

DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS DE
CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS POR REFORMAS DOMICILIARIAS EN
LA CIUDAD DE MEDELLÍN.

ERIKA SÁNCHEZ ALZATE

LUIS ALFREDO BORJA



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
PASCUAL BRAVO

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN REGIONAL DE PROYECTOS

MÓDULO PROYECTO FINAL

TUTOR(A):

DAVID FERNANDO DÍAZ

MEDELLÍN

NOVIEMBRE 2021

DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS DE
CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS POR REFORMAS DOMICILIARIAS EN
LA CIUDAD DE MEDELLÍN.

ERIKA SÁNCHEZ ALZATE

LUIS ALFREDO BORJA



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
PASCUAL BRAVO®

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
NOMBRE DEL PROGRAMA DE FORMACIÓN (MAESTRÍA O ESPECIALIZACIÓN)
MEDELLÍN
2021

RESUMEN

Con el planteamiento del proyecto se pretende mejorar la disposición final de residuos de construcción y demolición-RCD- generados por causa de las reformas domiciliarias en la ciudad de Medellín; En la investigación realizada se pudo detectar que cada año la ciudad viene aumentando la producción de este tipo de residuos principalmente por el desarrollo urbanístico, por ello se han planteado dos alternativas para el manejo adecuado de estos, la primera consiste en el diseño e implementación de un punto de móvil en sitios estratégicos de la ciudad donde se ha detectado que los ciudadanos disponen estos RCD en sitios no autorizados y la segunda alternativa es un programa de educación ambiental para los habitantes de la ciudad y los transportadores informales.

SUMMARY

The project's approach aims to improve the final disposal of construction and demolition waste-RCD-generated by the house reforms in the city of Medellin; In the research carried out it was found that each year the city has increased the production of this type of waste mainly by urban development, so two alternatives have been proposed for the proper management of these, the first consists in the design and implementation of a mobile point in strategic points of the city where it has been detected that citizens have these RCD in unauthorized sites and the second alternative is an environmental education program for the inhabitants of the city and informal transporters.

DEFINICIONES

Residuos. Parte o porción que queda de un todo después de quitar otra parte.

Generador de los residuos de construcción y demolición. Es la persona natural o jurídica que, con ocasión de la realización de actividades de construcción, demolición, reparación o mejoras locativas, genera residuos de construcción y demolición.

Gestor de los residuos de construcción y demolición. Es la persona que realiza actividades de recolección, transporte, almacenamiento, aprovechamiento y/o disposición final de residuos de construcción y demolición.

Puntos limpios. Son los sitios establecidos para que el gestor realice la separación y almacenamiento temporal de los residuos de construcción y demolición.

Sitio de disposición final de los residuos de construcción y demolición. Es el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de residuos de construcción y demolición.

Plantas de aprovechamiento. Son las instalaciones en las cuales se realizan actividades de separación, almacenamiento temporal, reutilización, tratamiento y reciclaje.

Reciclaje. Es el proceso mediante el cual se transforman los residuos de construcción y demolición en materia prima o insumos para la producción de nuevos materiales de construcción.

Almacenamiento. Es la ubicación temporal de los residuos de construcción y demolición en recipientes, depósitos y/o contenedores para su recolección y transporte con fines de aprovechamiento o disposición final.

Aprovechamiento de RCD. Es el proceso que comprende la reutilización, tratamiento y reciclaje de los RCD, con el fin de realizar su reincorporación al ciclo económico.

Gestión integral de RCD. Es el conjunto de actividades dirigidas a prevenir, reducir, aprovechar y disponer finalmente los RCD.

Gran generador de RCD. Es el generador de RCD que requiere la expedición de licencia de construcción en cualquiera de sus modalidades y/o licencia de intervención y ocupación del espacio público, incluidos los previstos en el inciso 2 del numeral 7 del artículo 2.2.6.1.1.7. y las entidades a que se refiere el Parágrafo 2 del artículo 2.2.6.1.1.12 del Decreto 1077 de 2015 o la norma que lo modifique o sustituya.

Pequeño generador de RCD. Es el generador de RCD que no requiere la expedición de licencia de construcción en cualquiera de sus modalidades y/o licencia de intervención y ocupación del espacio público.

Programa de Manejo Ambiental de RCD. (antes denominado programa de manejo ambiental de materiales y elementos en la Resolución 541 de 1994): Es el instrumento de gestión que contiene la información de la obra y de las actividades que se deben realizar para garantizar la gestión integral de los RCD generados.

Plantas de aprovechamiento. Son las Instalaciones en las cuales se realizan actividades de separación, almacenamiento temporal, reutilización, tratamiento y reciclaje de RCD.

Plantas de aprovechamiento Fijas. Son las instalaciones que operan de manera permanente en un predio determinado, incluye edificaciones, maquinaria y equipo.

Plantas de aprovechamiento Móviles. Son las Instalaciones transitorias acondicionadas en el sitio de generación, almacenamiento o disposición final, incluye maquinaria y equipo

TABLA DE CONTENIDO

1. Nombre del proyecto	10
2. Resumen ejecutivo del proyecto	10
3. Marco teórico	12
3.1 Antecedentes	12
3.2 Bases teóricas	15
3.3 Marco Referencial	20
3.4 Marco Normativo	26
4. Identificación	28
4.1 Justificación	28
4.1.1 Contribución a la política pública	29
4.1.1.1. Contribución al Plan Nacional de Desarrollo	29
4.1.1.2 Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial	30
4.1.1.3 Plan de Desarrollo Distrital o Municipal	30
4.2. Problemática	31
4.2.1. Identificación y descripción del problema	31
4.2.1.1 Problema Central	31
4.2.1.2 Descripción de la situación existente con relación al problema	31
4.2.1.3 Magnitud actual del problema – Indicadores de referencia (línea base)	32
4.2.1.4 Causas directas e indirectas que generan el problema	33
4.2.1.5 Efectos directos e indirectos generados por el problema	34
4.3 Diagrama de Árbol de Problemas	35
4.4 Participantes	35
4.4.1 Identificación de los participantes	35
4.4.2 Análisis de los participantes	37
4.5 Población	38
4.5.1 Población afectada por el problema	38
4.5.2 Población objetivo de la intervención	39
4.5.3 Localización Población objeto de intervención:	39
4.5.4. Características demográficas de la población objetivo	39
4.6. Objetivos	40
4.6.1. Objetivo general e indicadores de seguimiento	40
4.6.2 Objetivos específicos	41
4.7. Diagrama del árbol de objetivos (soluciones)	41
4.8 Alternativas de solución:	41
5. Preparación	43
5.1 Estudio de necesidades	43
5.2 Análisis técnico de la alternativa	44
5.3 Localización	46
5.3.1 Localización de la alternativa	46
5.3.2 Factores analizados.	48
5.4 Cadena de valor	53
5.5. Análisis de riesgos	55
6. Evaluación	62

6.1 Flujo económico	62
6.2 Indicadores de decisión (Evaluación económica)	62
7. Programación	63
7.1. Indicadores de producto	64
7.2. Indicadores de gestión	64
7.3 Fuentes de financiación	64
7.4. Matriz resumen del proyecto	65
8. Referencias	68

Lista de tablas

Tabla 1. Empresas registradas ante las autoridades ambientales para la recepción de RCD para el año 2021	15
Tabla 2. Presentación de la contribución al plan de desarrollo nacional	31
Tabla 3. Presentación de la contribución al plan de desarrollo departamental.	32
Tabla 4. Presentación de la contribución al plan de desarrollo departamental.	32
Tabla 5. Presentación de los actores involucrados en el proyecto	37
Tabla 6. Población afectada por la inadecuada disposición de RCD en Medellín	40
Tabla 7. Localización Población Afectada:	40
Tabla 8. Población objeto de la intervención	40
Tabla 9. Localización Población objeto de intervención:	41
Tabla 10. Lugares de ejecución del Proyecto	50
Tabla 11. Cadena de Valor del proyecto de intervención	56
Tabla 12. Matriz de riesgo del proyecto	57
Tabla 13. Relación del beneficio de los empleos generados con la operación del proyecto educación	61
Tabla 14. Relación del beneficio de los empleos generados con la operación del Punto móvil	62
Tabla 15. Relación del beneficio por la reducción de residuos de construcción y demolición abandonados en vías públicas de la ciudad.	62
Tabla 16. Ingresos por tasa de sostenibilidad	63
Tabla 17. Flujo económico	63
Tabla 18. Indicadores de decisión	64
Tabla 19. Implementación de un punto móvil	64
Tabla 20. Indicadores de gestión	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Jerarquía de aprovechamiento basada en las tres (3) ERRES.	17
Figura 2. Clasificación de las etapas constructivas.	18
Figura 3. Etapas del modelo de gestión, según (Castiblanco, 2013).	18
Figura 4. Actores involucrados en la gestión integral de RCD	20
Figura 5. Línea base para los residuos de construcción y demolición para la ciudad de Medellín.	33
Figura 6. Árbol de Problemas	35
Figura 7. Presentación de Población discriminada del barrio Belén Comuna 16, municipio de Medellín	40
Figura 8. Presentación de N° Población discriminada del barrio Aranjuez Comuna 16, municipio de Medellín.	40
Figura 9. Árbol de objetivos	41
Figura 10. Alternativas de solución	42

Figura 11. Análisis de necesidades	44
Figura 12. Proyección de generación residuos de construcciones y demolición 2017-2030	45
Figura 13. Imagen de los barrios San Pedro, Campo Valdés y Miranda.	47
Figura 14. Imagen de barrios Fátima y Nutibara	48
Figura 15. Mapa Usos Generales del Suelo Urbano de los barrios Nutibara y Fátima. Comuna 16	51
Figura 16. Mapa Usos Generales del Suelo Urbano de los barrios San Pedro, Campo Valdes y Miranda. Comuna 4.	52
Figura 17. Evaluación multicriterio	63
Figura 18. Indicadores de producto	64
Figura 19. Clasificación presupuestal	65
Figura 20. Fuentes de financiación	65
Figura 21. Matriz de resumen	66

1. Nombre del proyecto

Diseño e implementación de alternativas para el manejo adecuado de residuos de construcción y demolición generados por reformas domiciliarias en la ciudad de Medellín.

2. Resumen ejecutivo del proyecto

La ciudad de Medellín, es reconocida a nivel Nacional e Internacional como tierra pujante en términos de desarrollo, entre ellos, unos de los sectores productivos más reconocido es la construcción, la cual contribuye a la economía de la ciudad generando empleo y progreso en todas las áreas donde tiene injerencia. Sin embargo, el crecimiento urbanístico de la ciudad también ha generado un incremento en la producción de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) que resultan producto de las reformas constructivas de edificaciones que se derriban, se modifican o las nuevas que cada día se construyen.

En este sentido, la normatividad vigente expedida por los entes reguladores a escala nacional y territorial, señalan las condiciones que deben cumplir en la disposición final; los grandes y pequeños generadores de estos residuos, llegando a la conclusión que los primeros tienen condiciones de regulación más concretas, precisas y sancionatorias por generar grandes cantidades de RCD, pero en el caso de los pequeños generadores es menos rígida atribuido principalmente a que las cantidades son menores. Así mismo, se ha vuelto costumbre de que algunos ciudadanos busquen evitar asumir costos para depositar estos residuos en sitios autorizados que suelen ser más altos y prefieren pagarle a un transportador informal (motocargueros), quienes optan muchas veces por depositarlo en cualquier lugar, esperando que el municipio o la empresa prestadora de la recolección de residuos sólidos los disponga en el sitio autorizados, generando problemas ambientales y un deterioro del ornato de la ciudad, por no hacer la adecuada disposición de estos residuos.

Por lo anterior, el proyecto plantea alternativas para el manejo adecuado de residuos de construcción y demolición, como es: el diseño e implementación de un punto móvil y de un programa de educación para habitantes aledaños a puntos críticos de la ciudad donde es frecuente

encontrar estos residuos en terrenos baldíos, parques, vías públicas, ríos y quebradas, con ello se pretende dar soluciones logísticas en territorios donde la problemática ha sido constante. Además, plantea crear cultura y conciencia ciudadana para una correcta gestión de estos; trabajando de la mano con actores estratégicos como las autoridades ambientales, la Policía ambiental, transportadores informales y las comunidades, generando sinergias para reducir el impacto de esta problemática.

El proyecto se desarrollará en la ciudad de Medellín, específicamente en los Barrios de Aranjuez y Belén, sitios considerados como estratégicos dentro del análisis físico-espacial desarrollado en el territorio, el horizonte de tiempo del proyecto es de 4 meses en la fase de diagnóstico y diseño, además de un año de operación del proyecto. Se espera con estas alternativas, contribuir al manejo adecuado de los residuos de construcción y demolición por parte de los pequeños generadores.

