, se presentan dichas proyecciones, en kilogramos, para el primer año del proyecto se plantea la instalación de 12 máquinas, cada máquina compactadora tiene una capacidad de 50 kg y se proyecta una recolección de cuatro veces por semana. Adicionalmente, para cada año posterior se realiza un aumento de cuatro (4) máquinas y su distribución se realiza con base en las estadísticas distritales de población estudiantil, tal como se mostró anteriormente. Finalmente, se plantea un aumento del 35% en la compra de material para cada vigencia, es decir, el esquema 2.

Tabla 31 Plan de producción

ESQUEMA DE RECOLECCIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ESQUEMA 1	115.200,00	153.600,00	192.000,00	230.400,00	268.800,00
ESQUEMA 2	36.000,00	77.760,00	104.976,00	141.717,60	191.318,76
TOTAL (Kg)	**151.200,00**	**231.360,00**	**296.976,00**	**372.117,60**	**460.118,76**

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con la proyección realizada en el escenario más probable se obtienen los siguientes datos.

Tabla 32 Análisis de capacidad de producción

CANTIDAD DE MATERIAL A PROCESAR					
TIEMPO	**AÑO 1 (kg)**	**AÑO 2 (kg)**	**AÑO 3 (kg)**	**AÑO 4 (kg)**	**AÑO 5 (kg)**
EN UN AÑO	115200	153600	192000	230400	268800
EN MES	9600	12800	16000	19200	22400
SEMANAL	2400	3200	4000	4800	5600

Fuente: Elaboración propia

4.6.Planes de Control de Calidad

Los planes de control de calidad están enmarcados dentro de los procesos de producción y las inspecciones críticas están en la banda clasificadora puesto que se hace necesario realizar, en la figura 3.3, se describe el plan de control de calidad que se tendría en cuenta a llevar.

Tabla 33 Plan de control de calidad

Actividad/proceso	Requisito	Medio de verificación / criterio de control	Responsable	Soporte/registro
Instalación de maquinaria	-Conexiones eléctricas realizadas adecuadamente, cumplimiento del manual RETIE -Maquina operativa	-Visual -Ensayo de la maquina	Técnico de operación y mantenimiento	-Lista de chequeo RETIE -Hoja de vida de la maquina
Recepción de materias primas esquema 1	-Aseguramiento y aislamiento de la zona previo a la ejecución de las actividades -Cumplimiento de manual RETIE para la apertura de la maquina	-Visual	Técnico de operación y mantenimiento	-Registro fotográfico

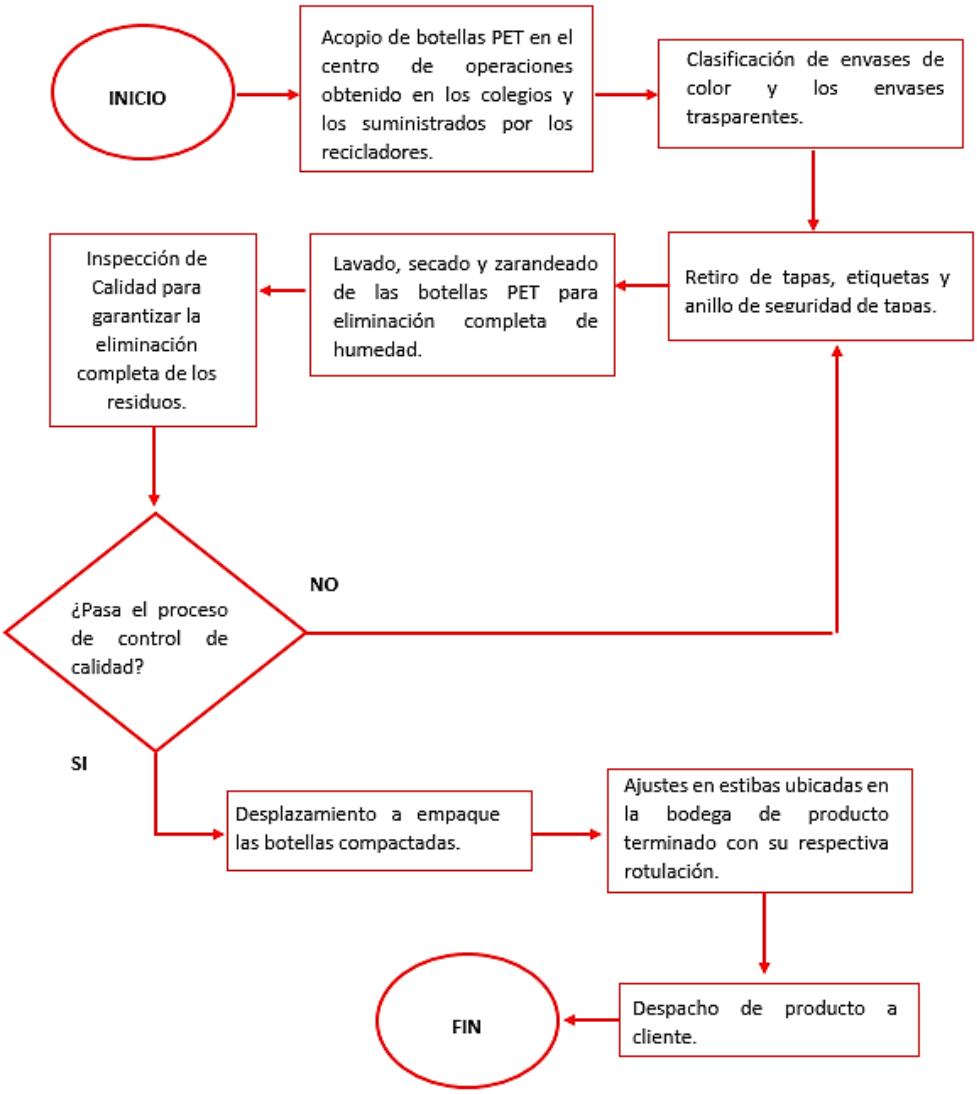
Recepción de materias primas esquema 2	-Envases limpios, libres de residuos sólidos y líquidos	-Visual	Técnico de operación y mantenimiento	-N/A
Clasificación de envases	Envases clasificados de acuerdo con el color	-Visual	Técnico de operación y mantenimiento	-N/A
Remoción de Etiquetas	Retirar por lo mínimo el 95% de las etiquetas	-Visual	Técnico de operación y mantenimiento	
Remoción de residuos internos	Desaguar el interior del 100% de los envases	-Visual	Técnico de operación y mantenimiento	
Empacado de envases	Control del peso	-Peso por bolsa de una tonelada	Técnico de operación y mantenimiento	-Hoja de vida del lote

Fuente. Elaboración propia

4.7.Flujo del proceso

En este flujograma se puede identificar el orden de las actividades requeridas para el cumplimiento de los requerimientos tecnicos del producto termina y el cliente final pueda realizar su reprocesamiento.

Ilustración 12 Flujo de proceso



Fuente. Elaboración propia

5. Estudio administrativo y legal

5.1.Estructura jurídica y tipo de sociedad

El tipo de sociedad que se pretende para el presente proyecto es una sociedad por acciones simplificada (SAS), teniendo en cuenta la estructura de personal y capital del proyecto.

5.2.Impuesto a la renta

El impuesto a la renta lo pagan empresas, trabajadores en planilla e independientes, arrendatarios de departamentos que obtengan o perciban ingresos con una frecuencia determinada durante el año. En el transcurso del año se deben efectuar pagos y/o retenciones mensuales del impuesto, según el tipo de renta que tengamos.

Existen cinco categorías de impuesto a la renta. Cada una tiene distintas facilidades para el pago de impuestos. Las más conocidas son la cuarta y la quinta, pero consiste cada una de estas categorías y qué implican:

5.2.1. Impuesto a la renta primera categoría

La renta se genera mes a mes y el impuesto se paga, aunque la renta no haya sido pagada. Se produce por el alquiler y/o cesión de bienes muebles o inmuebles. Ejemplo: alquiler de maquinarias, autos, camiones, casa, departamentos, etcétera.

5.2.2. Impuesto a la renta segunda categoría

Existe obligación de pagar el impuesto cuando se cobra la renta. Son las que provienen de ganancias de valores mobiliarios, inversiones de un derecho o capital invertido o ganancias en la transferencia de inmuebles. Ejemplo: acciones, bonos, participaciones de fondos mutuos, regalías, intereses, etcétera.

5.2.3. Impuesto a la renta Tercera categoría

Es para empresas y negocios, el Impuesto a la Renta impone todos los ingresos que obtienen las personas y empresas que desarrollan actividades empresariales. Durante el año se realizan 12 pagos a cuenta mensuales, donde el pago no puede ser menor al 2.5% de los ingresos netos.

5.2.4. Impuesto a la renta cuarta categoría

Existe la obligación de pagar el impuesto cuando el honorario se cobra. Se producen por los ingresos que perciben las personas por su trabajo independiente, las dietas de directores de empresas, regidores municipales, consejeros regionales y las retribuciones de los trabajadores del estado.

5.2.5. Impuesto a la renta Quinta categoría

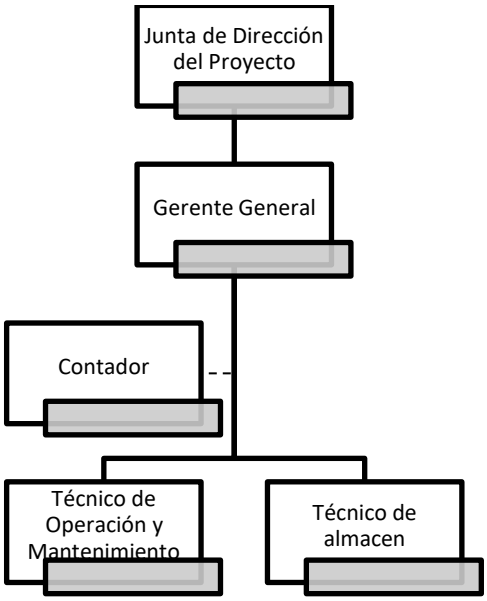
El empleador a través de una planilla efectúa al trabajador dependiente, de una entidad o empresa, una retención mensual del impuesto a la renta.