3. Marco teórico

3.1 Antecedentes

Según un estudio realizado por Corantioquia y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (PGIRS 2006), existe una baja sensibilidad y preparación técnica y ambiental de los industriales, profesionales de la construcción y ciudadanía en general, hacia el tema de minimización en la generación y manejo integral de los escombros, además de la baja regulación y control existente. Para el caso de la ciudad de Medellín se realizó la proyección de generación de residuos de construcción y demolición desde el año 2015 hasta el año 2027, dando como resultado una generación para el año 2027 de 1.899.855 m³ equivalentes a 2.526.807 toneladas (PGIRS, 2014).

Durante muchos años las empresas del sector de la construcción en la región, se ha considerado gran generador de empleo y jalonador de la economía, han venido ejecutando sus obras, con una escasa gestión sobre sus residuos, lo cual ha derivado en un problema ambiental de grandes proporciones, variable proporcionalmente con los crecimientos o crisis de la demanda constructiva. En ese sentido el estudio señala que se estima que, por cada metro cuadrado de construcción de vivienda, se generan 1,35 m³ de escombros, de los cuales entre el 50 y el 70 % son potencialmente reciclables. (PGIRS 2006),

En la ciudad de Medellín en los últimos años se ha venido trabajando con los actores que conforman el sector informal en el eslabón de la recolección de Residuos de Construcción y Demolición RCD, quienes vienen siendo tenidos en cuenta en los procesos de desarrollo público por parte del municipio de Medellín y la secretaría de Medio Ambiente, inicialmente en el año 2008 ejecutaron el programa “*Sustitución de Vehículos de Tracción Animal en la ciudad de Medellín*” cuyo objeto en su momento era regular el transporte de escombros con el objetivo de sustituir los vehículos de tracción animal. Actividad piloto en el país, teniendo en cuenta distintos asuntos de tipo jurídico, ambiental y socioeconómico.

El programa incluyó una caracterización socioeconómica de la población objetivo a través de la aplicación de la visita domiciliaria, la encuesta y el trabajo social de campo, entre los datos más representativos se detectaron:

- Identificación de 227 cocheros que visitaban de manera permanente 5 Centros de Acopio de escombros ubicados en toda la ciudad. (Alcaldía de Medellín, 2008).
- La mayoría son personas mayores de 26 años, con una población de la tercera edad de un 30.40% y con un 3.9% de población menor de edad. (Alcaldía de Medellín, 2008).
- Además, el 49.35% de la población tiene entre 1 y 20 años de trabajo y el 50.65% oscila entre 20 y 60 años de dedicación a esta labor. (Alcaldía de Medellín, 2008).
- La población se caracteriza por tener un bajo nivel de escolaridad e ingresos económicos que no superan un millón (\$1.000.000) de pesos mensuales. (Alcaldía de Medellín, 2008).

En la actualización del Plan de Manejo integral de Residuos Sólidos de la Ciudad de Medellín, 2014. Se identificó que el sistema presentaba fallas y era ineficiente y no sostenible, En vista que, el material generado por los pequeños generadores era transportado por motocargueros, quienes entre los años 2008 y el 2019, se encargaban de transportar el material hasta los Centros de Acopio Temporal CATE dispuestos por la alcaldía para el manejo de este tipo de residuo en cinco (5) comunas; La Ladera (Comuna 9), La Iguana (Comuna 11), Santa Lucia (Comuna 12), Postobón (Comuna 15) y el Manzanillo (Comuna 16). (PGIRS, 2014).

En estos sitios se atendía a la comunidad para la recepción de escombros provenientes de la pequeña reforma de los diferentes barrios de influencia, y la recolección domiciliaria que realizan los motocargueros. Actualmente de acuerdo a información relacionada en las páginas web oficiales de las autoridades ambientales gubernamentales que tienen injerencias en la dinámica ambiental urbana de Medellín, como son: el Área Metropolitana del valle de Aburra

[AMVA]¹, la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – [CORANTIOQUIA]² y la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare – [CORNARE]³, en la cual presentan los lugares donde se pueden disponer los residuos de construcción y demolición RCD en la ciudad de Medellín.

Tabla 1. Empresas registradas ante las autoridades ambientales para la recepción de RCD para el año 2021

EMPRESA	DIRECCIÓN	TIPO DE DISPOSICIÓN	AUTORIDAD AMBIENTAL
Comercializadora De Reciclaje BEN-YA S.A.S	Carrera 52 # 100 B - 74	Punto limpio	AMVA
Luz Enith Arcila Nieto - Excedentes Arcila	Cra 65B N° 26 - 34	Punto limpio	AMVA
Jairo León Úsuga David	Calle 94 Con Carrera 129 Pedregal Alto	Disposición Final de material seleccionado (Limos, arcillas y arenas)	Corantioquia
Inversiones Siegert S.A. En Liquidación	Carrea 50 número 48 -56 5118447 - 3193208500	Disposición Final de materiales seleccionados (Limos, arcillas y arenas)	Corantioquia
Sin Escombros S.A.S:	Carrera 106 # 31 AA -139	Disposición Final (Aprovechamiento para el lleno) Almacenamiento en Punto Limpio Aprovechamiento	Corantioquia
Construcción con escombros SAS	Diagonal 51 # 15 a-161	Aprovechamiento	Cornare
Empresas Varias de Medellín S.A..E.S.P.	CRA 58No.52-125 Edificio EPM	Almacenamiento	Cornare

Nota. Información ajustada del listado de gestores autorizados para el manejo de los residuos de Construcción y demolición en la Ciudad de Medellín (2021)

¹ AMVA, 2021. Recuperado en: <https://www.metropol.gov.co/ambiental/residuos-solidos/Paginas/RCD.aspx>

² Corantioquia, 2021. Recuperado en: <https://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/PDF/Tematicas/Residuos%20Peligrosos/Listado%20Gestores%20RCD%20Corantioquia.pdf>

³ Cornare, 2021 Recuperado en: <https://www.cornare.gov.co/residuos/rcd/LISTADO-DE-GESTORES-DE-RCD-INSCRITOS-EN-LA-JURISDICCION-CORNARE.pdf>

En los siguientes años siguientes hasta la fecha de acuerdo con el seguimiento al plan de gestión integral de residuos del año 2020, los motocargueros recibieron acompañamiento educativo durante el 2017 y 2018 y solo se alcanzó abarcar 33% del total de la población caracterizada (PGIRS, 2020) que según la mayoría de los casos son personas de bajo nivel educativo y con poca cultura ambiental no capacitados para la prestación de este servicio. (PGIRS, 2014).

Los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) dispuestos de forma clandestina por parte de los pequeños generadores y trabajadores informales ocasiona puntos críticos en la ciudad de Medellín que de acuerdo con el informe regional del plan de gestión integral de residuos sólidos PGIRS-2017-2030 efectuado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá en el año 2017, en Medellín hay 25 puntos críticos (AMVA, 2017).

De acuerdo al Decreto Único Reglamentario 1077 DE 2015 expedido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, establece en el artículo 2.3.2.2.2.3.44, que, el Municipio debe realizar acciones de eliminación de los sitios clandestinos a través de convenios con la empresa del servicio de aseo Empresas Varias De Medellín S.A. E.S.P EMVARIAS para efectuar la recolección, transporte y disposición final.

Mediante el Decreto 1609 del 8 de agosto de 2013 de la Alcaldía de Medellín por la cual se reglamenta el acuerdo municipal 062 de 2009, por la cual se establece la política pública para la gestión de escombros en la ciudad de Medellín. Así mismo, establece que se deben desarrollar capacitaciones sistemáticas tanto a generadores y transportadores que busquen mejorar la situación actual de la gestión de estos residuos (Garro, M. I. E. (2013)).

Es importante precisar que la educación ambiental puede ser un medio para radicar puntos críticos y así favorecer el beneficio social no monetario a la ciudadanía generando un ambiente sano y ahorro de dinero por la prestación del servicio de aseo financiado por el municipio en términos de descontaminación ambiental. (Guzmán Morales, O. (2019)).

3.2 Bases teóricas

La construcción sostenible es tenida en cuenta en Colombia y en latino américa de acuerdo con la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol) y la Corporación Financiera Internacional

(IFC). En razón de promover la certificación EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies). (Camacol, 2017). Así mismo, a escala internacional de acuerdo con (Orostegui and Zapata, 2017), existen otras certificaciones que incentivan a los contratistas en la implementación de construcciones sostenibles, como:

- LEED (Leadership in Energy & Environmental Design), que también promueve estándares ambientales.
- International code council's ICC-ES Sustainable Attributes Verification and Evaluation (SAVE) program.
- National Association of Homebuilders (NAHB)
- GreenPoint Rated New Home Program (California) (Winkler, 2010)

Es importante asociar la construcción sostenible con el diseño, las etapas y vida útil de un proyecto constructivo, concibiendo así una relación amigable con aspectos como el agua, la energía, residuos y emisiones, que a su vez son parámetros que se estudian para certificar que estas construcciones sean sostenibles. (ÁMVA, 2017). Estas certificaciones son guías de verificación con el fin de revisar y constatar el cumplimiento de los requisitos para la sostenibilidad y eficiencia en una construcción, donde se evalúan los siguientes parámetros (Orostegui and Zapata, 2017).

- La reutilización de edificaciones
- Reutilización de elementos no estructurales
- Manejo de residuos sólidos durante la construcción
- Reutilización de materiales
- Madera certificada
- Materiales con contenido reciclado
- Materiales Regionales
- Materiales rápidamente renovables
- Calidad interior ambiental
- Control del tabaco en interiores

Ahora bien, uno de esos parámetros es el manejo de los residuos sólidos, el cual representa para el sector de la construcción, un aspecto importante a la hora de evidenciar la corresponsabilidad ambiental en los procesos. Sea mediante la aplicación de las 3R de la ecología: reducir, reciclar y reutilizar. Estos 3 pasos llevan a la disminución de la producción de residuos, así mismo, buscan la protección y conservación del medio ambiente. (Jiménez, 2019), de acuerdo con (Winkler, 2010) algunos datos estadísticos que evidencian los altos niveles de recuperación de residuos generados en el sector de la construcción, son:

- El Consejo de Edificios Verdes de EE. UU. (USGBC) estima que hasta un 95 por ciento de los residuos en un sitio de construcción tradicional se pueden reciclar.
- La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) estimó en 2003 que solo el 20% de los residuos generados en un sitio de construcción se reciclaba o se reutilizaba y según las etapas de un proyecto se puede aprovechar: Demolición el 53%, renovación el 38% y la construcción nueva el 9%.

De acuerdo con Guía para la Elaboración del Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición - RCD de la secretaria de Medio Ambiente de la alcaldía de Bogotá, (2015). Los residuos de construcción y demolición son materiales con un alto potencial de ser aprovechados, debido a su composición de sus materiales. En aquellos lugares en los cuales no se realiza separación se desaprovechan materias primas, que, con un adecuado tratamiento, podrían ser recicladas o reutilizadas.

Figura 1. Jerarquía de aprovechamiento basada en las tres (3) ERRES.



Nota. Jerarquía de aprovechamiento de los Residuos de Construcción y Demolición RCD 2015. Fuente: Cartilla RCD Ambiente Bogotá, (2015)

En Colombia los residuos que se generan en las construcciones de acuerdo con la Resolución 0472 del 28 febrero de 2017, hoja No 3. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se denominan RCD (residuos de construcción y demolición), la cual a su vez clasifica en dos clases:

1. Susceptibles de aprovechamiento: hormigón, cerámicas, arenas, metales, plásticos, madera, vidrio, arcillas y sobrantes de excavaciones de terreno.
2. No susceptibles de aprovechamiento: residuos peligrosos y aquellos que por su estado no se pueden aprovechar. (Minambiente, 2017).

La generación de Residuos de Construcción y Demolición RCD está íntimamente ligado a las actividades que se realizan en las diferentes etapas contempladas a lo largo del proceso constructivo de edificaciones e infraestructuras (IHOBE, 2004). Por lo cual, su manejo y control requiere llevar un diseño previamente planificado (SDA, 2015).

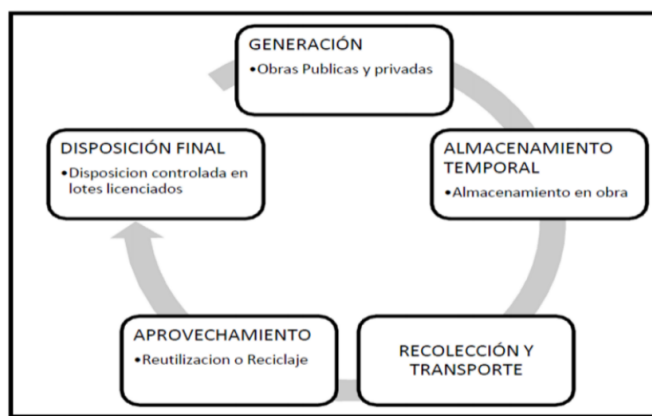
Figura 2. Clasificación de las etapas constructivas.