Las compañías que se encuentren en la clasificación de empresas que procesen materiales posconsumo se clasifican en la tercera categoría del impuesto a la renta, no obstante, al ser beneficiaria solo paga un aporte del 0,75% por periodo mensual de acuerdo con el decreto 1625 de 2016 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario en materia tributaria” y actualmente se encuentra en un estudio reducir el impuesto a la renta de 0,75 al 0,4 por mes.

5.3.Organigrama

La Junta de Dirección del Proyecto (JDP) está compuesta por los responsables de su formulación, es decir, esta se encuentra compuesta por los señores John Delgado Rincón, Victor Herazo Callejas y Cristiam Sosa Montaño.

Ilustración 13 Organigrama

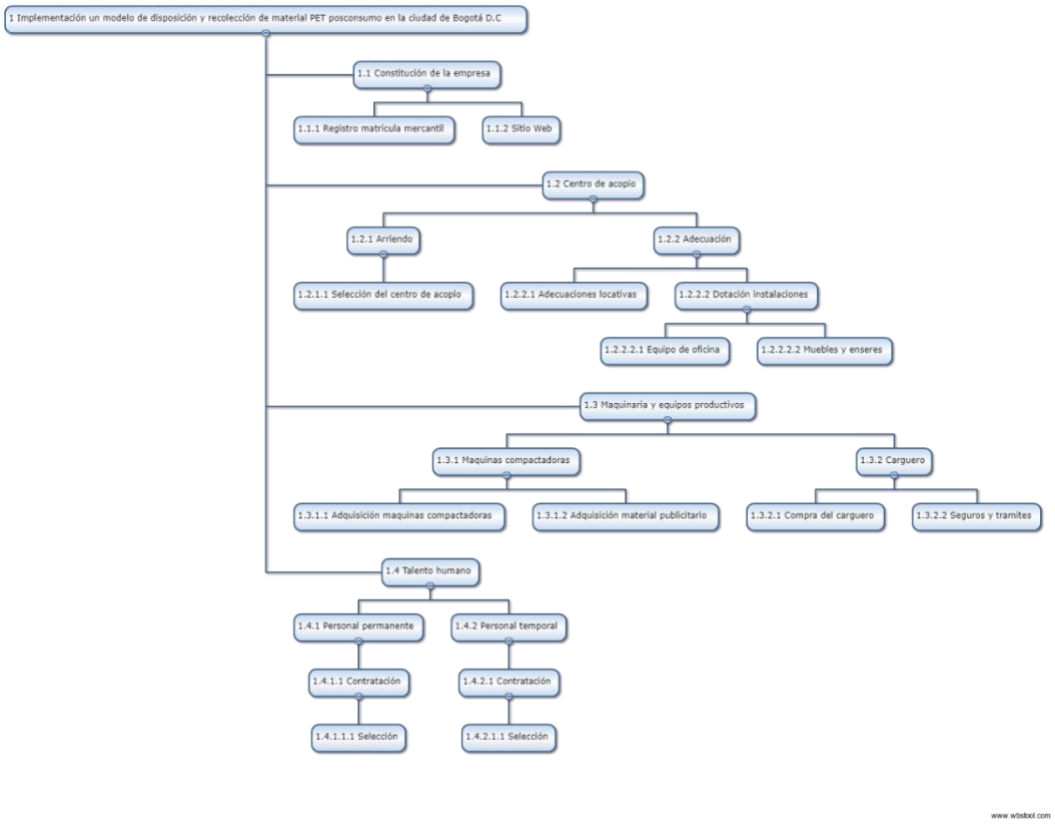


Fuente: Elaboración propia

5.4.Estructura Desglosada de Trabajo (EDT) o Work Breakdown Structure (WBS)

La Estructura Desglosada de Trabajo (EDT) consiste en el desglose de las actividades del proyecto, iniciando por su objetivo hasta llegar al nivel de paquetes de trabajo.

Ilustración 14 EDT de la ejecución del proyecto



Fuente: Elaboración propia

5.5.Perfiles y funciones

CARGO	GERENTE GENERAL
PERFIL DE CARGO	Profesional con tres años de experiencia profesional, con conocimientos en Gestión de proyectos, gerencia de proyectos o similares.
FUNCIONES ESPECIFICAS	
• Ser el encargado del control administrativo de todos los procesos de la organización. • Consecución de los recursos para el pago de proveedores, impuestos y demás temas legales y contractuales que se generen en la empresa. • Coordinación de todos los funcionarios de la empresa en cumplimiento de su objeto misional y la normativa legal vigente.	

CARGO	CONTADOR (contratación bajo la modalidad de prestación de servicios)
PERFIL DE CARGO	Profesional con dos años de experiencia profesional en gestión de almacén.
SERVICIOS PROFESIONALES REQUERIDOS	
• Procesar, codificar y contabilizar los diferentes comprobantes por concepto de activos, pasivos, ingresos y egresos, mediante el registro numérico de la contabilización de cada una de las operaciones, así como la actualización de los soportes adecuados para cada caso, a fin de llevar el control sobre las distintas partidas que constituyen el movimiento contable y que dan lugar a los balances y demás reportes financieros. • Revisar el cálculo de las planillas de retención de Impuesto sobre la renta del personal emitidas por los empleados, y realizar los ajustes en caso de no cumplir con las disposiciones. • Llevar mensualmente los libros generales de Compras y Ventas, mediante el registro de facturas emitidas y recibidas a fin de realizar la declaración de IVA.	

CARGO	JEFE DE ALMACÉN
PERFIL DE CARGO	Profesional con un año de experiencia profesional en gestión de almacén, manejando inventarios.
FUNCIONES ESPECIFICAS	
• Organizar, coordinar y controlar las actividades del almacén. • Supervisar la labor de los funcionarios del almacén. • Coordina y supervisa la recepción y despacho de los materiales y equipos. • Llevar el inventario de los bienes existentes que reposan en el almacén. • Distribuir el espacio físico del almacén y mantiene el área de trabajo limpia.	

CARGO	TÉCNICO DE ALMACÉN
PERFIL DE CARGO	Técnico con un año de experiencia en gestión de almacén, manejando inventarios.
FUNCIONES ESPECIFICAS	
• Realizar la recepción de productos e insumos. • Organizar los productos e insumos en el almacén. • Preparar los productos a despachar. • Dar cumplimiento a los estándares definidos por la organización en materia de recepción, almacenamiento y despacho de productos. • Realizar las solicitudes de mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos del almacén.	

• Distribuir el espacio físico del almacén y mantiene el área de trabajo limpia.

CARGO	TÉCNICO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
PERFIL DE CARGO	Técnico con un año de experiencia en instalación y mantenimiento de dispositivos electrónicos.
FUNCIONES ESPECIFICAS	
• Operación de la maquinaria de producción de la empresa. • Instalación, mantenimiento y monitoreo a la maquinaria de producción, incluidas la maquinaria recolectora de envases PET. • Reporte de anomalías técnicas en procesos, repuestos o insumos. • Recolección de materiales PET en los puntos de copio. • Recepción y reporte de sugerencias ocurridas por la instalación y funcionamiento del producto.	

5.6.Reclutamiento, vinculación y desarrollo del talento humano

El reclutamiento, selección, contratación, inducción y registros estará a cargo del personal del Gerente General de la empresa, quien deberá establecer los criterios de selección del personal y llevar a cabo las pruebas de selección, igualmente. Las actividades de capacitación y fortalecimiento de competencias de los trabajadores serán lideradas por el Gerente General.

Todos los trabajadores contaran con contratos laborales a término indefinido, con un periodo de prueba de 2 meses, a excepción del contador quien, dado el carácter temporal y especializado de su labor, será contratado bajo la modalidad de prestación de servicios.

5.7.Horarios y turnos

El horario laboral de la organización se plantea de la siguiente manera para el personal administrativo y operativo:

Lunes a viernes de 7:00 a.m. a 12:00 m – 2:00 p.m. a 6:00 p.m.

Sábados: 9:00 a.m. a 12:00 m

5.8.Aspectos fundamentales de Seguridad y Salud en el Trabajo

A continuación, se relacionan los principales aspectos a tener en cuenta con el propósito de proteger y fomentar la salud de seguridad de los trabajadores:

- En el momento que el material PET sea retirado, el personal operativo debe hacer uso de tapabocas y guantes industriales, con el fin de evitar condiciones ambientales que puedan ocasionar enfermedad o deterioro de la salud y del bienestar.
- Para levantar con seguridad y eficiencia el material PET ubicado en los Puntos Verdes el personal operativo debe tener en cuenta:
    - Doblar las rodillas y mantener los brazos junto al cuerpo.
    - Mantener la espalda recta.
    - Realizar la fuerza con las piernas y los brazos.
    - La barbilla debe permanecer hacia adentro para que el cuello y la cabeza sigan la línea recta de la columna.
    - El agarre debe hacerse con toda la palma de la mano, para reducir el esfuerzo de los músculos de los brazos y para evitar que la carga resbale.
    - Antes de levantar un objeto debe limpiarlo de polvo, barro, aceite u otro tipo de elemento que haga inseguro el agarre.
    - No superar los límites al levantar los pesos, lo recomendado para el hombre son de 25 kg y para la mujer de 12.5 kg.

6. Estudio financiero

Para realizar este estudio se utiliza información de varias fuentes, como por ejemplo estimaciones de ventas futuras, costos, inversiones a realizar, estudios de mercado, de demanda, costos laborales, costos de financiamiento, estructura impositiva, etc.

Con el fin de promover la separación en la fuente, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico mediante la resolución 643 de 2013, resolvió que los suscriptores recibirán un incentivo del 4% del valor del componente de aprovechamiento (CAP) que considera los costos evitados de los residuos aprovechables para las empresas recolectoras de estos. (Ramírez & Avila, 2016) el cual es ofrecido a las instituciones educativas que decidan permitir la implementación del proyecto en sus instalaciones.

6.1.Costo del proyecto

El costo del proyecto se evalúa de acuerdo con la cantidad requerida de disposición logística que se requiere para hacer un proceso adecuado en este se tiene en cuenta todos los costos relacionados para llegar al alcance.

Para el adecuado análisis de costos en se identificó los pasos y parámetros que se utilizan en las industrias ya que se obtuvo la información por medio de entrevistas a expertos y se identificaron los costos asociados al cronograma de trabajo del proyecto, el cual se presenta a continuación.

Tabla 34 Costos de iniciación del proyecto

ID	Nombre de tarea	Costo por tarea
1	**Determinar la viabilidad de implementación de un modelo de recolección de envases PET posconsumo en escuelas distritales**	
2	**Sistema de Marco Lógico**	
3	Identificación de grupos de interés	$50.000,00
4	**Estudio de mercado**	
5	Ejecución de encuestas y entrevistas a grupos de interés	$250.000,00
6	Análisis de la oferta	$25.000,00

ID	Nombre de tarea	Costo por tarea
7	Análisis de la demanda	$25.000,00
8	Concepto del producto	$10.000,00
9	Precio	$10.000,00
10	Formulación de estrategias de mercado	$10.000,00
11	Hipótesis	$10.000,00
12	Identificación del problema o la necesidad	$10.000,00
13	Identificación, evaluación y selección de la alternativa de solución	$25.000,00
14	**Formulación del proyecto**	
15	**Estudio técnico**	
16	Identificación de los requerimientos de la alternativa seleccionada	$10.000,00
17	Identificación, evaluación y selección de la alternativa de solución a implementar	$25.000,00
18	Estudio de localización	$25.000,00
19	Formulación de planes de control de la calidad	$100.000,00
20	**Estudio administrativo y legal**	
21	Identificación de la razón social del proyecto	$10.000,00
22	Determinación de requerimientos, roles y perfiles del capital humano	$10.000,00
23	Estructura organizacional	$10.000,00
24	**Riesgos y controles**	
25	Construcción de la matriz de riesgos	$100.000,00
26	Identificación y documentación de controles	$100.000,00
27	Matriz de riesgo residual	$10.000,00
28	Formulación de planes de tratamiento para riesgos residuales	$100.000,00
29	**Evaluación del proyecto**	
30	**Estudio financiero**	
31	Estados financieros esperados del proyecto	$150.000,00
32	Indicadores financieros	$50.000,00
33	**Evaluación económica y social del proyecto**	
34	Análisis costo/beneficio	$150.000,00
35	**Dirección del Proyecto**	
36	**Construcción de las herramientas de gerencia del proyecto**	
37	Acta de constitución del proyecto	$25.000,00
38	Estructura Desglosada de Trabajo	$25.000,00
39	Cronograma del proyecto	$50.000,00
40	Matriz de riesgos	
41	Matriz de comunicaciones	$50.000,00
42	Matriz de Asignación de Responsabilidades	$50.000,00
43	**Ejecución del Proyecto**	
44	Constitución legal de la empresa	$1.000.000,00
45	Compra de las maquinas compactadoras de material PET posconsumo	$102.000.000,00
46	Encargo del material publicitario	$7.000.000,00
47	Desarrollo del sitio web	$1.500.000,00
48	Arriendo del centro de acopio	$2.000.000,00
49	Adecuación del centro de acopio	$3.500.000,00
50	Proceso de selección y contratación del talento humano	$14.968.630,00
51	Capacitación al talento humano	$250.000,00
52	Adquisición del vehículo de recolección	$10.500.000,00
53	Instalación de máquinas compactadoras de material PET posconsumo	$2.800.000,00
54	Capacitación a usuarios	$3.000.000,00
55	**Costo total para el inicio de las operaciones de captación de material PET posconsumo**	**$ 149.993.630,00**

Fuente: Elaboración propia

6.1.1. Capex del proyecto

El capex permite identificar las inversiones iniciales que requiere el proyecto para la puesta en marcha, por lo que se realiza la identificación y cuantificación de cada uno de los requerimientos indicados en la *Tabla 35 Capex de iniciación del proyecto*.

Tabla 35 Capex de iniciación del proyecto

ADQUISICIÓN	COSTO
Compra de Maquinas	$102.000.000,00
Adquisición moto carga	$8.000.000,00
Computadores y impresora	$2.400.000,00
Micro Ondas	$200.000,00
Mesas	$1.000.000,00
Celulares	$500.000,00
Adecuación Locativa	$4.200.000,00
Bascula Grande	$1.500.000,00
Bascula pequeña	$250.000,00
Mercadeo (branding)	$4.000.000,00
Soat	$510.000,00
Dotación x persona	$600.000,00
Insumos	$300.000,00
Arriendo	$2.000.000,00
Imprevistos	$4.000.000,00
TOTAL	$131.460.000,00

Fuente: Elaboración propia

Se evidencia un presupuesto inicial de 131´460,000 COP para el inicio de las operaciones de la compañía.

6.1.2. Opex del proyecto

El opex es un indicador que nos permite identificar la cantidad de egresos que se presentaran en de proyecto de manera mensual identificados de manera individual para tener un control adecuado de los gastos que se pueden presentar en la operación y poder evaluar en

cualquier punto el desempeño del proyecto los indicadores del proyecto se pueden ver en la *Tabla 36 Opex del proyecto.*

Tabla 36 Opex del proyecto

DESCRIPCIÓN	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Celulares	$500.000,00	$550.000,00	$605.000,00	$665.500,00	$732.050,00
Adecuación Locativa	$4.200.000,00	$4.405.800,00	$4.621.684,20	$4.848.146,73	$5.085.705,92
Calibración bascula grande	$100.000,00	$104.900,00	$110.040,10	$115.432,06	$121.088,24
Calibración bascula pequeña	$50.000,00	$52.450,00	$55.020,05	$57.716,03	$60.544,12
Mercadeo (branding)	$4.200.000,00	$4.405.800,00	$4.621.684,20	$4.848.146,73	$5.085.705,92
Mantenimiento moto	$1.200.000,00	$1.258.800,00	$1.320.481,20	$1.385.184,78	$1.453.058,83
Gasolina	$3.216.000,00	$3.373.584,00	$3.538.889,62	$3.712.295,21	$3.894.197,67
SOAT	$510.000,00	$550.800,00	$577.789,20	$606.100,87	$635.799,81
Dotación	$2.600.000,00	$2.727.400,00	$2.861.042,60	$3.001.233,69	$3.148.294,14
Insumos	$300.000,00	$314.700,00	$330.120,30	$346.296,19	$363.264,71
Imprevistos	$4.000.000,00	$4.196.000,00	$4.401.604,00	$4.617.282,60	$4.843.529,44
Agua	$1.200.000,00	$1.258.800,00	$1.320.481,20	$1.385.184,78	$1.453.058,83
Energía centro de acopio	$3.300.000,00	$3.461.700,00	$3.631.323,30	$3.809.258,14	$3.995.911,79
Energía en sitio de la maquina	$7.200.000,00	$9.441.000,00	$11.884.330,80	$14.959.995,61	$18.831.642,48
Maquina	$2.400.000,00	$2.517.600,00	$2.640.962,40	$2.770.369,56	$2.906.117,67
Arriendo	$24.000.000,00	$25.176.000,00	$26.409.624,00	$27.703.695,58	$29.061.176,66
Plan de datos (celulares)	$1.440.000,00	$1.510.560,00	$1.584.577,44	$1.662.221,73	$1.743.670,60
Impuesto a la renta	$827.550,00	$868.099,95	$910.636,85	$955.258,05	$1.002.065,70
Retención en a fuente	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00
Nomina	$47.836.584,00	$50.180.576,62	$52.639.424,87	$55.218.756,69	$57.924.475,77
Mantenimiento maquinas	$4.800.000,00	$6.713.600,00	$8.720.966,40	$10.826.693,75	$13.035.601,75
Mantenimiento equipos de computo	$200.000,00	$209.800,00	$220.080,20	$230.864,13	$242.176,47
Capacitaciones	$2.400.000,00	$2.517.600,00	$2.640.962,40	$2.770.369,56	$2.906.117,67
TOTAL	$116.480.134,00	$125.795.570,57	$135.646.725,32	$146.496.002,47	$158.525.254,17

Fuente: Elaboración propia

En relación con los indicadores identificados en el opex se realizará el análisis de los 3 diferentes escenarios.

6.1.3. Costos de mantenimiento y capacitaciones

Después de la implementación del proyecto de máquinas compactadoras de envases PET en los sitios identificados se debe realizar mantenimiento de las maquinas cada tres (3) meses en las cuales se revisa el funcionamiento de ser necesario se hacen ajustes en piezas mecánicas de no requerir se realiza un mantenimiento preventivo que tiene un costo de sos $ 1´200.000 COP, también se realizara las capacitaciones en cada punto de instalación de máquina para su adecuada manipulación con un costo de $ 600.000 COP costo de tiempo requerido y publicidad requerida.

6.2.Análisis de escenarios

Los ingresos del proyecto están asociados a la cantidad de material PET posconsumo recolectado en cada punto de compactación instalado, por lo tanto, se realizará el análisis con la una tasa de descuento constante del 12% y una variación en la cantidad de material recolectado por maquina en Kg identificando tres escenarios que son:

- Escenario pesimista.
- Escenario más probable.
- Escenario optimista.