Nota. Clasificación de las etapas constructivas. (SDA, 2015)

Los Residuos de Construcción y Demolición RCD tienen un ciclo de vida el cual está conformado por actores, los cuales hacen parte de la cadena productiva, teniendo en cuenta que cada uno de ellos cumplen un papel fundamental en el modelo y este es eficiente siempre y cuando se logre comunicar de la forma correcta. (Castiblanco, 2013)

Figura 3. Etapas del modelo de gestión, según (Castiblanco, 2013).



Nota. Ciclo o etapas de los Residuos de Construcción y Demolición RCD. Tomado de (Castiblanco, 2013).

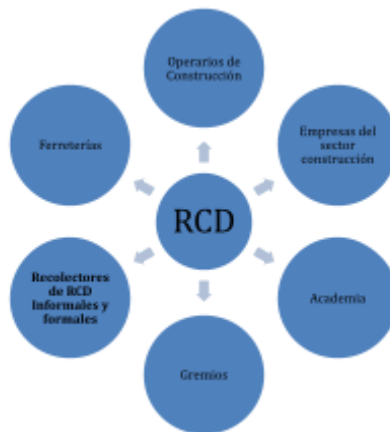
Los transportadores finalmente son los que se encargan de engranar el sistema entre los generadores y los sitios de aprovechamiento y disposición final, por lo tanto, si no existen sensibilizaciones, controles e incentivos que permitan que este gremio se vincule, puede

presentarse una ruptura en el proceso adecuado de disposición final de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD), así la persona contratante del servicio desee que se le dé un adecuado manejo. (Bautista, 2019).

Debido a la nueva reglamentación por parte del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y a las guías establecidas, es indispensable contar con un servicio eficiente de recolección y correcta disposición de Residuos de Construcción y Demolición (RCD). (Bautista, 2019). Sin embargo, en la actualidad las políticas públicas en Colombia que reglamentan la gestión tienen muchos vacíos, los cuales están pensados para generadores grandes y no para pequeños, quienes solo se ven afectados por el código de policía, el cual no se hace cumplir, por no ser este un delito relevante. (Bautista, 2019), este también es usado como instrumento de cultura ciudadana, previendo la afectación del medio ambiente y la salud pública. (Claudia M, Rincón D, 2020).

La Resolución 0472 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, da continuidad a la legislación colombiana asociado a las actividades de cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final, mediante la reglamentación de la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición. (Minambiente, 2017). Como, por ejemplo: Resolución 541 de 1994, Ley 1259 de 2008, Decreto 2981 de 2013, Decreto 1076 de 2105.

Figura 4. Actores involucrados en la gestión integral de RCD



Nota. Actores involucrados en la cadena de Residuos de Construcción y Demolición RCD ajustado de (Bautista, 2019)

Es importante decir que en Colombia no se necesita ningún tipo de licencia expedida por curadurías para realizar reparaciones menores o locativas según lo considerado en el artículo 10 del Decreto 1469 de 2010, como por ejemplo: remodelación de baños y cocina, cambios de pisos, pintura interna o externa, redes hidráulicas, eléctricas o de gas encontrándose allí el vacío, evidenciándose en que no existe un control de cuántos hogares han sido remodelados, y por ende cuántos Residuos de Construcción y Demolición (RCD) se generan, ni en donde se está realizando la disposición final. (Bautista, 2019).

Finalmente, de acuerdo a los planteamientos anteriormente analizados se puede considerar que el manejo de residuos sólidos viene presentando avances en términos de legislación; sin embargo, aún se presentan vacíos, en el caso de la ciudad de la Ciudad de Medellín se deben fortalecer los recolectores informales o motocargueros de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), finalmente, son quienes finalmente realizan la recolección, transporte y disposición final producidos por los pequeños generadores.

3.3 Marco Referencial

La generación de los Residuos de Construcción y Demolición RCD aumenta a nivel mundial como consecuencia del crecimiento urbanístico; en las últimas décadas esta generación ha sufrido un importante incremento, lo que ha dado lugar a que las distintas administraciones públicas, sobre todo a las europeas, comenzarán a regular la gestión de este tipo de residuos. (Acosta, G. 2005). Según (JARAMILLO, J. 2003). A nivel mundial, se estima que aproximadamente el 35% de Residuos de Construcción y Demolición RCD se destinan a sitios de disposición final. Sin embargo, esto puede variar de un país a otro. (Suárez, et al 2019)

A nivel mundial de acuerdo con Pogotech (2017), cada año se producen más de 6,5 mil millones de toneladas de Residuos de Construcción y Demolición RCD, de las cuales entre 2,6 y 3 mil millones de toneladas corresponden a residuos inertes de RCD. Es por esta razón, que países como Dinamarca, Alemania, Holanda y Reino Unido, han reconocido la necesidad de una

gestión sostenible de los residuos. En consecuencia, se han establecido objetivos para valorar los RCD desde la reutilización, recuperación y reciclado en toda Europa por encima del 70% en el año 2020 (Del Río, M. 2010).

Así mismo España es uno de los países europeos que más genera Residuos de Construcción y Demolición RCD. Cada año produce entre 30 y 40 millones de toneladas utilizados en construcción. El reciclaje de RCD en este país se sitúa entre el 25% y el 30% de la producción, terminando entre un 70% y un 75% en vertedero o sitios de disposición final (Del Río, M. 2010). Además, países como Alemania y Bélgica, se encuentran también adelantados en el tratamiento y aprovechamiento de estos residuos. Incluyen dentro del proceso, tratamientos específicos para cada uno, como: la separación en la fuente, permitiendo una mejor calidad del material reciclado y disminuyendo la cantidad de residuos que son dispuestos en vertederos (Pacheco et al, 2017).

En Australia, por ejemplo, se generan aproximadamente 19,5 millones de toneladas de Residuos de Construcción y Demolición RCD anuales. Un tercio de estos residuos son dispuestos directamente a vertederos (Menegaki y Damigos, 2018). En la mayoría de ciudades de China, el porcentaje de la tasa de tratamiento de los RCD está entre 3% y 10%. En Taiwán, la tasa de reutilización de RCD se encuentra entre 64%- 80% y en Corea del Sur y Japón alcanza el 97% (Manegaki, M. y Damigos D, 2018) y en Colombia se estima que actualmente menos del 20 % se dispone de manera adecuada de acuerdo con el análisis del potencial de reutilización de minerales en Colombia elaborado por la Universidad Industrial de Santander en el (2018).

En América Latina, de acuerdo con (Acosta, G. 2005). casi el 80% de la población total la población vive en las grandes ciudades, sin embargo, según (Suárez, et al 2019), no existen adelantos tan significativos en el aprovechamiento de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) debido a la falta de conciencia, planificación y ubicación de lugares apropiados para el reciclaje de estos residuos, ocasionando como afirma (JARAMILLO, J. 2003) la mala disposición de residuos genera deterioro al ambiente; uno de los impactos directos, es la contaminación de fuentes hídricas, tanto superficiales como subterráneas.

De acuerdo con un estudio adelantado en el Perú, en el que se abordó los temas económicos y ambientales de la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) mediante un análisis cualitativo con entrevistas a expertos y actores involucrados en el manejo, denominado Estudio de Aspectos Ambientales de la Gestión de RCD, en la municipalidad de Miraflores Arequipa, concluyó que los residuos que son manejados directamente por la población, son recogidos y transportados por sus propios medios, terminan dispuestos en lugares como, torrenteras, terrenos baldíos y espacios abiertos dentro y fuera de la jurisdicción, esto ocurre por los costos de transporte informal. (Pérez, A. H. H., & Muñoz, P. A. M. 2018).

En el caso peruano de acuerdo con (Pérez, A. H. H., & Muñoz, P. A. M. 2018) los transportes oscilan en moneda sol peruano entre S/20,00 a S/25,00 y en peso colombiano entre \$19.864 a \$24.605 por m³ y las volquetas trasladan solo a partir de 4M³, cobrando por viaje un costo en sol peruano S/100,00 que para el peso colombiano serian \$98.421 por m³. En el caso colombiano de acuerdo con el informe de Residuos de Construcción y Demolición RCD del Área Metropolitana del Valle de Aburrá AMVA 2017, el costo asociado al transporte de RCD en volquetas es cobrado por m³ y el valor oscila entre \$50.000 y \$70.000, en el caso de los pequeños generadores no se tiene identificado. En razón, al transporte informal efectuado por motocargueros. (AMVA, 2017).

Por lo anterior, de acuerdo con (Pérez, A. H. H., & Muñoz, P. A. M. 2018) los costos de recolección y transporte de los residuos se pueden considerar elevados, debido a que no se hace una evaluación costo – beneficio y existe la percepción que la municipalidad distrital debe brindar ese servicio. Otro de los aportes de la investigación tiene relación con la cultura ambiental, estableciendo que muchos de los actores involucrados e inclusive expertos no tienen la información sobre la normatividad, procedimientos y existe una falta de capacitación en el tema.

En relación a los municipios de Colombia, comparados con la ciudad de Medellín, la generación de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en las distintas ciudades es muy similar; sin embargo, este comportamiento está en función del número de sus habitantes, siendo más

crítico en ciudades que superan 2 millones de habitantes, como Bogotá, Medellín y Cali. No obstante, en ciudades más pequeñas, esta problemática es cada vez más notoria debido al gran dinamismo que presenta el sector de la construcción (Robayo et al., 2015).

Bautista (2019). señala que las políticas públicas en Colombia están pensadas para grandes generadores y no para pequeños generadores, situación que se puede asociar a la corresponsabilidad que tienen los transportadores informales que para la ciudad de Medellín es el motocargueros, quien es el responsable de efectuar de manera independiente la recolección, transporte y disposición final de los Residuos de Construcción y Demolición RCD que produce el pequeño generador.

Frente a esta problemáticas surge el análisis de diferentes investigadores que han estudiado el tema, por ejemplo Robayo et al., (2015) identificó algunas barreras o dificultades para la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición RCD en Colombia, son: la falta de cultura y comportamiento poco cívico por parte de la población, bajos incentivos financieros, la escasa prioridad ambiental en la agenda pública, la falta de conocimiento en esta temática por parte de los entes del sector y la inexistencia de normas técnicas que hayan sido avaladas por estudios e investigaciones científicas.

En Colombia, la gestión de los residuos se centra en los residuos sólidos urbanos. Aunque, la gestión y el manejo de los Residuos de Construcción y Demolición RCD están ordenados, muchos de los agentes relacionados hacen caso omiso, perjudicando el entorno y aumentando la cantidad de escombreras ilegales en estos países (Vidal, 2015). Por otra parte, según Bermejo, G. (2016), lo que genera la barrera es el incumplimiento de las normas del sector, y la carencia de lineamientos e instrumentos de gestión ambiental para su adecuado manejo, aprovechamiento y valorización.

En la ciudad de Medellín la disposición inadecuada de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en zonas públicas o lotes baldíos está principalmente asociado a los pequeños generadores y transportadores informales. Aspecto ambiental que debe ser abordado a través de alternativas de recuperación y conservación (Vallejo, 2019), en términos de aumentar la tasa de

aprovechamiento y a su vez mantener el entorno natural limpio de materiales que no alteren las condiciones ambientales, como: el agua, el suelo y el aire. Efectos que vendrían acompañados de menor demanda de elementos nuevos para la reconstrucción de los centros urbanos. (Contreras & Herrera, 2015)

Dicha alternativa debe contribuir a los alcances, las metas planteadas en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS de la ciudad de Medellín 2014 - 2027 y demás normas tanto departamentales como nacionales que vayan en relación al manejo integral de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) de la mano del modelo de desarrollo mundial en el ámbito social, ambiental y económico, enmarcados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS (PNUD, 2019), como:

- Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles, cuyo propósito es: Reducir el impacto ambiental negativo en especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.
- Objetivo 12: Producción y consumo responsable, cuyo propósito es: Reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización
- Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres: cuyo propósito es: Luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo

Para alcanzar dichos objetivos, se requiere de mejorar la calidad de vida de las comunidades a través de mejores espacios naturales con un ambiente sano, lo cual va ligado a la tasa de inversión por parte de los entes municipales para efectuar la limpieza de los puntos críticos de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en espacios públicos, recolección del material, el transporte y la disposición final (Vallejo, 2019). Antecedente que evidencia la necesidad de implementar lugares de aprovechamiento donde se recepcionen, pesen, acopien, aprovechen y almacenen los subproductos de acuerdo con la normatividad ambiental vigente la Resolución 0472 de 2017 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible que reglamenta los puntos limpios o lugares de aprovechamiento.