6.2.1. Tasa de descuento

La metodología más utilizada para aproximarse a los costos de oportunidad de los recursos utilizados para la realización de la inversión requerida en el proyecto es el costo promedio ponderado de capital. Usualmente se utiliza como tasa de retorno mínima que se obtenga sobre un

determinado proyecto ejecutado o como tasa de descuento para la valoración de una utilidad determinada de acuerdo con el flujo de fondos.

El contexto de la actualidad metodología el costo ponderado del capital es un método para valorar el costo de financiación de activos ya sea mediante patrimonio, deuda o una combinación de los dos por lo que las formas más comunes de financiación son:

- Emisión de acciones preferentes.
- Créditos bancarios.
- Financiación de proveedores (largo y mediano plazo).
- Emisión de bonos.

Por lo que se hace necesario identificar primero la tasa de oportunidad para estimar la tasa de descuento.

El WACC se calcula como el promedio ponderado de todas las fuentes de financiación de mediano y largo plazo utilizadas, es decir, aquellas asociadas primero con el costo de la deuda, que representa recursos financieros externos sujetos a condiciones de tasas de interés o plazos de pago; y segundo con el costo del patrimonio, que es el invertido por los accionistas o los dueños de las empresas. Para el cálculo se emplea la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{WACC} = W_d * K_{d_{A.L}} (1 - \tau) + W_e K_e$$

Donde:

$\boldsymbol{WACC}$**:** Costo promedio de capital después de impuestos

$\boldsymbol{K_{d_{A.L}}}$: Costo de la deuda antes de impuestos

$\boldsymbol{\tau}$: Tasa de impuesto nominal

$\boldsymbol{K_e}$: Costo de patrimonio

$\boldsymbol{W_d}$: Porcentaje de la deuda

$\boldsymbol{W_e}$**:** Porcentaje de patrimonio

De acuerdo con el estudio "Marco Tarifario para los servicios públicos de Acueducto y Alcantarillado, Definición Tasa de Descuento" de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento básico (2014), se determina que tasa de descuento aplicable al cálculo de los costos de prestación de los servicios públicos domiciliarios es de 12,28%, efectivo anual, dato que será utilizado para los cálculos del presente proyecto.

6.2.2. Escenario pesimista

El escenario pesimista corresponde a la recolección de 40 kg por cada máquina, cuatro veces a la semana, es decir, una recolección semanal de 160 kg por máquina para el primer año.

Tabla 37 Proyección financiera del proyecto pesimista

ESQUEMA DE RECOLECCION		ESQUEMA 1	ESQUEMA 2
AÑO 1	RECOLECTADO	80.640	42.400,00
	INGRESOS	$80.640.000	$12.720.000
AÑO 2	RECOLECTADO	107.520.000	51.840,00
	INGRESOS	$122.880.000	$15.552.000
AÑO 3	RECOLECTADO	134.400	61.236,00
	INGRESOS	$134.400.000	$ 18.370.800
AÑO 4	RECOLECTADO	168.960	45.270,90
	INGRESOS	$168.960.000	$13.581.270
AÑO 5	RECOLECTADO	188.160	58.458,51
	INGRESOS	$188.160.000	$17.537.553

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38 Ingresos del proyecto en 5 años

ESQUEMA DE RECOLECCIÓN	RECOLECTADO (kg)	INGRESOS (COP)
ESQUEMA 1	108.092.160,00	$695.040.000
ESQUEMA 2	259.205	$77.761.623
TOTAL	108.351.365,41	772.801.623,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39 Flujo de ingresos por año neto pesimista

FLUJO DE INGRESOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	$93.360.000	$138.432.000	$152.770.800	$182.541.270	$205.697.553

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40 Costos de operación en el proyecto pesimista

COSTOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	$112.752.784,00	$121.570.880,42	$130.884.905,06	$141.085.297,57	$152.326.323,55

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41 Balance escenario pesimista

		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INVERSION INICIAL	$131.460.000,00					
INGRESOS		$93.360.000,00	$123.072.000,00	$134.400.000,00	$182.541.270,00	$205.697.553,00
EGRESOS		$112.752.784,00	$121.570.880,42	$130.884.905,06	$141.085.297,57	$152.326.323,55
FLUJO DE CAJA	-$131.460.000,00	-$19.392.784,00	$1.501.119,58	$3.515.094,94	$41.455.972,43	$53.371.229,45
TIR	-9%					
VPN	-$78.969.677,12					

Fuente: Elaboración propia

En el análisis general del escenario pesimista se obtiene una TIR del -9% y un valor presente neto de -78´969,677,12 COP, lo cual indica que el proyecto no es una buena inversión en este escenario.

6.2.3. Escenario más probable

El escenario esperado corresponde a la recolección de 50 kg por cada máquina, cuatro veces a la semana, es decir, una recolección semanal de 200 kg por máquina para el primer año.

Tabla 42 Proyección financiera del proyecto más probable

ESQUEMA DE RECOLECCION		ESQUEMA 1	ESQUEMA 2
AÑO 1	RECOLECTADO	100.800	42.400,00
	INGRESOS	$100.800.000	$12.720.000
AÑO 2	RECOLECTADO	134.400.000	51.840,00
	INGRESOS	$122.880.000	$15.552.000
AÑO 3	RECOLECTADO	168.000	61.236,00
	INGRESOS	$168.000.000	$ 18.370.800
AÑO 4	RECOLECTADO	211.200	45.270,90
	INGRESOS	$211.200.000	$13.581.270
AÑO 5	RECOLECTADO	235.200	58.458,51
	INGRESOS	$235.200.000	$17.537.553

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43 Ingresos del proyecto en 5 años

ESQUEMA DE RECOLECCIÓN	RECOLECTADO (kg)	INGRESOS (COP)
ESQUEMA 1	135.115.200,00	$838.080.000
ESQUEMA 2	259.205	$77.761.623
TOTAL	135.374.405,41	915.841.623,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44 Flujo de ingresos por año neto más probables

FLUJO DE INGRESOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	$113.520.000	$138.432.000	$186.370.800	$224.781.270	$252.737.553

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45 Costos de operación en el proyecto más probable

COSTOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	$112.903.984,00	$121.729.489,22	$131.051.285,69	$141.259.830,85	$152.509.408,97

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46 Balance escenario más probable

		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INVERSION INICIAL	$131.460.000,00					
INGRESOS		$113.520.000,00	$149.952.000,00	$168.000.000,00	$224.781.270,00	$252.737.553,00
EGRESOS		$112.903.984,00	$121.729.489,22	$131.051.285,69	$141.259.830,85	$152.509.408,97
FLUJO DE CAJA	-$131.460.000,00	$616.016,00	$28.222.510,78	$36.948.714,31	$83.521.439,15	$100.228.144,03
TIR	18%					
VPN	$24.856.890,41					

Fuente: Elaboración propia

En el análisis general del escenario pesimista se obtiene una TIR del 18% y un valor presente neto de 24´856,890,41 COP, lo cual indica que el proyecto se va a mover de una manera discreta y presenta unas ganancias discretas, pero no deja de ser favorable.

6.2.4. Escenario optimista

El escenario optimista corresponde a la recolección de 60 kg por cada máquina, cuatro veces a la semana, es decir, una recolección semanal de 240 kg por máquina para el primer año.

Tabla 47 Proyección financiera del proyecto más optimista

ESQUEMA DE RECOLECCION		ESQUEMA 1	ESQUEMA 2
AÑO 1	RECOLECTADO	120.960	42.400,00
	INGRESOS	$120.960.000	$12.720.000
AÑO 2	RECOLECTADO	161.280.000	51.840,00
	INGRESOS	$122.880.000	$15.552.000
AÑO 3	RECOLECTADO	201.600	61.236,00
	INGRESOS	$201.600.000	$ 18.370.800
AÑO 4	RECOLECTADO	253.440	45.270,90
	INGRESOS	$253.440.000	$13.581.270
AÑO 5	RECOLECTADO	282.240	58.458,51
	INGRESOS	$282.240.000	$17.537.553

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48 Ingresos del proyecto en 5 años

ESQUEMA DE RECOLECCIÓN	RECOLECTADO (kg)	INGRESOS (COP)
ESQUEMA 1	162.138.240,00	$981.120.000
ESQUEMA 2	259.205	$77.761.623
TOTAL	162.397.445,41	1.058.881.623,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49 Flujo de ingresos por año neto optimista

FLUJO DE INGRESOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	$133.680.000	$138.432.000	$219.970.800	$267.021.270	$299.777.553

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50 Flujo de ingresos por año neto optimista

COSTOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	$113.055.184,00	$121.888.098,02	$131.217.666,32	$141.434.364,14	$152.692.494,38

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51 Balance escenario optimista

		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INVERSION INICIAL	$131.460.000,00					
INGRESOS		$133.680.000,00	$176.832.000,00	$201.600.000,00	$267.021.270,00	$299.777.553,00
EGRESOS		$113.055.184,00	$121.888.098,02	$131.217.666,32	$141.434.364,14	$152.692.494,38
FLUJO DE CAJA	-$131.460.000,00	$20.624.816,00	$54.943.901,98	$70.382.333,68	$125.586.905,86	$147.085.058,62
TIR	39%					
VPN	$128.683.457,94					

Fuente: Elaboración propia

En el análisis general del escenario pesimista se obtiene una TIR del 39% y un valor presente neto de 128´683,457,94 COP, lo cual indica que el proyecto es una inversión atractiva para los inversionistas.