En general en Colombia el sector de la construcción consume altos contenidos de recursos naturales y produce grandes volúmenes de Residuos de Construcción y Demolición (RCD). Medellín al igual que las otras ciudades principales del país, como Bogotá, no son ajenas a padecer escasez de lugares acondicionados con la capacidad instalada suficiente para satisfacer la magnitud de RCD generados diariamente (Salcedo & Chaverra, 2016).

Históricamente la construcción ha sido un pilar necesario para el desarrollo de nuestras comunidades y a su vez un gran generador de residuos de construcción y demolición durante todas las etapas, es decir, la extracción de recursos naturales, la fabricación de los materiales y uso en la construcción de las obras civiles. Por lo cual, al realizar de manera correcta la separación en la fuente, se puede alcanzar de manera eficaz e identificar los materiales potencialmente reutilizables y reciclables como los residuos de mampostería y hormigón que pueden ser reciclados. (Pacheco et al, 2017).

La industria debe percatarse del alto potencial de aprovechamiento que muestran los residuos de construcción y demolición; como el triturado, al cual se puede generarse agregado grueso y este puede tener aplicaciones en pavimentos y en la conformación del concreto (Anantha, 2010). Las condiciones y características de los productos, luego de su tratamiento, deben ser comparables a las de los agregados naturales (Jaramillo, 2002). Esto supone que el tratamiento que se les dé a los materiales potencialmente aprovechables debe ser riguroso y las pruebas de calidad deben ser periódicas y estandarizadas para garantizar al mercado que se cuenta con la competitividad necesaria para el éxito del plan de gestión de residuos. (Pacheco, 2017).

Finalmente, para evaluar la viabilidad de instalar una planta de aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición en Bogotá o en cualquier ciudad de Colombia, como en Medellín se debe considerar los siguientes análisis de mercados, estudios técnicos de productos, procesos de producción, maquinaria, localización y la distribución de productos. Además del estudio financiero, evaluación de indicadores y el impacto en relación al contexto social, ambiental y económico. (González & Trujillo 2020).

La elaboración de productos de construcción, bajo el cumplimiento de la normatividad vigente, el aprovechamiento de los residuos que se encuentran en los sitios de disposición y los que se disponen ilegalmente, genera beneficios ambientales entorno a la disminución de la contaminación, beneficios económicos y sociales en cuanto a la creación de una empresa, a la generación de empleos y mejora en la calidad de vida en donde existen puntos críticos de acopio de residuos.(González & Trujillo 2020).

3.4 Marco Normativo

Resolución 0472 de 2017. Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD) y se dictan otras disposiciones, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Dicha Resolución establece la implementación de los puntos limpios o plantas de aprovechamiento.

Artículo 8°. Puntos limpios. La separación y el almacenamiento temporal de los residuos de construcción y demolición se realizará en los puntos limpios que deberán contar mínimo con las siguientes áreas de operación: 1. Recepción y pesaje. 2. Separación por tipo de RCD. 3. Almacenamiento.

Parágrafo. Para efectos de lograr economías de escala, los puntos limpios podrán ser de carácter regional.

Artículo 9°. Aprovechamiento. El aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición se realizará en plantas de aprovechamiento fijas o móviles y deberán contar mínimo con las siguientes áreas de operación: 1. Recepción y pesaje. 2. Separación y almacenamiento por tipo de RCD aprovechables. 3. Aprovechamiento. 4. Almacenamiento de productos.

Artículo 10. Medidas mínimas de manejo ambiental en puntos limpios y en plantas de aprovechamiento. Los gestores de los puntos limpios y plantas de aprovechamiento, deberán elaborar un documento que contenga las siguientes medidas mínimas de manejo:

- Describir el flujo de los procesos realizados con los residuos de construcción y demolición.
- Diseñar y ejecutar las obras de drenaje y de control de sedimentos.
- Contar con instrumentos de pesaje debidamente calibrados de acuerdo con la normatividad vigente.
- Establecer barreras para evitar el impacto visual en los alrededores de la planta, cuando a ello hubiere lugar.
- Realizar acciones para evitar la dispersión de partículas.
- Mantener los residuos de construcción y demolición debidamente separados de acuerdo al tipo de qué trata el Anexo I.

Parágrafo 1°. El gestor deberá remitir copia del documento de que trata el presente artículo a la autoridad ambiental competente, dentro de los 30 días calendarios siguientes al inicio de actividades de los puntos limpios y plantas de aprovechamiento, para efectos de su seguimiento y control. A dicho documento se le anexará copia de los permisos, licencias y demás autorizaciones ambientales a que haya lugar, así como copia de la certificación sobre la compatibilidad del proyecto con los usos del suelo establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT), o Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT). Parágrafo 2°.

Sin perjuicio de lo anterior y en cumplimiento del artículo 42 de la Ley 1523 de 2012, o aquella que la modifique o sustituya, el gestor deberá diseñar e implementar medidas de reducción del riesgo y planes de emergencia y contingencia.

Decreto 0471 del 11 de julio de 2018, por medio del cual la alcaldía de Medellín expide las normas reglamentarias de detalle aplicables a las actuaciones y procesos de urbanización, parcelación, construcción, reconocimiento de edificaciones y demás actuaciones en el territorio municipal y se dictan otras disposiciones.

Artículo 116. Sitios de disposición temporal y final de residuos de construcción y demolición –rcd.

Son los lugares, técnica y ambientalmente acondicionados para almacenar y depositar residuos de construcción y demolición – RCD-, también denominados escombros.

El procedimiento, criterios, metodología, prohibiciones y restricciones para la localización de áreas para la disposición temporal (CATES) y final (Escombrera) atenderán lo dispuesto en Decreto Nacional 838 de 2005 y en la Resolución Nacional 472 de 2017 del Ministerio de Medio Ambiente. Igualmente, son de aplicación las disposiciones del PGIRS Regional y municipal, así como el Decreto Municipal 1609 de 2013 que reglamenta el Acuerdo 62 de 2009 y demás normas que los modifiquen, complementen o sustituyan.

Para su localización se tendrán en cuenta las restricciones para la estructura ecológica principal y las áreas de amenaza y riesgo definidas en el artículo 14 del Acuerdo 48 de 2014

Adicionalmente, se tendrán en cuenta las siguientes restricciones para su localización:

- Donde se interfiera con proyectos de la red vial y del sistema de transporte público. Plan Vial Metropolitano.
- En áreas que constituyan espacio público de esparcimiento y encuentro
- En lotes que tengan colindancia con inmuebles de uso residencial o con diferentes usos que incluyan usos residenciales, con equipamientos de salud y educación.
- En terrenos de baja capacidad portante e inestables, humedales o de conformación lacustre.
- En estos sitios no se dispondrán materiales cuya descomposición genere lixiviados y/o problemas sanitarios, o que vengan mezclados con otro tipo de residuos como basuras, residuos líquidos, tóxicos o peligrosos.

PARÁGRAFO 1. Las autoridades ambientales para la autorización y licencias correspondientes, podrán exigir que la propuesta del proyecto incluya los datos asociados a su capacidad, vida útil, normas de operación, diseño de drenajes superficiales y sub-superficiales, taludes y terrazas. Así como la propuesta para su tratamiento, restauración paisajística y destinación futura.

PARÁGRAFO 2. De conformidad con la Ley 1453 de 2011 y Ley 1801 de 2016 –Código Nacional de Policía y Convivencia-, los sitios de depósito de escombros y otras tipologías de residuos sólidos donde se arrojan escombros no clasificados, en forma clandestina, que no cumplen con las disposiciones para el efecto, se consideran prohibidos

4. Identificación

4.1 Justificación

Cada vez que se realiza una reforma, demolición o construcción de un inmueble, como resultado se genera una gran cantidad de escombros compuestos por madera, hierro, piedra, concreto y plástico, entre otros residuos. Esta situación es frecuente sobre todo ahora que el sector de la construcción en Colombia ha venido presentando un importante aumento durante los últimos años.

Según el informe presentado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá en el plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS-R2016) se evidencia aspectos preocupantes en la inadecuada disposición final que se le está dando a los residuos de construcción y demolición, a pesar de que existen normas encargadas de regular el manejo de la situación. En ese sentido, se desea contribuir con estrategias que ayuden a disminuir los más de 24.113 M3 de residuos de construcción y demolición clandestinos que se generan al año en la ciudad (Becerra, 2021), sin perder de vista la importancia que existe entre la relación del transporte y la disposición final de los residuos que han sido una connotación de carácter económico y social creciente.

Por otro lado, es imperativo dado el aumento de residuos de construcción y demolición por reformas domiciliarias, que se tomen acciones que promuevan el aprovechamiento de los mismos fomentando la economía circular de reciclaje, reutilización y reducción, para que estos sean nuevamente aprovechados en el mercado. Además, la estrategia para lograr la coordinación y articulación entre los diferentes actores del proceso, por ejemplo, entre la autoridad ambiental, los habitantes, los transportadores informales para el desarrollo de acciones conjuntas que

conlleven a la adecuada disposición final de estos residuos, contribuyendo al mejoramiento del ornato de la ciudad.

Por último, es oportuno desarrollar alternativas que permita el mejoramiento de las soluciones logísticas para la recepción y adecuado manejo de los residuos de construcción y demolición, para que estos se dispongan correctamente en sitios aceptados por las autoridades ambientales; evitando que sean dispuestos en lugares baldíos como excusa por parte de los ciudadanos para ahorrar los costos de recolección, transporte y disposición final.

4.1.1 Contribución a la política pública

4.1.1.1. Contribución al Plan Nacional de Desarrollo

Tabla 2. Presentación de la contribución al plan de desarrollo nacional

Objetivos de desarrollo sostenible		Plan de desarrollo nacional " Pacto por Colombia, pacto por la equidad" 2019-2022		
Objetivo de desarrollo sostenible a impactar	Programa	Línea estratégica	Componente	Proyecto
<ul style="list-style-type: none"> Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles, cuyo propósito es: Reducir el impacto ambiental negativo en especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo. Objetivo 12: Producción y consumo responsable, cuyo propósito es: Reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres: cuyo propósito es: Luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo Agua limpia y saneamiento. 	Pacto por la calidad y eficiencia de servicios públicos	Agua limpia y saneamiento básico adecuado: hacia una gestión responsable, sostenible y equitativa	Adelantar acciones que garanticen la gobernanza comunitaria y la sostenibilidad de las soluciones adecuadas de agua potable, manejo de aguas residuales y residuos sólidos para incrementar la cobertura, continuidad y la calidad del servicio.	Soluciones de disposición final de residuos sólidos

Nota. Autoría propia

4.1.1.2 Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial

Tabla 3. Presentación de la contribución al plan de desarrollo departamental.

Plan de desarrollo departamental “Unidos por la vida 2020-2023”		
Línea estratégica	Componente	Programa
Nuestro planeta	Antioquia hábitat sostenible	Saneamiento para lo protección del medio ambiente

Nota: Autoría propia

4.1.1.3 Plan de Desarrollo Distrital o Municipal

Tabla 4. Presentación de la contribución al plan de desarrollo departamental.

Plan de desarrollo Municipal “Medellín futuro 2020-2023”		
Línea estratégica	Componente	Proyecto
Ecociudad	Servicios públicos, energías alternativas y aprovechamiento de residuos sólidos	Proyectos de diagnóstico, educación y gestión de los residuos de construcción y demolición implementados

Nota. Autoría propia

4.2. Problemática

4.2.1. Identificación y descripción del problema

4.2.1.1 Problema Central

La generación de residuos de construcción y demolición aumenta a nivel mundial por causa del desarrollo urbanístico, con relación a nuestro país, el comportamiento de estos está en función del número de sus habitantes, siendo más crítico en ciudades que superan 2 millones de habitantes, como Bogotá, Medellín y Cali (Salazar et al., 2015). el problema en el ámbito municipal surge de los volúmenes generados por el material generado por reformas domiciliarias y los sitios utilizados para el depósito final debido a un inadecuado manejo por parte de los

ciudadanos, generando así lo que se conoce como puntos críticos, que se constituyen como un factor de deterioro ambiental y paisajístico.