Como se mencionó anteriormente, para garantizar el crecimiento sostenible del proyecto se plantea la compra de cuatro (4) nuevas máquinas compactadoras de material PET posconsumo

al finalizar cada periodo y un aumento del 35% en compra del material, lo que implica un buen proceso de mercadeo y un fortalecimiento del capital humano vinculado al proyecto, lo cual se hará mediante la contratación de dos nuevos Técnicos de Operación y Mantenimiento, uno en el Año 3 y otro en el Año 5, adicionalmente, se plantea un proceso de capacitación continua para todo talento humano vinculado al proyecto.

7. Evaluación Ambiental

La evaluación ambiental se realiza desde el punto de la reutilización de materiales poliméricos ya que son materiales con una biodegradabilidad muy baja lo cual general contaminación después de su utilización, en Bogotá D.C se impactará de manera positiva ya que se proyecta a que se pueda reutilizar 55.991,57 toneladas de material PET, esta de residuos sólidos que dejará de contaminar el relleno sanitario doña Juana ubicado en la ciudad de Bogotá D.C.

Tabla 52 Normograma ambiental

Emisor	Tipo	Número	Año	Objeto
Congreso de la República	ley	99	1993	Creó el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y el Ministerio del Medio Ambiente. Establece los lineamientos para prevenir el deterioro grave a los recursos naturales renovables.
Congreso de la República	Ley	142	1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Decreto	948	1995	Protección y Control de la Calidad del Aire (generación y emisión de ruido, arts. 42 a 64).
Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente	Resolución	1074	1997	Establece parámetros y criterios de calidad en materia de vertimientos con descarga al sistema de alcantarillado distrital
Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Ley	373	1997	Establece la formulación, implementación y seguimiento al programa de uso eficiente y ahorro del agua. Establece directrices para el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar todos los usuarios del recurso hídrico.
Congreso de la República	Ley	511	1999	Por la cual se establece el Día Nacional del Reciclador y del Reciclaje
Departamento Técnico Administrativo	Decreto	959	2000	Reglamenta la publicidad exterior visual en el Distrito Capital

Emisor	Tipo	Número	Año	Objeto
Ministerio de desarrollo económico	Decreto	1713	2002	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Ordenamiento del reciclaje, se vuelve obligatorio para cada municipio crear un plan para la gestión integral de residuos sólidos y, por ende, maximizar el reciclaje.
Presidente de la república de Colombia	Ley	1505	2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones
Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Resolución	627	2006	Norma Nacional de Emisión y Ruido Ambiental
Congreso de la República	Ley	1259	2008	por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones
Congreso de Colombia	Ley	1259	2008	por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicacióndel comparendo ambiental a los infractores de las normasde aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otrasdisposiciones.
CONPES	Documento CONPES	3530	2008	Sobre los lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos
Ministerio del Interior de Colombia	Decreto	3695	2009	Por medio del cual se reglamenta la Ley 1259 de 2008 y se dictan otras disposiciones
Congreso de la República	Ley	1466	2011	por el cual se adicionan, el inciso 2° del artículo 1° (objeto) y el inciso 2° del artículo 8°, de la Ley 1259 del 19 de diciembre de 2008, "por medio de la cual se instauró en el territorio nacional la aplicación del Comparendo Ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros, y se dictan otras disposiciones.
Presidente de la república de Colombia	Decreto	2981	2013	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo
Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Decreto	1077	2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio

Emisor	Tipo	Número	Año	Objeto
Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Decreto	596	2016	Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio, y se dictan otras disposiciones
Ministerio de ambiente y desarrollo Sostenible	Resolución	97	2017	Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales y se adoptan otras disposiciones.

Fuente: Elaboración propia

8. Gerencia del proyecto

La gerencia del proyecto fue elaborada con base en la metodología PM4R (Project Management for Results), desarrollada por el Instituto Interamericano de Desarrollo Económico y Social (INDES) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

8.1. Acta de constitución del proyecto

El acta de constitución del proyecto ofrece una visión preliminar de los roles y las responsabilidades de los principales involucrados y define la autoridad del gerente del proyecto. Sirve como referencia para el futuro del proyecto y para comunicar su propósito a los diferentes interesados.

Ilustración 15 Acta de constitución del proyecto

Proyecto:	Implementación de un modelo de disposición y recolección de material PET posconsumo en la ciudad de Bogotá D.C
Fecha:	12/04/2018

Propósito del proyecto:
Determinar la factibilidad de implementación un modelo de recolección de material PET posconsumo en sectores de alta concentración y circulación de consumidores, como son las escuelas distritales, de manera que se garantice una adecuada clasificación en la fuente, disminuyendo así la contaminación de este tipo de materiales y optimizando el proceso de recolección, clasificación y aprovechamiento.
Objetivos del proyecto:
Determinar la viabilidad de un proyecto de inversión para la implementación de un modelo de disposición y recolección de material PET posconsumo en la ciudad de Bogotá D.C. Objetivos específicos • Identificar el mercado actual del PET posconsumo en la ciudad de Bogotá. • Realizar el análisis técnico del proceso ingenieril del proyecto. • Determinar los costos de inversión, costos de operación y mantenimiento del proyecto. • Identificar los principales proveedores de materiales PET posconsumo para el proyecto.

- Establecer los porcentajes estimados de recolección y reutilización de envases PET posconsumo con la implementación del proyecto.
- Determinar la viabilidad financiera del proyecto.
- Establecer los principales componentes de la gerencia del proyecto.

Estrategia del proyecto:

El proyecto enfoca los objetivos mediante la implementación de dos esquemas de recolección de envases PET posconsumo.

Esquema 1: adquisición de material PET posconsumo a través de los puntos de recolección estratégicamente instalados, es de resaltar que se espera obtener alrededor del 75% de la materia prima requerida mediante este esquema

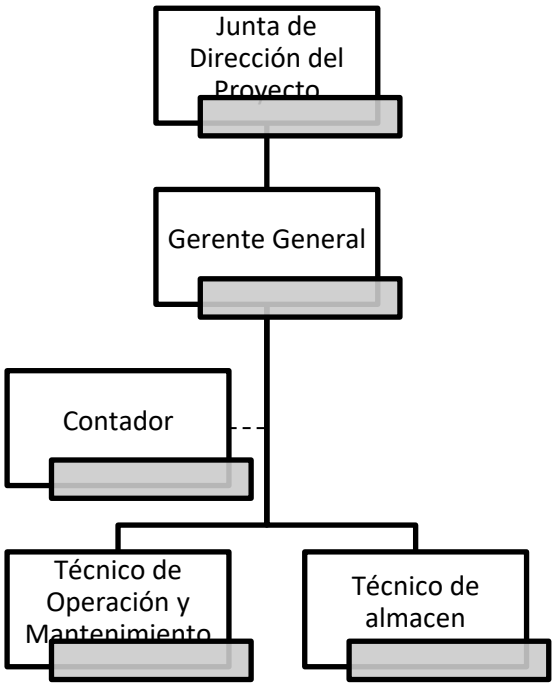
Esquema 2: adquisición de las botellas de plásticos PET posconsumo a los recicladores formales e informales de la ciudad de Bogotá.

Estructura de gobernabilidad:

La Junta de Dirección del Proyecto (JDP) está compuesta por los responsables de su formulación, es decir, esta se encuentra compuesta por los señores John Delgado Rincón, Victor Herazo Callejas y Cristiam Sosa Montaño.

Gerencia del proyecto:

Organigrama del proyecto



Control de cambios:

Todas las solicitudes de cambios al proyecto deberán ser presentadas al gerente general, quien evaluará el impacto tanto en el área técnica como en el área programática. Esto también servirá para determinar las ventajas del proyecto en relación con los costos y tiempos que el cambio requerirá. El gerente del proyecto entregará las solicitudes de

cambio junto con el análisis correspondiente a la junta del proyecto para su aprobación. Una vez aprobada la solicitud, el gerente del proyecto procederá a realizar los cambios en los planes.
Aprobado por:
• John Delgado Rincón • Victor Herazo Callejas • Cristiam Sosa Montaño

Fuente: Elaboración propia

8.2. Cronograma del proyecto

A continuación, se presenta el cronograma de actividades identificadas para la correcta ejecución del proyecto. La estimación de la duración, secuencia y costos se basa en la información primaria y secundaria analizada anteriormente y en los distintos estudios realizados en el presente proyecto, para un adecuado control del tiempo y costos.

Es de resaltar que se tomó como fecha de inicio del proyecto el día 29 de enero de 2018, ya que esta fecha corresponde al inicio del semestre académico de posgrados de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y es por tanto la fecha en la cual se dio inicio al presente proyecto.