4.2.1.2 Descripción de la situación existente con relación al problema

En los últimos años a nivel mundial la humanidad se ha visto enfrentada a grandes retos, los cuales han traído varios cambios en el estilo de vida de las personas, entre esos la necesidad de construcción y adecuación de viviendas, edificios, locales, vías, entre otros. En respuesta a las exigencias básicas de la población en crecimiento que demanda en su vivienda un espacio para trabajar y tener una libre movilidad.

En ese sentido la Ciudad de Medellín como otros lugares del país está presentando un constante crecimiento en la industria de la construcción, según las cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]⁴ en mayo del 2021 se licenciaron en Colombia 1.724.026 m² para construcción, lo que significó un aumento de 87,2% en el área licenciada autorizada, para el caso particular de Medellín entre mayo de 2020 a 2021 se registró un área licenciada para vivienda de 86.595 m² y otros destinos 5.659 m² para un total 92.254 m².

Dichas construcciones han dejado como resultado para Medellín, grandes depósitos de residuos de construcción y demolición causando entre otros problemas, un factor de deterioro ambiental y paisajístico; De acuerdo a los datos presentados por la Secretaría de Medio Ambiente reportados en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2016-2027) se estima que en Medellín los pequeños generadores producen dieciocho mil quinientas cincuenta y tres toneladas al mes (18,553 ton/mes) y en su orden una generación anual de doscientas veinte dos mil seiscientos treinta y seis toneladas (222,636 ton/año), que se han convertido en una situación casi inmanejable para la ciudad (Salgado, 2009). Se evidencia, que muchos de estos residuos no terminan dispuestos en sitios autorizados sino en terrenos baldíos, parques, vías principales y otros sitios.

⁴DANE, 2021 Recuperado en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/licencias-de-construccion>

En el manejo de los residuos de construcción de demolición en Medellín una de las problemáticas encontradas tiene relación con la disposición final, estos residuos son llevados a 7 sitios autorizados de acuerdo a la Resolución 0472 del 2017 del Ministerio de Medio Ambiente en los cuales figuran puntos limpios, aprovechamiento y disposición final, sin embargo estos no son suficientes para satisfacer los grandes volúmenes de residuos de construcción de demolición generados por el gran desarrollo que tiene la ciudad. Además, a lo anterior se suma la ubicación geográfica de estos sitios que están dispersos en la ciudad y esto se convierte en un pretexto por los altos costos para que muchos de los generadores y transportadores informales opten por disponerlos en lugares diferentes.

Por otro lado, el aprovechamiento de residuos de construcción y demolición actualmente lo hace el sector privado (SINESCO e INDURAL) y para el año 2016 solo se aprovecharon 91,5 toneladas/día de RCD, lo cual es una fracción muy baja frente al potencial de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición que según las proyecciones efectuadas por el AMVA se espera que sea del 21% aproximadamente. (Área Metropolitana del Valle de Aburrá 2016).

4.2.1.3 Magnitud actual del problema – Indicadores de referencia (línea base)

De acuerdo a los datos presentados por la Secretaría de Medio Ambiente reportados en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2016-2027), en Medellín los pequeños generadores producen dieciocho mil quinientas cincuenta y tres toneladas al mes (18,553 ton/mes) de residuos de demolición y construcción, y en su orden una generación anual de doscientas veinte dos mil seiscientos treinta y seis toneladas (222,636 ton/año). Además, la mencionada secretaría (Becerra 2021) señala que los residuos de construcción y demolición que son arrojados de manera clandestina corresponden a 24,133 m³ al año.

Figura 5. Línea base para los residuos de construcción y demolición para la ciudad de Medellín.

Residuos de construcción y demolición (RCD)		
Parámetros	Unidades	Resultado
Cantidad mensual de RCD generados	Ton/mes	A continuación se presentan el promedio de los RCD Clandestinos recolectados y evacuados de Centros de Acopios en los años 2012,2013 y 2014: Año 2012= 206.149 ton/año Año 2013= 227.072 ton/año Año 2014= 206.383 ton/año Promedio RDC generados= 213.201 ton/año 17766,78 ton/mes
Caracterización de los RCD generados	% en peso por tipo de material	No se cuenta con una caracterización de RCD actualizada, sin embargo se cuenta con datos de una caracterización realizada en el año 2006.
Tipo de sitio empleado para la disposición final o aprovechamiento de RCD	Escombrera, relleno sanitario, planta de aprovechamiento, etc.	Escombreras
Autorización ambiental del sitio de disposición final de RCD	Número, fecha y autoridad ambiental que expide el acto administrativo	Escombrera Mincivil: Resolución 0219 de 23 de Marzo de 2007 Secretaría de Planeación y Desarrollo Urbano de Girardota Escombrera Trapiche: Resolución 1410 de 17 de Septiembre de 2014 Secretaría de Planeación y Desarrollo Urbano de Girardota.
Recolección y disposición final de RCD	Persona natural o jurídica que presta el servicio	Empresas Varias de Medellín, mediante contrato interadministrativo con el Municipio de Medellín.

Nota. Elaboración equipo PGIRS Medellín (2014). Fuente: Universidad de Medellín, (2014)

4.2.1.4 Causas directas e indirectas que generan el problema

Las causas que generan la problemática al objeto de análisis en el presente trabajo entre otras son:

Causas directas

- ✓ Insuficiente conocimiento de los ciudadanos en la adecuada separación de los residuos de construcción y demolición.
- ✓ Pocos sitios locales para la disposición de residuos construcción y demolición

Causas indirectas

- ✓ Poca cultura ciudadana para la separación y disposición final de residuos de construcción y demolición
- ✓ Insuficientes estrategias de divulgación y comunicación para el manejo de residuos de construcción y demolición.

- ✓ Baja inversión pública en soluciones logísticas para la recepción de residuos de construcción y demolición.
- ✓ Insuficiente espacio en el territorio para la disposición final de residuos de construcción y demolición.

El problema central es la inadecuada disposición final de residuos de construcción y demolición generados por las reformas domiciliarias en la ciudad de Medellín; se genera entre otras causas, por un insuficiente conocimiento de los ciudadanos con respecto a una adecuada separación de los residuos de construcción y demolición y a los pocos sitios locales para la disposición de residuos construcción y demolición.

A su vez estas situaciones conllevan a unas causas indirectas como son, poca cultura ciudadana para la separación y disposición final, además de insuficientes estrategias de divulgación y comunicación para el manejo de estos residuos, sumado a una baja inversión pública en soluciones logísticas para la recepción de estos residuos y por último insuficiente espacio en el territorio para la disposición final de residuos de construcción y demolición.

4.2.1.5 Efectos directos e indirectos generados por el problema

Los efectos del problema comprenden diferentes dimensiones del desarrollo entre algunos se encuentra el ambiental a través del alto impacto negativo al medio ambiente, y el incremento de puntos críticos con la ocupación inadecuada del espacio público.

Efectos directos

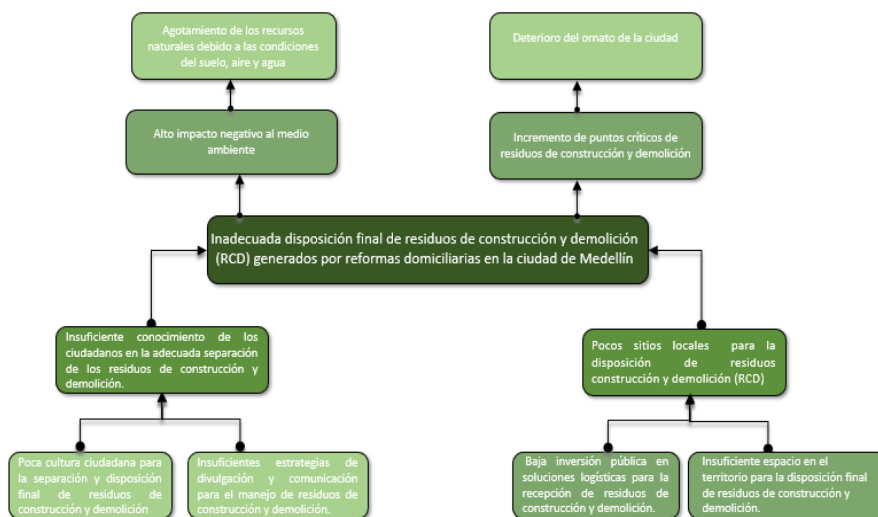
- ✓ Alto impacto negativo al medio ambiente
- ✓ Incremento de punto críticos con residuos de construcción y demolición

Efectos indirectos

- ✓ Agotamiento de los recursos naturales debido al desmejoramiento de las condiciones del suelo, aire y agua
- ✓ Deterioro del ornato de la ciudad

4.3 Diagrama de Árbol de Problemas

Figura 6. Árbol de Problemas



Nota: Elaboración propia

4.4 Participantes

4.4.1 Identificación de los participantes

Tabla 5. Presentación de los actores involucrados en el proyecto

Actor	Entidad	Posición	Intereses o Expectativas	Contribución o Gestión
Departamental	Gobernación de Antioquia	Cooperante	Mejorar las condiciones ambientales de los municipios de la región antioqueña que quieran replicar el modelo de puntos móviles de los residuos de construcción y demolición.	Técnica, legal y financiera
Departamental	Corporación Autónoma del Centro de Antioquia - Corantioquia	Cooperante	Mejorar las condiciones ambientales de los municipios en jurisdicción territorial de Corantioquia que quieran replicar el modelo de puntos móviles de los residuos de construcción y demolición.	Técnica, legal y financiera
Metropolitano	Área Metropolitana del	Cooperante	Mejorar las condiciones ambientales de los municipios en jurisdicción	Técnica, legal y financiera

	Valle de Aburrá - AMVA		territorial del AMVA que quieran replicar el modelo de puntos móviles de los residuos de construcción y demolición.	
Municipal	Alcaldía de Medellín	Cooperante	Mejorar las condiciones ambientales de los barrios con mayor número de puntos críticos de los residuos de construcción y demolición con la implementación del modelo de puntos móviles debidamente regulados por funcionarios.	Técnica, legal y financiera
Comunidad	Organizaciones comunales JAL & JAC	Beneficiario	Organizaciones comunitarias que recibirán el beneficio como representantes de la comunidad a través de medidas reguladas por la administración por medio de convenios que generen apropiación en el territorio.	Acercamientos con el territorio.
Comunidad	Habitantes aledaños a puntos críticos de los residuos de construcción y demolición	Beneficiario	Habitantes aledaños a puntos críticos que participaran de las actividades tanto educativas como de disposición de beneficiarios de puntos móviles de los residuos de construcción y demolición a través de medidas reguladas por medio de convenios que generen apropiación en el territorio.	Población capacitada y fortalecida con medios para la disposición móvil de los residuos de construcción y demolición.
Organizaciones sociales.	ONG	Cooperante	Organizaciones jurídicas y comunitarias que tengan vínculos con las comunidades como medios de comunicación y otras distintas formas de organización social como adultos mayores, espacios juveniles y representantes de concejos comunales.	Acercamientos con el territorio.
Comunidad	Transportadores informales (motocargueros)	Beneficiario	Transportadores informales que recogen, transportan y entregan a un tercero la disposición final, quienes se beneficiarán de los puntos móviles de residuos de construcción y demolición y participarán en el desarrollo de las acciones propuestas.	Población capacitada y fortalecida con medios para la disposición móvil de residuos de construcción y demolición.
Comunidad	Organizaciones criminales	Opositores	Individuos de las comunidades quienes mediante el control territorial	Control territorial criminal que pueden

			criminal pueden ocasionar dificultad en la implementación del punto de residuos de construcción y demolición móvil	dificultar la implementación de puntos críticos.
Comunidad	Habitantes aledaños a puntos móviles de residuos de construcción y demolición RCD	Opositores	Personas que pueden verse incómodos cómodos con el punto móvil dispuesto cerca de los predios.	Habitantes que puedan dificultar la implementación de puntos móviles de residuos de construcción y demolición.
Organismos internacionales	Empresas tanto públicas como privadas que sean aportantes en temas ambientales	Cooperante	Contribución de indicadores en términos de desempeño ambiental en planes de gobierno o metas en planes de gobiernos privados.	Aporte en dinero o en especie que contribuya a financiar el proyecto en el tiempo. Así mismo, con aportes en insumos que generen las condiciones para operar el proyecto.

Nota: Elaboración propia.

4.4.2 Análisis de los participantes

Para el caso en particular del presente documento la población definida principalmente es la que se encuentra asociada a los pequeños generadores (ciudadanos) y los transportadores informales, así mismo, se consideran otros actores que son relevantes en los eslabones de la cadena de gestión integral de residuos de construcción y demolición, como son las autoridades ambientales, la Policía Nacional, las organizaciones comunales, organizaciones sin ánimo de lucro y empresas gestoras privadas o públicas que efectúan la recolección, el transporte y la disposición final o aprovechamiento en el marco ambiental local, departamental y nacional en términos ambientales.