Tabla 53 Cronograma de actividades

ID	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Costo por tarea
1	**Determinar la viabilidad de implementación de un modelo de recolección de envases PET posconsumo en escuelas distritales**	**182 días**	**lun 29/01/18**	**lun 10/09/18**		
2	**Sistema de Marco Lógico**	**36 días**	**lun 29/01/18**	**sáb 10/03/18**		
3	Identificación de grupos de interés	3 días	lun 29/01/18	mié 31/01/18		$50.000,00
4	**Estudio de mercado**	**33 días**	**jue 01/02/18**	**sáb 10/03/18**	3	
5	Ejecución de encuestas y entrevistas a grupos de interés	30 días	jue 01/02/18	mié 07/03/18		$250.000,00
6	Análisis de la oferta	2 días	jue 08/03/18	vie 09/03/18	5	$25.000,00
7	Análisis de la demanda	2 días	jue 08/03/18	vie 09/03/18	5	$25.000,00
8	Concepto del producto	1 día	jue 08/03/18	jue 08/03/18	5	$10.000,00
9	Precio	1 día	jue 08/03/18	jue 08/03/18	5	$10.000,00
10	Formulación de estrategias de mercado	1 día	sáb 10/03/18	sáb 10/03/18	6,7,8,9	$10.000,00
11	Hipótesis	1 día	jue 08/03/18	jue 08/03/18	5	$10.000,00
12	Identificación del problema o la necesidad	1 día	vie 09/03/18	vie 09/03/18	11	$10.000,00
13	Identificación, evaluación y selección de la alternativa de solución	3 días	sáb 10/03/18	mar 13/03/18	12	$25.000,00
14	**Formulación del proyecto**	**15 días**	**mié 14/03/18**	**mar 03/04/18**		

ID	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Costo por tarea
15	**Estudio técnico**	**6 días**	**mié 14/03/18**	**mié 21/03/18**		
16	Identificación de los requerimientos de la alternativa seleccionada	1 día	mié 14/03/18	mié 14/03/18	13	$10.000,00
17	Identificación, evaluación y selección de la alternativa de solución a implementar	3 días	jue 15/03/18	sáb 17/03/18	16	$25.000,00
18	Estudio de localización	2 días	mar 20/03/18	mié 21/03/18	17	$25.000,00
19	Formulación de planes de control de la calidad	1 día	mar 20/03/18	mar 20/03/18	17	$100.000,00
20	**Estudio administrativo y legal**	**3 días**	**mié 21/03/18**	**vie 23/03/18**		
21	Identificación de la razón social del proyecto	1 día	mié 21/03/18	mié 21/03/18	19	$10.000,00
22	Determinación de requerimientos, roles y perfiles del capital humano	1 día	jue 22/03/18	jue 22/03/18	21	$10.000,00
23	Estructura organizacional	1 día	vie 23/03/18	vie 23/03/18	22	$10.000,00
24	**Riesgos y controles**	**7 días**	**sáb 24/03/18**	**mar 03/04/18**		
25	Construcción de la matriz de riesgos	3 días	sáb 24/03/18	mar 27/03/18	23	$100.000,00
26	Identificación y documentación de controles	2 días	mié 28/03/18	sáb 31/03/18	25	$100.000,00
27	Matriz de riesgo residual	1 día	lun 02/04/18	lun 02/04/18	26	$10.000,00
28	Formulación de planes de tratamiento para riesgos residuales	1 día	mar 03/04/18	mar 03/04/18	27	$100.000,00
29	**Evaluación del proyecto**	**7 días**	**mié 04/04/18**	**mié 11/04/18**		
30	**Estudio financiero**	**4 días**	**mié 04/04/18**	**sáb 07/04/18**		
31	Estados financieros esperados del proyecto	3 días	mié 04/04/18	vie 06/04/18	28	$150.000,00
32	Indicadores financieros	1 día	sáb 07/04/18	sáb 07/04/18	31	$50.000,00
33	**Evaluación económica y social del proyecto**	**3 días**	**lun 09/04/18**	**mié 11/04/18**		
34	Análisis costo/beneficio	3 días	lun 09/04/18	mié 11/04/18	32	$150.000,00
35	**Dirección del Proyecto**	**11 días**	**mié 04/04/18**	**lun 16/04/18**		
36	**Construcción de las herramientas de gerencia del proyecto**	**11 días**	**mié 04/04/18**	**lun 16/04/18**		
37	Acta de constitución del proyecto	1 día	jue 12/04/18	jue 12/04/18	34	$25.000,00
38	Estructura Desglosada de Trabajo	1 día	vie 13/04/18	vie 13/04/18	37	$25.000,00
39	Cronograma del proyecto	1 día	vie 13/04/18	vie 13/04/18	37	$50.000,00
40	Matriz de riesgos	1 día	mié 04/04/18	mié 04/04/18	28	
41	Matriz de comunicaciones	1 día	sáb 14/04/18	sáb 14/04/18	40,39	$50.000,00
42	Matriz de Asignación de Responsabilidades	1 día	lun 16/04/18	lun 16/04/18	41,37,38,39,40	$50.000,00
43	**Ejecución del Proyecto**	**118 días**	**mar 17/04/18**	**lun 10/09/18**		
44	Constitución legal de la empresa	7 días	mar 17/04/18	mar 24/04/18	42	$1.000.000,00
45	Compra de las maquinas compactadoras de material PET posconsumo	45 días	mié 25/04/18	mié 20/06/18	44	$102.000.000,00
46	Encargo del material publicitario	15 días	mié 25/04/18	sáb 12/05/18	44	$7.000.000,00
47	Desarrollo del sitio web	20 días	mié 25/04/18	sáb 19/05/18	44	$1.500.000,00
48	Arriendo del centro de acopio	7 días	jue 21/06/18	jue 28/06/18	45	$2.000.000,00
49	Adecuación del centro de acopio	15 días	vie 29/06/18	mar 17/07/18	48	$3.500.000,00
50	Proceso de selección y contratación del talento humano	7 días	mié 18/07/18	jue 26/07/18	49	$14.968.630,00
51	Capacitación al talento humano	7 días	vie 27/07/18	vie 03/08/18	50	$250.000,00
52	Adquisición del vehículo de recolección	7 días	sáb 04/08/18	lun 13/08/18	51	$10.500.000,00
53	Instalación de máquinas compactadoras de material PET posconsumo	7 días	mar 14/08/18	mié 22/08/18	52	$2.800.000,00
54	Capacitación a usuarios	30 días	sáb 04/08/18	lun 10/09/18	51	$3.000.000,00
55	**Costo total para el inicio de las operaciones de captación de material PET posconsumo**	0 días	mié 22/08/18	mié 22/08/18	53	$ 149.993.630,00

Fuente: Elaboración propia

8.3. Ruta crítica del proyecto

La ruta crítica del proyecto se encuentra descrita en el *Anexo No. 4 Ruta crítica del proyecto*.

8.4.Administración de riesgos

8.4.1. Identificación de Riesgos

Para la identificación se utilizó una metodología de matriz donde para identificar los riesgos se tiene en cuenta los objetivos del proyecto, a continuación, los relacionamos.

Tabla 54 Objetivos generales del proyecto

Generación de Ingresos	Generar beneficios económicos a las partes interesadas.
Control de Costos	Optimizar los costos, sin omitir la calidad en el producto y servicios prestados.
Administración del capital	Salvaguardar los activos tangibles e intangibles del a entidad, como lo son maquinaria, efectivo, capital humano, tecnológico, entre otros.
Impacto Ambiental positivo	Generar un impacto ambiental positivo en la comunidad donde se implementará el proyecto.

Fuente: Elaboración propia

Así mismo se tienen en cuenta las siguientes tipologías de riesgo de acuerdo con los aspectos clave que son de vital importancia para el funcionamiento de una organización.

Tabla 55 Tipo de riesgos

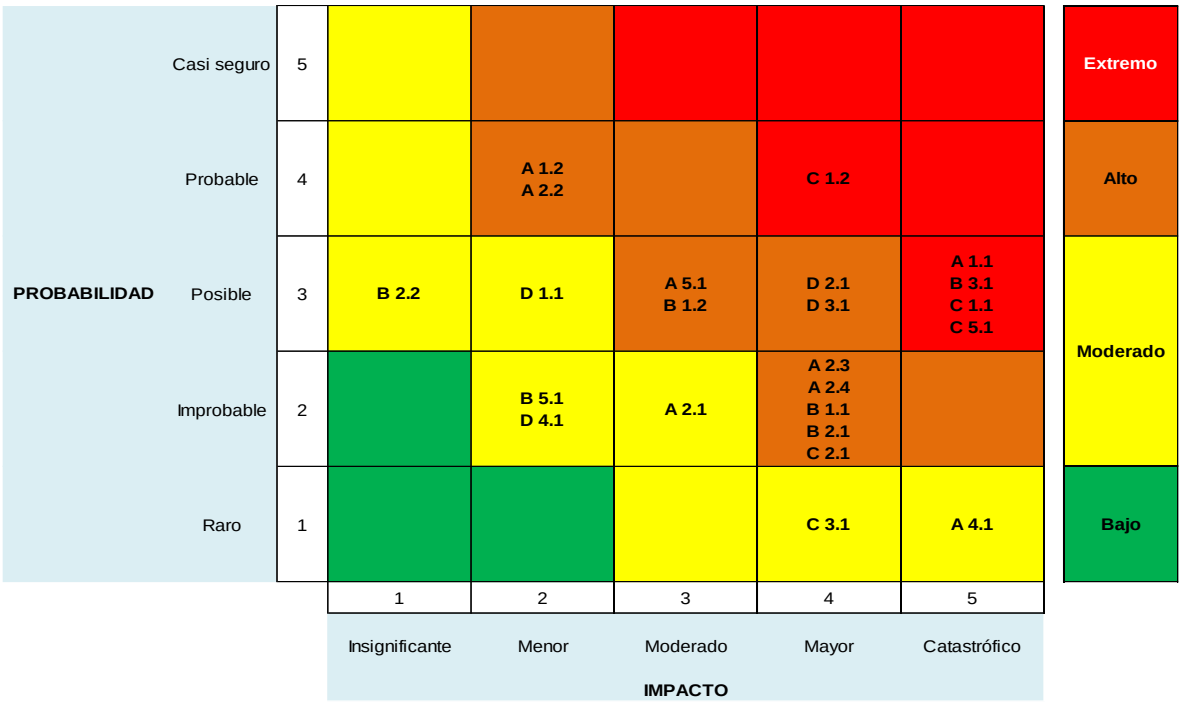
Financieros	Incluyen riesgos que impiden el cumplimiento de los objetivos por errores con la información financiera, valoración, cobertura, riesgos de mercado y liquidez y riesgos de crédito en instituciones financieras

Operativos	Incluyen riesgos que impiden el cumplimiento de los objetivos por errores con las personas, procesos o tecnología.
Cumplimiento	Incluyen riesgos que impiden el cumplimiento de los objetivos por no acatar la normatividad local o nacional en los diferentes frentes de trabajo.
Reputacional	Incluyen riesgos que impiden el cumplimiento de los objetivos por tomar acciones que afecten la imagen de las entidades por factores ambientales, de relaciones, entre otros.
Fraude	Incluyen riesgos que impiden el cumplimiento de los objetivos por proceder de forma ilegal para obtener beneficios personales ya sea por personal interno o externo.

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta los anteriores dos puntos se analiza como las diferentes tipologías de riesgos pueden afectar de forma importante cada uno de los objetivos de la organización. De este análisis se formalizan 23 riesgos los cuales deben ser mitigados a través de la definición de controles. A continuación, relacionamos el mapa de calor de los riesgos inherentes que reflejan el estado inicial de dichos riesgos, para mayor detalle de los riesgos definidos ver *Anexo No. 5 Administración de riesgos*.

Ilustración 16 Mapa de calor de riesgos inherentes



Fuente: Elaboración propia

8.4.2. Identificación y diseño de controles

Para realizar la identificación y posterior diseño de controles se tuvieron en cuenta los siguientes procesos:

- Gestión Administrativa y Financiera: procesos a cargo de la Junta de Socios y Gerente General los cuales direccionan la estrategia de negocio, gestión de liquidez, control administrativo y recursos humanos.
- Gestión Contable: procesos a cargo del Contador los cuales se enfocan en velar por el correcto registro en la contabilidad de las operaciones realizadas por la entidad, declaración de impuestos y Generación de reportes financieros.
- Gestión de Almacén: procesos a cargo del área de almacén cuyos esfuerzos se enfocan en asegurar la correcta recepción y envío de mercancía y el control de inventarios.

- Gestión Operativa y de Mantenimiento: procesos a cargo del área operativa y de mantenimiento cuyas actividades se dirigen a el control de producción en planta y el mantenimiento de maquinaria incluyendo la planta y las máquinas PET.

Una vez identificados los procesos y los riesgos se proceden a definir los controles de acuerdo con la responsabilidad de las diferentes áreas. Los controles obedecen el siguiente diseño, con el fin de seguir una sola metodología en su diseño:

- Qué: Se refiere a la actividad de control de forma resumida u abreviada. Ejemplo: Revisión de Mantenimiento de Máquinas y planta de producción.
- Quién: Hace referencia al cargo que ejecuta la actividad de control.
- Frecuencia y cuando: hace referencia a los tiempos en que es ejecutado el control, y de que depende su ejecución. Ejemplo: diario, mensual, trimestral.
- Cómo: describe de forma breve cómo se ejecuta el control. Ejemplo: para ello verifica cada punto indicado en Check List de Mantenimiento, si todo es correcto firma el Check en señal de validación.
- Investigación: describe que se debe hacer en caso de identificar una inconsistencia o diferencia.
- Evidencia: Hace referencia a los documentos que quedan como evidencia de la ejecución.

De acuerdo con lo anterior y a los riesgos identificados se establecieron 31 controles, los cuales en su mayoría mitigan el riesgo inherente dejándolo en una calificación residual de Bajo. A continuación, algunas estadísticas de controles de acuerdo con el tipo, frecuencia, responsabilidad y nivel de Atención Requerido.

Tabla 56 Estadísticas de controles

Tipo de Control	Cuenta de Referencia
Detectivo	11
Preventivo	20
Total general	**31**

Frecuencias	Número de controles
Anual	2
Cuando se requiera	9
Diario	1
Mensual	7
Semanal	5
Semestral	3
Trimestral	4
Total general	**31**

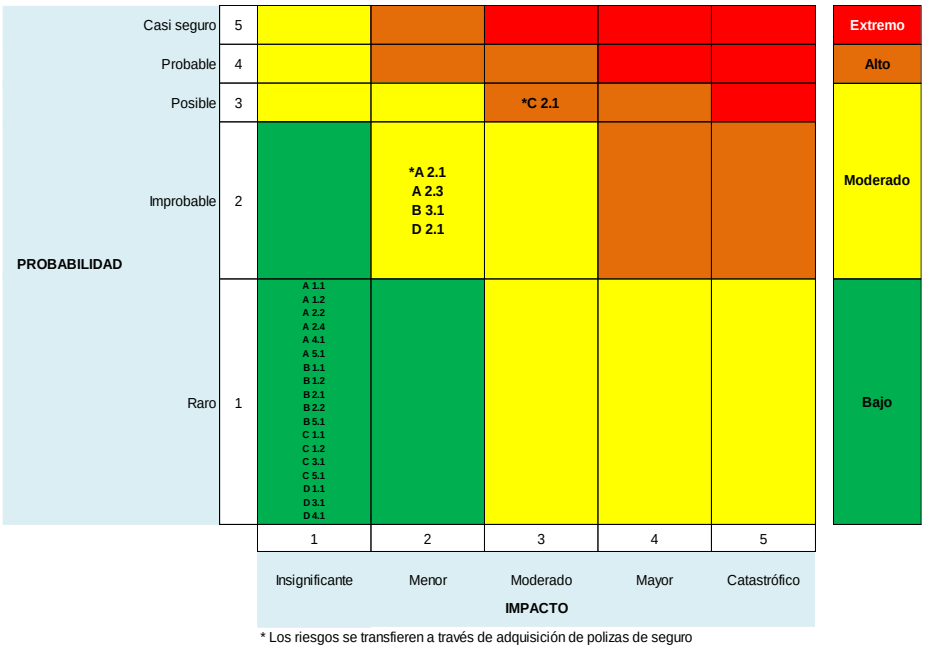
Responsable de Controles	Número de Controles
Contador	3
Contador y Jefe Operativo y de Mantenimiento	1
Gerente General	6
Gerente General y Contador	6
Gerente General y Jefe de Almacén o Jefe Operativo y de Mantenimiento.	1
Jefe de Almacén	3
Jefe Operativo y de Mantenimiento	3
Jefe Operativo y de Mantenimiento y Jefe de Almacén.	1
Junta de Socios	7
Total general	**31**

Nivel de Atención	Número de Controles
Alto	15
Bajo	16
Total general	**31**

Fuente: Elaboración propia

Para ver mayor detalle de controles ver el *Anexo No. 5 Administración de riesgos*, a continuación, se relaciona como queda el mapa de calor de riesgo residual:

Ilustración 17 Mapa de calor riesgo residual



Fuente: Elaboración propia

A continuación, relacionamos los riesgos que quedan con impacto residual Alto o Moderado, cuyo tratamiento de riesgo se define como Transferencia de Riesgo, es decir, se adquirirán pólizas de seguro para reducir su impacto:

Tabla 57 Matriz de procesos

No.	Macroproceso / Servicio	Proceso / Producto	Descripción del riesgo
A 2.1	Gestión Operativa y Mantenimiento	Mantenimiento de maquinaria	A 2.1 No generar ingresos por daños en las maquinas PET.
A 2.3	Gestión Operativa y Mantenimiento	Control de producción de planta	A 2.3 No generar ingresos por daños locativos en el centro de acopio.
B 3.1	Gestión contable	Declaración de Impuestos	B 3.1 No controlar los costos por incumplimiento de normatividad que conlleve al pago de multas y sanciones.
C 2.1	Gestión Administrativa y Financiera	Control administrativo	C 2.1 Pérdida de activos por siniestros en la infraestructura física de la planta.
D 2.1	Gestión Operativa y de Mantenimiento	Control de producción de planta	D 2.1 No cumplir con la producción proyectada por eventos internos o externos no contemplados.

Fuente: Elaboración propia

8.5. Matriz de comunicaciones

El principal objetivo de comunicación del proyecto es asegurarse de generar información con la calidad y en la cantidad adecuada, y que llegue en el momento preciso a los diferentes interesados.

Tabla 58 Matriz de comunicación

¿Qué comunicar?	Usuario		Responsabilidad	Frecuencia
	Destinatario	Método de comunicación		
Desempeño del proyecto	Junta de Dirección del Proyecto	Informes formales	Gerente General	Mensual
Estados Financieros-Presupuestos	Entes externos de vigilancia y control Junta de Dirección del Proyecto	Informes formales de acuerdo con la normativa legal vigente	Contador	Anualmente
Modificaciones a los requisitos establecidos en el servicio o producto	Junta de Dirección del Proyecto	Informes formales	Gerente General	Trimestral
Planeación de actividades	Talento humano vinculado al proyecto	Plan operativo	Gerente General	Mensual
Necesidades de mantenimiento	Gerente General	Informes del estado de la maquinaria y equipos	Gerente General	Mensual
Necesidades de compra	Gerente General	Informes del estado de la maquinaria y equipos	Gerente General	Mensual
Impacto social y ambiental obtenido con el proyecto	Beneficiarios directos	Material publicitario	Gerente General	Anualmente
Cantidades de material PET posconsumo recolectadas	Beneficiarios directos	Material publicitario	Gerente General	Mensual
Procedimientos y protocolos de calidad y seguridad y salud en el trabajo	Talento humano vinculado al proyecto	Charlas Procedimientos documentados	Gerente General	Semanalmente
Controles de riesgos	Talento humano vinculado al proyecto	Charlas Controles documentados	Gerente General	Semanalmente

Fuente: Elaboración propia

8.6. Matriz de Asignación de Responsabilidades (MAR)

Esta matriz se usa para indicar las conexiones entre el trabajo que debe realizarse y el talento humano del proyecto y otros interesados. Es conocida como matriz RACI por sus siglas, las cuales se describen a continuación:

- Responsable de ejecución (R): persona responsable; de esta manera, para cada producto y entregable del proyecto. Solo puede haber un responsable para cada producto y entregable.
- Aprueba (A): persona o instancia que asume la responsabilidad final por la ejecución correcta y completa de un producto o entregable.
- Consultado (C): alguien que no está implicado directamente en la ejecución de un producto o entregable, pero que proporciona algún tipo de insumo para el proceso o es consultado por su experiencia o conocimiento específico acerca del tema.
- Informado (I): alguien que recibe los resultados de un producto o entregable o recibe información acerca de los avances.