Según la Resolución 0472 de 2017 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, la responsabilidad del manejo y presentación adecuada de los residuos de construcción y demolición se encuentra en cabeza del generador bien sea grande o pequeño. En ese sentido, se puede asociar a la corresponsabilidad que tienen los transportadores informales quienes son los

responsables de efectuar de manera independiente la recolección, transporte y disposición final de estos residuos que produce el pequeño generador en la ciudad de Medellín.

Así mismo, en la ciudad de Medellín la disposición inadecuada de residuos de construcción y demolición en zonas públicas o lotes baldíos está principalmente asociado a los pequeños generadores y transportadores informales (Vallejo, 2019). En ese orden de ideas, el manejo de los residuos de construcción y demolición clandestinos se configura como un servicio especial, el cual asume el municipio como autoridad en el servicio de aseo de acuerdo a la Resolución 0472 de 2017, quienes deben garantizar su adecuada recolección, transporte y disposición final.

Para el caso de la ciudad de Medellín, la autoridad ambiental es el Área Metropolitana del Valle de Aburrá AMVA, pero a la hora de disponer o aprovechar los residuos de construcción y demolición se pueden considerar; empresas asentadas en otras jurisdicciones territoriales reguladas por otras autoridades ambientales, como: Corantioquia y Cornare. Es decir, todo transportador formal o informal debe disponer estos residuos en lugares debidamente registrados y facultados por las autoridades ambientales. En caso de que ocurra lo contrario es competencia de la Policía Nacional, la autoridad ambiental o las entidades de control pueden efectuar acciones tipo pedagógico o sanciones contravencionales a los infractores.

4.5 Población

4.5.1 Población afectada por el problema

Tabla 6. Población afectada por la inadecuada disposición de RCD en Medellín

Número de personas	Fuente de la información
2.573.220	DANE Censo Nacional de Población y Vivienda Proyección 2021

Nota: Fuente DANE 2021

Tabla 7. Localización Población Afectada

Región	Occidente
Departamento	Antioquia

Municipio	Medellín
------------------	----------

Nota: Fuente propia

4.5.2 Población objetivo de la intervención

Tabla 8. Población objeto de la intervención

Número de personas	Fuente de la información
197.625	Barrio Belén DANE Censo Nacional de Población y Vivienda, Alcaldía de Medellín Proyección 2020
163.748	Barrio Aranjuez DANE Censo Nacional de Población y Vivienda, Alcaldía de Medellín Proyección 2020

Nota. Fuente DANE 2021

4.5.3 Localización Población objeto de intervención:

Tabla 9. Localización Población objeto de intervención

Región	Occidente
Departamento	Antioquia
Municipio	Medellín

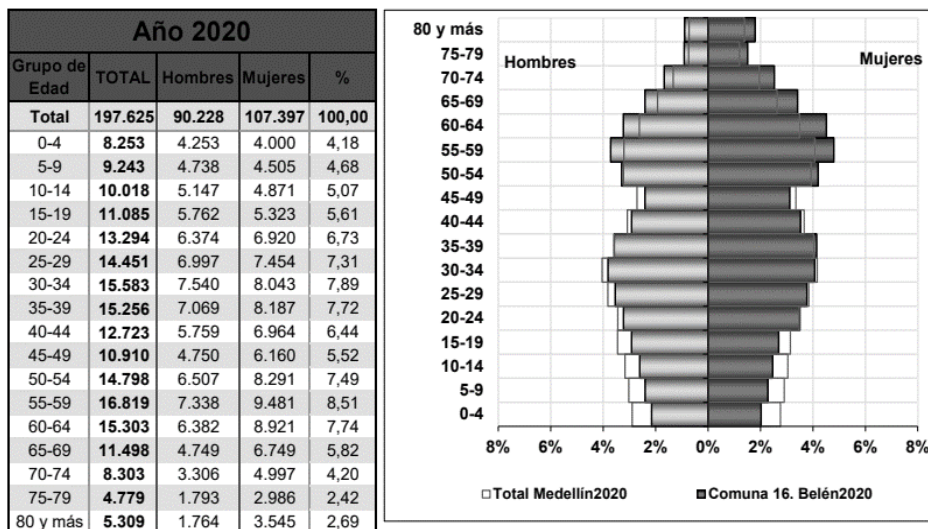
Nota: Fuente propia

La población objetivo alcanzable en el proceso de educación ambiental al año son ciudadanos que habiten cerca a los principales puntos críticos de los barrios de Aranjuez y Belén, cuya población de acuerdo con las proyecciones de la población 2016 – 2020 del municipio de Medellín es de 197.625 habitantes y la población de Aranjuez 163.748 habitantes. Además, se contempla abordar los 300 motocargueros registrados en el plan de gestión integral de residuos sólidos PGIRS (2016) de la ciudad.

4.5.4. Características demográficas de la población objetivo

Figura 7. Presentación de Población discriminada del barrio Belén Comuna 16, municipio de Medellín

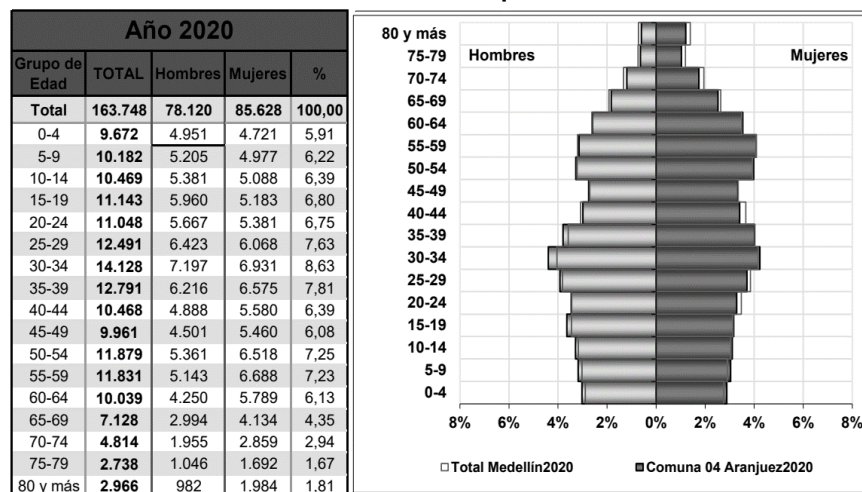
**Grupos Quinquenales de la 0-4 hasta 80 años y más.
Pirámide de población**



Nota: Fuente: Municipio de Medellín 2021

Figura 8. Presentación de N° Población discriminada del barrio Aranjuez Comuna 16, municipio de Medellín.

**Grupos Quinquenales de la 0-4 hasta 80 años y más.
Pirámide de población**



Nota: Fuente: Municipio de Medellín 2021

4.6. Objetivos

4.6.1. Objetivo general e indicadores de seguimiento

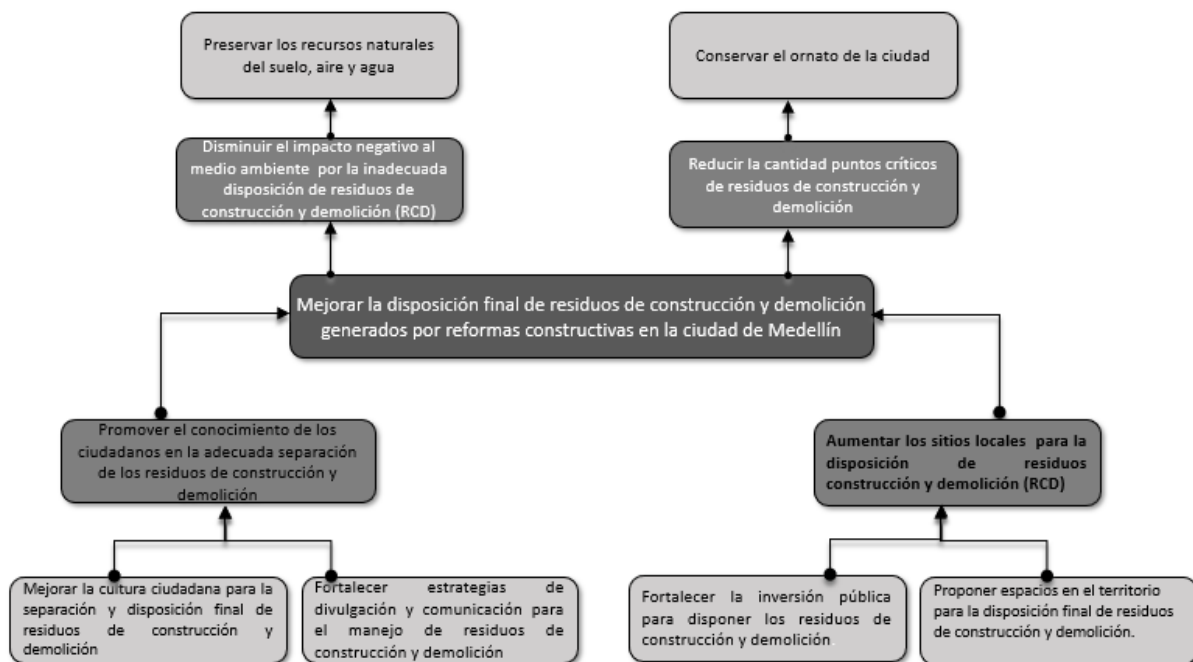
Formular alternativas para la disposición adecuada de residuos de construcción y demolición generados por reformas domiciliarias.

4.6.2 Objetivos específicos

- Diseñar e implementar un plan de Educación, formación y/o capacitación para un adecuado manejo de los residuos de construcción y demolición.
- Diseñar e implementar puntos móviles para la adecuada clasificación, separación y disposición de los residuos de construcción y demolición.

4.7. Diagrama del árbol de objetivos (soluciones)

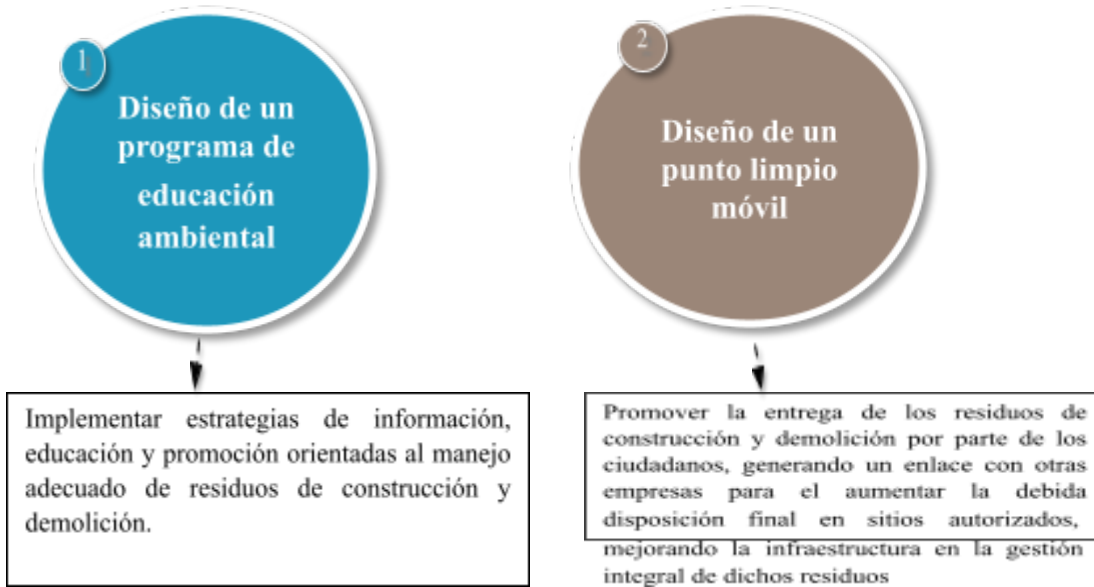
Figura 9. Árbol de objetivos



Nota: Elaboración propia

4.8 Alternativas de solución:

Figura 10. Alternativas de solución



Nota: Fuente Propia

Contribuir con la disminución de la contaminación ambiental en la ciudad de Medellín causada por los residuos de construcción y demolición generados a partir de las reformas domiciliarias, reduciendo la generación de más de dieciocho mil quinientas cincuenta y tres toneladas al mes (18,553 ton/mes) que se producen al mes por los habitantes de la ciudad (PGIRS.2016), por medio de unas estrategias que contienen en primer lugar un plan de capacitación a las personas involucradas en la generación y recolección y en segundo lugar el diseño de un punto móvil.