Tabla 59 Asignación de responsabilidades

Producto / entregable	Junta de Dirección del Proyecto	Gerente General	Técnico de almacén	Técnico de Operación y Mantenimiento
Modificaciones a los requisitos establecidos en el servicio o producto	A	R	I	C
Planeación de actividades	A	R	I	C
Selección del personal permanente	A	R	I	I
Selección del personal temporal	A	R	I	I
Adquisición material publicitario	A	R	I	I
Programación de mantenimientos de maquinaria y equipos	A	R	I	I
Necesidades de compra	A	R	I	I
Requerimientos de adecuaciones locativas	A	R	C	C
Selección del centro de acopio	A	R	I	I
Informes formales de uso interno	A	R	I	I
Informes formales de uso externo	A	R	I	I

Fuente: Elaboración propia

9. Conclusiones

A continuación, se presentan las principales conclusiones obtenidas del presente estudio:

- A través de los datos aportados por este estudio se logró estimar que en Bogotá se generan alrededor de 25,84 toneladas/día de materiales PET posconsumo, de los cuales solo alrededor del 17% está siendo aprovechado, es decir, que se generan 21,45 toneladas/día que son dispuestas en el Relleno sanitario de Doña Juana, por lo que resulta fundamental la implementación de estrategias y proyectos público-privados encaminados a la mitigación de esta situación.

- Los principales proveedores de materiales PET posconsumo son los recicladores de oficios, de manera similar, los principales compradores de este tipo de materiales son los centros de acopio.

- Dado que son extremadamente escasos los centros de acopio de la ciudad de Bogotá D.C. que aplican algún tipo de tratamiento a los materiales PET posconsumo recolectados, las empresas del sector han visto la necesidad de desarrollar la infraestructura necesaria para ejecutar tales labores lo que dificulta, a corto plazo, realizar una integración vertical hacia adelante.

- De acuerdo con la evaluación financiera del proyecto, este se considera viable si se logra garantizar la obtención de 200 kg por maquina desde el primer año, para lo cual es necesario generar alianzas estratégicas con la administración distrital y las principales escuelas de los sectores con mayor densidad estudiantil.

- De acuerdo con las entrevistas realizadas se pudo establecer que el número de centros de acopios y las actividades productivas desarrolladas alrededor de los materiales PET posconsumo ha venido en aumento, especialmente desde los dos últimos años.

- Con la implementación del presente proyecto se pretende la recolección y el aprovechamiento de 1.511.772,36 toneladas de materiales PET posconsumo en cinco (5) años, aspecto que impactará de manera positiva al Relleno Sanitario de Doña Juana, a la población de los barrios de Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo, a los usuarios de los servicios públicos de aseo de la ciudad de Bogotá, a las escuelas distritales, las empresas del sector reciclaje y la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos.

10. Recomendaciones

- Los principales proveedores de materias primas para el sector del reciclaje son los recicladores de oficio, sin embargo, se logró evidenciar que estos presentan deficiencias relacionadas con la recolección y clasificación de los materiales, por lo que se recomienda la conformación de alianzas estratégicas que permitan formalizar un proceso de apoyo y/o acompañamiento y formación para el desarrollo de esta actividad económica.

- Con el fin de promover la separación en la fuente, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico mediante la resolución 643 de 2013, resolvió que los suscriptores recibirán un incentivo del 4% del valor del componente de aprovechamiento (CAP) que considera los costos evitados de los residuos aprovechables para las empresas recolectoras de estos. (Ramírez & Avila, 2016), sin embargo, este incentivo es poco conocido y no hay claridad frente al procedimiento mediante el cual se puede hacer efectivo, por lo que se recomienda un mayor acompañamiento por parte de la administración distrital de manera que se facilite y promueva su aprovechamiento.

- El material PET posconsumo de color café, como el de los envases de la bebida Pony Malta, no son recibidos por los centros de acopio en razón que su mercado es casi nulo, por lo que se recomienda a futuros proyectos que se enfoquen en este tipo de materiales, con el propósito de hacerlos atractivos y mitigar su impacto al medio ambiente

11. Bibliografía

Alcaldía de Bogotá. (1993). Ley 99 de 1993. Obtenido de http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297

Alcaldía de Bogotá. (1994). Ley 142 de 1994. Obtenido de http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=2752

Alcaldía de Bogotá. (2011). Ley 1466 de 2011. Obtenido de http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=43211

Alcaldía de Bogotá. (2013). Decreto 2981 de 2013. Obtenido de http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=56035

Barroso N. (2013). Pfand como comparativa para la posible implantación de un SDDR en España. Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

Berent, M. y Vedoya, D. (2006). Modelo de gestión ambiental de residuos sólidos urbanos. Instituto Tecnológico para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano, Argentina.

Biobox. (2016). Biobox. Obtenido de http://www.biobox.com.mx/.

Ramírez C. y Ávila J. (2015). Planteamiento de propuesta metodológica para la separación de residuos sólidos en hogares de Bogotá que genere un impacto económico positivo para los

hogares, para la población recicladora y para los entes responsables de la recolección de dichos residuos. Universidad Pontificia Javeriana, Bogotá, Colombia.

Carvajal Medios, B. (2011). El reciclaje de PET está en su mejor momento. Obtenido de http://www.plastico.com/temas/El-reciclaje-de-PET-esta-en-su-mejor-momento+3084014?pagina=2

Carvajal Medios, B. (2012). En Colombia, el reciclaje de PET botella a botella tiene futuro. Obtenido de http://www.plastico.com/temas/En-Colombia,-el-reciclaje-de-PET-botella-a-botella-tiene-futuro+3089010

Carvajal Medios, B. (2015). Primera planta de reciclado botella a botella PET de Sudáfrica usa tecnología de Starlinger. Obtenido de http://www.elempaque.com/temas/Primera-planta-de-reciclado-botella-a-botella-PET-de-Sudafrica-usa-tecnologia-de-Starlinger+107364?pagina=1

CEMPRE Colombia (2011), Aproximación al mercado de reciclables y las experiencias significativas. Bogotá, Colombia.

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento básico (2014), Marco Tarifario para los servicios públicos de Acueducto y Alcantarillado - Definición Tasa de Descuento. Bogotá, Colombia.

Corporación Autónoma Regional de Caldas. (2008). Ley 1259 de 2008. Obtenido de http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/558/Ley_1259_de_2008.pdf

Corporación Autónoma Regional Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. (2002). Diario Oficial No. 44.893. Obtenido de http://www.cdmb.gov.co/web/ciudadano/centro-de-descargas/273-decreto-1713-2002-1/file

Corte Constitucional de Colombia. (2003). Ley 1505 de 2003. Obtenido de http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2003/T-724-03.htm

Departamento Administrativo de la Presidencia de la Republica. (2016). Decreto 596 del 2016. Obtenido de http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20596%20DEL%2011%20DE%20ABRIL%20DE%202016.pdf

Ecobot. (2017). Ecobot. Obtenido de http://www.ecobot.com.co.

Ecoembes. (2014). Ecoembres. Obtenido de https://www.ecoembes.com/es.

El País (2016). España recicla el 74,8% de los envases domésticos. Obtenido de https://elpais.com/economia/2016/05/13/actualidad/1463133365_188185.html

Genau Mag (2014). ¿Ha funcionado el pfand en Alemania? Obtenido de http://genaumag.com/pfand-alemania/.

González, R. (2013). Twenergy. Obtenido de https://twenergy.com/

Hernandez Osorio, C. (2016). Bogotá y su nuevo plan de basuras para 12 años. Obtenido de https://www.elespectador.com/noticias/bogota/bogota-y-su-nuevo-plan-de-basuras-12-anos-articulo-667583

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1999). Ley 511 de 1999. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1999/ley_0511_1999.pdf

Ministerio de Salud DIGESA, (2014), Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos. Obtenido de http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/fulltext/040525.pdf.

Ortega Leyva, M. N. (2011). El reciclaje de PET está en su mejor momento. Obtenido de http://www.plastico.com/temas/El-reciclaje-de-PET-esta-en-su-mejor-momento+3084014

Pensemos (2016). Países que más reciclan en el mundo. Obtenido de https://pensemosverde.com/2016/04/15/paises-que-mas-reciclan-en-el-mundo/

Reciclemos, B. (2012). La historia del reciclaje. Reciclemos.

Rodríguez S. (2011). Residuos Sólidos en Colombia: Su manejo es un compromiso de todos. Universidad Santo Tomás, Tunja.

Secretaria del Hábitat, Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos. (2016). Documento técnico de soporte del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos para Bogotá D.C. Bogotá, Colombia.

Suárez Zarta, D. (2016). Solo 26% de las botellas plásticas se recicla. Obtenido de https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/solo-26-de-las-botellas-plasticas-se-recicla-2357536

Tellez, M. (2012). La complejidad de la problemática ambiental de los residuos plásticos: una aproximación al análisis narrativo de política pública en Bogotá. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Vela J., Robles S. y Urrego J. (2016). Diseño de maquina multifuncional de reciclaje de botellas PET, para el aprovechamiento de material solido con potencial a ser reciclado en una Gestión integral de residuos sólidos. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, Bogotá, Colombia.

Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos. (2014). Documento para discusión modelo de aprovechamiento propuesto de recolección, transporte, clasificación y pesaje. Bogotá, Colombia.

Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos; Agencia de Cooperación Internacional del Japón. (2013). Proyecto de Estudio del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos en Bogotá D.C. Bogotá, Colombia.

Anexos

Anexo 1. Encuestas a recicladores.

Anexo 2. Encuestas a centros de acopio.

Anexo 3. Encuestas a empresas PET.

Anexo 4. Ruta crítica del proyecto.

Anexo 5. Administración de riesgos.