La primera iniciativa busca mediante el diseño de un programa educativo ambiental dirigido a la población aledaña a los puntos críticos de residuos de construcción y demolición de los barrios Aranjuez y Belén de la ciudad de Medellín, además de los transportadores informales de la ciudad, quienes cada día están inmersos de manera directa en esta problemática del manejo inadecuado de residuos de construcción y demolición.

El diseño metodología del programa de educación comprende una primera fase de Diagnóstico del manejo actual de los residuos de construcción y demolición en los barrios de Belén y

Aranjuez. La fase dos es el diseño del programa de educación para la adecuada disposición final de estos residuos. La tercera fase es el diseño del plan de divulgación, socialización y convocatoria comprende diseño de las charlas de educación ambiental, diseño de la campaña de sensibilización ambiental y acercamientos con los actores involucrados en la problemática inadecuada disposición de los escombros. Por último, la fase cuatro es la implementación del programa de educación ambiental con actividades que involucran la realización de las charlas de educación en el manejo de residuos de construcción y demolición para la comunidad y transportadores informales. Así mismo la realización de campaña de sensibilización ambiental.

El proceso educativo contempla abordar el potencial que tienen estos residuos en el ámbito del reciclaje y así contribuir con la cultura sostenible mediante los productos que se pueden transformar, reparar y reutilizar, con el fin de crear conciencia en las personas y mejores hábitos ambientales. como, por ejemplo: desde la parte artísticas donde se busca integrar los minerales y compuestos presentes en los RCD para realizar acabados especiales en fachadas o trabajos de decoración. De acuerdo a lo anterior se propone como un elemento estratégico la presentación de una buena práctica ambiental de economía circular llamada Muros Verdes, liderada por el instructor Esteban Acosta Zapata del Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción (CDHC)⁵

La segunda alternativa plantea el diseño de un punto limpio móvil que permita lograr que los residuos de construcción y demolición de pequeños generadores puedan ser almacenados de forma correcta y luego se gestione la disposición final, según sea su tipo. Para lograrlo se contempla la instalación de contenedores para la entrega por parte de los ciudadanos, además, de actividades de persuasión, es decir aquellas personas que hayan sido sancionadas, deben asistir a estas actividades como corresponsabilidad por la práctica inadecuada, para así contribuir con la eliminación de los puntos críticos de la ciudad, así mismo, los beneficiarios puedan poner en práctica lo aprendido en las capacitaciones donde se aborda la separación, clasificación, embalaje y aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición.

⁵ SENA, 2021 Recuperado en: https://www.youtube.com/watch?v=L1e0UKDZF_c&ab_channel=BibliotecaSena

5. Preparación

5.1 Estudio de necesidades

Figura 11. Análisis de necesidades

	Bien o servicio	Medido a través de	Descripción	Inicio historia	Final historia	Último año
	Diseño e Implementación de puntos móviles para el acopio temporal de residuos de construcción y demolición	Metros cúbicos	La alternativa del punto móvil, consta de (dos) 2 contenedores movedizos con capacidad d 14 m3 cada uno, además, de la instalación de un cerramiento con su debida demarcación perimetral, dos (2) baños móvil tipo portátiles, con su respectiva señalización. Dicho punto limpio móvil, puede almacenar diariamente una capacidad de 28 m3	2016	2021	2026
	Año	Oferta	Demanda	Déficit		
	2016	0,00	2,00	-2,00		
	2017	0,00	2,00	-2,00		
	2018	0,00	2,00	-2,00		
	2019	0,00	2,00	-2,00		
	2020	0,00	2,00	-2,00		
	2021	0,00	2,00	-2,00		
	2022	2,00	2,00	0,00		
	2023	0,00	0,00	0,00		
	2024	0,00	0,00	0,00		
	2025	0,00	0,00	0,00		

Nota: Fuente propia

Figura 12. Proyección de generación residuos de construcciones y demolición 2017-2030

Proyección de generación de RCD AMVA 2017 – 2030			
Año	% crecimiento	RCD Generados Ton/día	RCD con Potencial Aprovechamiento Ton/día
2017	2,4%	19.222	4.805
2018	5,0%	19.724	4.931
2019	5,1%	19.740	4.935
2020	5,2%	19.749	4.937
2021	5,2%	19.755	4.939
2022	5,2%	19.761	4.940
2023	5,3%	19.766	4.941
2024	5,3%	19.771	4.943
2025	5,3%	19.777	4.944
2026	5,3%	19.783	4.946
2027	5,4%	19.789	4.947
2028	4,2%	19.562	4.891
2029	5,5%	19.807	4.952
2030	5,5%	19.816	4.954

Nota: Fuente equipo técnico PGIRS 2017-2030

5.2 Análisis técnico de la alternativa

Este proyecto pretende formular alternativas para la adecuada disposición de residuos de construcción y demolición, mediante dos acciones : i) la primera es implementar estrategias de información, educación y comunicación orientadas a los habitantes aledaños a los principales puntos críticos de la ciudad y además a los transportadores informales (motocargueros) quienes se encargan de hacer la disposición final de residuos de construcción y demolición, que según los datos del Plan de Desarrollo Municipal solo se ha capacitado a un 33% de estos en dichos temas de educación ambiental.

Estos programas, estarán dirigidos a toda la población del municipio de Medellín, principalmente a los habitantes de Aranjuez, Belén y a todos los transportadores informales, quienes enfrentan día a día esta problemática del manejo inadecuado de los residuos de construcción y demolición. Se ha evidenciado 2 etapas del ciclo de desarrollo de los proyectos los cuales son el diseño y la implementación; en la primera se pretende desarrollar todo el diseño curricular y la segunda dictar los programas educativos a la población objetivo.

Por otro lado, la segunda alternativa se plantea dado que los residuos de la construcción y demolición son residuos especiales, no se pueden entregar a los operadores de aseo convencionales, por lo que se debe pagar para ser transportados a uno de los centros autorizados para la disposición final que existen en la ciudad, que están descritos tabla 1 (Información ajustada del listado de gestores autorizados para el manejo de los residuos de Construcción y demolición en la Ciudad de Medellín).

La alternativa del punto móvil, consta de (dos) 2 contenedores movедizos de 14 m³ cada uno, además, de la instalación de una (1) caseta o alquiler de un espacio para oficina, dos (2) baños móvil tipo portátiles y la instalación de un cerramiento con su debida demarcación perimetral, con su respectiva señalización. Dicho punto móvil, almacenará diariamente una capacidad de 28 m³, dando como resultado mensual una capacidad 672 m³ y al año 8.064 m³. Los cuales se gestionarán con empresas debidamente certificadas a disposición final.

Así mismo en la ciudad de Medellín existen pocos sitios para la disposición final de estos residuos y su volumen es alto, se debe acudir a centros de disposición final autorizados a las afueras de la ciudad, ocasionando costos logísticos elevados y trasladando el problema de contaminación. Además, se han identificado 500 puntos críticos⁶ ubicados en toda la ciudad. Se propone entonces tanto el diseño de un punto limpio móvil, y del programa de educación ambiental planeando su desarrollo en (4) meses y la operación del punto limpio móvil ya instalado un (1) año. Tiempo estimado para ejecutar sensibilizaciones, divulgación del Punto móvil de entrega por parte de los ciudadanos y transportadores informales de residuos de construcción y demolición.

Esta estrategia consiste (punto móvil):

- ✓ Limpieza del punto de arrojo clandestino por operador de aseo a las 5: 00 a.m.
- ✓ Instalación por un día de dos contenedores, la carpa y el cerramiento móvil.
- ✓ Retiro de esta infraestructura a las 6:00 p.m.
- ✓ Presencia de Técnico ambiental y dos recicladores los cuales tendrán la capacitación para la recepción y capacitar al usuario que llegue sin los residuos de construcción y demolición sin clasificar.
- ✓ Simultáneamente en el punto crítico se instalarán vallas de información sobre la finalidad
- ✓ Los residuos producto de esta actividad serán llevados por el operador de aseo hasta el sitio de tratamiento y disposición final

⁶ Acomodal 2021. Recuperado el 6 de noviembre, de <https://www.acodal.org.co/manejo-de-escombros-un-reto-para-el-aburra/>

5.3 Localización

5.3.1 Localización de la alternativa

El proyecto será desarrollado en la región andina de Colombia, en el departamento de Antioquia, municipio de Medellín específicamente en la comuna 4 barrio Aranjuez y en la comuna 16 barrio Belén.

Las condiciones del lugar donde se va a instalar el punto móvil deben cumplir los siguientes criterios:

- Estar ubicado en una zona central en términos de fácil acceso para los vehículos de transporte y para la instalación del punto móvil, así mismo, estratégico en términos de afluencia de personas de la zona y por último no menos importante, contar con alta seguridad para que los técnicos que van a estar en campo apoyando los procesos de recepción de residuos de construcción y demolición estén seguros, así como también los equipos.
- Por otra parte, la ubicación debe estar bajo los lineamientos del Plan de Ordenamiento Territorial (Acuerdo 48, 2014) y el (PGIRS Medellín, 2014), por lo cual, los lugares propuestos son tomados como referencia, sin embargo, la ubicación final del punto móvil, se recomienda ubicarlo bajo un polígono tratamiento acorde con la actividad, cerca de los lugares propuestos y con los respectivos permisos ante las autoridades ambientales.

Punto móvil No. 1: En el barrio Aranjuez el punto móvil de residuos de construcción y demolición se instala en el sector contiguo al jardín botánico y el Parque Explora, a un costado de la avenida Carabobo; barrios Miranda, Campo Valdez y San Pedro. Es un lugar central, por las condiciones de accesibilidad tanto para la comunidad como para los transportadores quienes finalmente serán quienes lleven estos residuos a puntos de disposición final, además es una zona altamente vigilada por la institucionalidad.

Figura 13. Imagen de los barrios San Pedro, Campo Valdés y Miranda.



Nota: Fuente: Google Earth 2021

En el barrio Belén el punto móvil de residuos de construcción y demolición se propone instalarlo en el sector contiguo al Aeroparque Juan Pablo II; Es un lugar central, por las condiciones de accesibilidad, tanto para la comunidad como para los transportadores quienes finalmente serán quienes lleven los residuos de construcción y demolición a los puntos, además es una zona que es altamente vigilada por la institucionalidad.

Figura 14. Imagen de barrios Fátima y Nutibara



Nota: Fuente: Google Earth 2021

El proyecto será desarrollado en la región Andina de Colombia, específicamente en el Departamento de Antioquia, ver detalle a continuación:

Tabla 10. Lugares de ejecución del Proyecto

Región	Departamento	Municipio	Centro Poblado	Localización específica
Andina	Antioquia	Medellín	Comuna 16	Contiguo al Aeroparque Juan Pablo II,
Andina	Antioquia	Medellín	Comuna 4	Contiguo al jardín botánico

Nota: Fuente propia

5.3.2 Factores analizados.

Para tomar la decisión de dónde localizar la alternativa de solución propuesta se tienen en cuenta los siguientes factores.

Aspectos administrativos y políticos: A nivel local, departamental y nacional se tiene enmarcado los planes, programas y proyectos estipulados por entes gubernamentales en cuanto la variable ambiental, pero precisando que el proyecto se enfoca en los residuos de construcción y demolición y en el componente de la educación ambiental.

Cercanía a la población objetivo: La población objetivo es abordada de acuerdo a las dinámicas del territorio y aspectos técnicos conceptuales. Es decir, son zonas centrales para los sectores tienen un alto grado de corresponsabilidad en la variable ambiental, como: generadores, transportadores y lugares de disposición final, donde según el seguimiento del PGIRS, (2021), Aranjuez ocupada el primer lugar con 38 comparendos policiales entre 2020 y 2021, mientras que Belén el cuarto puesto con 14 comparendos policiales entre el 2020 y 2021

Cercanía de fuentes de generación: Los lugares seleccionados para desarrollar el proyecto, son aquellos que tienen las siguientes características: altos índices de inadecuada disposición sobre las vías, riberas de quebradas o lotes baldíos. Los cuales están documentados en proyectos públicos, investigaciones universitarias o periódicos de gran relevancia en la ciudad de Medellín, los cuales son objeto de análisis, reflexiones y acciones en cuanto a propuestas de solución a la problemática ambiental asociada.

Comunicaciones: Para seleccionar la localización del proyecto se tiene en cuenta aspectos como: el lugar presenta alta afluencia de personas de la ciudad, tanto locales como de carácter municipal y los lugares seleccionados son característicos de acuerdo a ese criterio de selección. Por ejemplo, en la comuna 4 Aranjuez se encuentra el jardín botánico, el Parque Explora, la universidad de Antioquia, la Personería de Medellín, casa de la justicia, la estación universidad y el centro comercial el Bosque Plaza. Mientras que en la comuna 16 Belén se encuentra la clínica las américas, el aeroparque Juan Pablo II, el centro comercial Arkadia y la Unidad de María Luisa Calle.

La comunicación también se aborda desde el contexto externo e interno. Es decir, en el componente externo se tiene en cuenta aspectos como manejo de redes sociales, medios de comunicación, publicidad y demás formas en las que se pueda divulgar información donde se coloque en colación la información proveniente del proyecto hacia las comunidades. Por otro lado, la comunicación interna va enfocado básicamente al manejo de la comunicación interna entre el equipo de trabajo, donde aborda aspectos como: procedimientos de manejo de la información a publicar, solicitud de reportes, reuniones periódicas, construcción de publicidad entre otros.

Costo y disponibilidad de terrenos: Las áreas seleccionadas para desarrollar las actividades educativas y la instalación temporal del punto móvil de residuos de construcción y demolición originados por los pequeños generadores se tiene en cuenta la siguiente premisa. i) ser un espacio de fácil acceso vehicular y peatonal de carácter público. Factores que pueden incidir en aspectos económicos.

Disponibilidad de servicios públicos domiciliarios (Agua, energía y otros): Las áreas seleccionadas para localizar el proyecto se tiene en cuenta el acceso a los servicios públicos, factores que pueden ser subsanados con los espacios de carácter público que se encuentran dentro de las zonas definidas, por ejemplo, el jardín botánico o parque de los deseos en la comuna 4 o en la comuna 16 el aeroparque Juan Pablo II o el centro comercial Arkadia o la unidad deportiva María Luisa Calle.

Disponibilidad y costo de mano de obra: Los profesionales contemplados para desarrollar el proyecto son habitantes del área metropolitana del valle de Aburrá, quienes tienen injerencia en la cercanía donde se desarrolla el proyecto, además, permitiría ahorros de dinero y menor tiempo en desplazamientos.

Estructura impositiva y legal: Cada rubro contemplado para la ejecución del proyecto tiene implícito todo lo implicado a aspectos de impuestos requeridos por el sector público, esto con el fin de cumplir a cabalidad con los requerimientos legales.

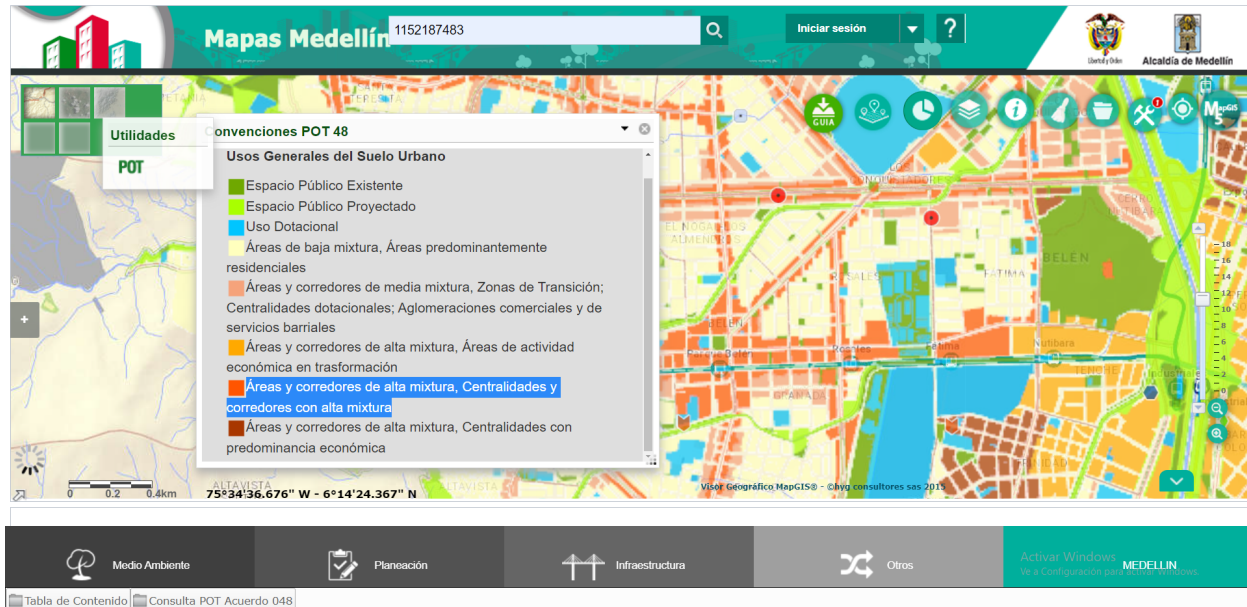
Factores ambientales: La calidad del agua, el aire, el suelo, la fauna y la flora son elementos ambientales que son tenidos en cuenta en el desarrollo del proyecto. Puesto que, la naturaleza del proyecto es ser una alternativa de solución a los problemas derivados de la inadecuada disposición de residuos de construcción y demolición, los cuales son depositados de forma clandestina en riberas de quebradas, andenes públicos y lotes baldíos asociado principalmente a la falta de cultura ambiental de los generadores e inadecuadas prácticas de los transportadores informales.

Por lo anterior, la localización del proyecto busca que el punto móvil de residuos de construcción y demolición se ubique en una zona de carácter público o privado, bajo el tratamiento correspondiente de acuerdo al POT, es decir de acuerdo a la dinámica territorial de las dos (2) comunas seleccionadas.

Comuna 16, Belén: Se pueden considerar los barrios como Nutibara y Fátima.

Los cuales son potencialmente usados para el proceso de punto móvil de residuos de construcción y demolición no permanente. Se localizan de acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial (POT), Acuerdo 0.48 del 2014 del municipio de Medellín, Artículo 234. Tratamiento de Consolidación (CN). (Consolidación Nivel 1 (CN1) Mantenimiento). Áreas y corredores de alta mixtura, Centralidades y corredores con alta mixtura.

Figura 15. Mapa Usos Generales del Suelo Urbano de los barrios Nutibara y Fátima. Comuna 16

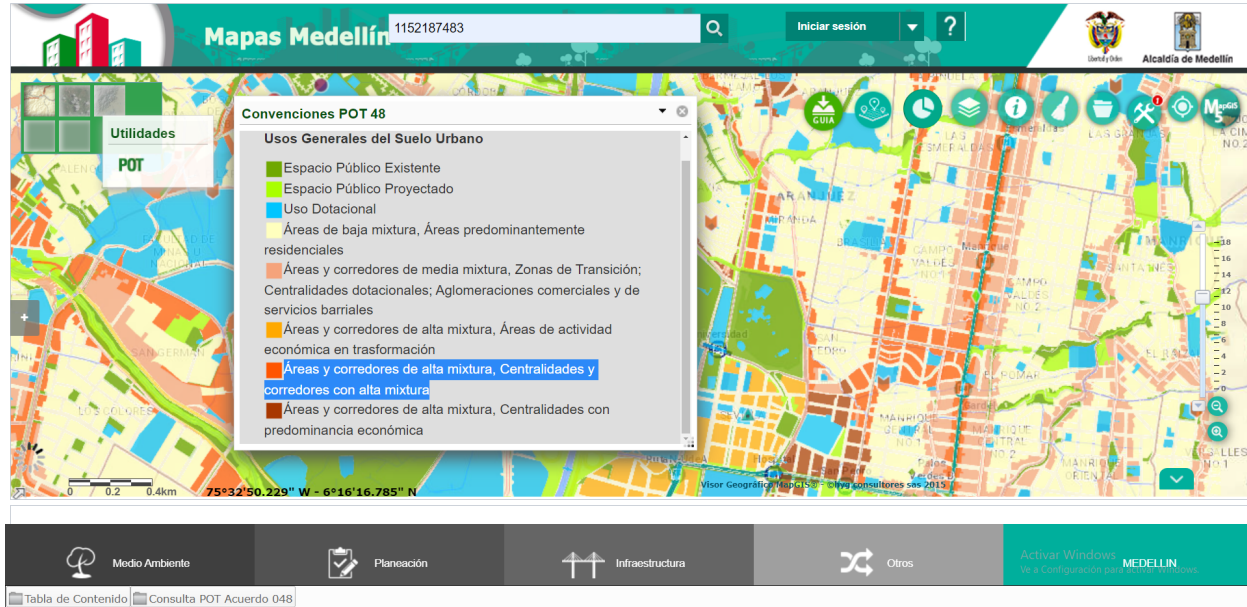


Nota Fuente Mapas Medellín. Fuente Alcaldía de Medellín

Comuna 4, Aranjuez: Se pueden considerar barrios como San Pedro, Campo Valdés y Miranda.

Los cuales son potencialmente usados para el proceso de punto móvil de residuos de construcción y demolición no permanente. Se localizan de acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial (POT), Acuerdo 0.48 del 2014 del municipio de Medellín, Artículo 234. Tratamiento de Consolidación (CN). (Consolidación Nivel 2 (CN1) Dotación). Áreas y corredores de alta mixtura, Centralidades y corredores con alta mixtura.

Figura 16. Mapa Usos Generales del Suelo Urbano de los barrios San Pedro, Campo Valdes y Miranda. Comuna 4.



Nota Fuente Mapas Medellín. Fuente Alcaldía de Medellín

En segundo lugar, mediante la evaluación de los recursos se buscará controlar todos los impactos ambientales, mediante prácticas que controlen los efectos que puedan acarrear el punto móvil, por ejemplo: control del material particulado, generación de residuos y manejo de los lixiviados que puedan alterar las condiciones del agua.

Impacto para la Equidad de Género: La población atendida se abordará sin ningún tipo de discriminación, por el contrario, el proyecto es inclusivo donde cualquier persona sin importar su condición social, género o religioso puede ser beneficiario del proyecto.

Medios y costos de transporte: El transporte utilizado para movilizar tanto los profesionales como la logística de las actividades va estar enfocado de acuerdo a la capacidad del volumen, es decir, para los residuos de construcción y demolición almacenados en el punto móvil se va a utilizar volquetas para el transporte hasta los sitios de disposición final y para los demás materiales logísticos camionetas tipo pick up o furgones que transportan los materiales. Los profesionales de acuerdo a la intervención se pueden desplazar en el sistema integrado del metro o mediante el alquiler de vehículos.

Orden público: Los lugares seleccionados presentan las características de tener gran vigilancia por parte de la institucionalidad. Al encontrarse en lugares centrales donde hay comercio e industria y está cerca espacios públicos de la ciudad se vuelven epicentros para la convergencia de la ciudadanía y lugar propicio para fomentar la cultura ambiental con aspectos prácticos.

Topografía: Las características de las zonas seleccionadas son lugares que se caracterizan por estar en lugares relativamente planos, no presentan ningún tipo de pendiente y tampoco está ubicado en las periferias de la ciudad.

5.4 Cadena de valor

Se encuentra estructurada con el objetivo, producto (del catálogo de productos de la MGA), actividades e insumos.

Objetivo General: Formular alternativas para la disposición adecuada de residuos de construcción y demolición generados por reformas domiciliarias.

Objetivo Específicos:

1. Establecer un plan de Educación, formación y/o capacitación para un adecuado manejo de los residuos de construcción y demolición.
2. Diseño de puntos móviles para la adecuada clasificación, separación y disposición de los residuos de construcción y demolición.

Productos

1. Diseño e implementación de capacitaciones, sensibilizaciones y campañas de educación ambiental en residuos de construcción y demolición.
2. Diseño e implementación de puntos móviles para el acopio temporal de residuos de construcción y demolición

Tabla 11. Cadena de Valor del proyecto de intervención

Productos	Actividades	Insumo	Cantida d	Unida d	Valor Unidad	Valor Total
------------------	--------------------	---------------	----------------------	--------------------	---------------------	--------------------

Diseño de capacitaciones, sensibilización y campañas de educación ambiental en residuos de construcción y demolición.	Realizar un diagnóstico social, ambiental, económico y político, del manejo actual de residuos de construcción y demolición en los barrios de Aranjuez y Belén	Edificios	1	Horas	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
		Materiales	1	Horas	\$ 540.000	\$ 540.000
		Mano de obra	1	Horas	\$ 9.030.000	\$ 9.030.000
	Diseño del plan de divulgación, socialización y convocatoria	Mano de obra	1	Horas	\$ 16.440.000	\$ 16.440.000
		Materiales	1	Horas	\$ 4.979.250	\$ 4.979.250
	Diseño del plan de divulgación, socialización y convocatoria	Mano de obra	1	Horas	\$ 14.940.000	\$ 14.940.000
		Materiales	1	Horas	\$ 597.500	\$ 597.500
	Implementación del programa de educación ambiental	Mano de obra	1	Horas	\$ 21.765.000	\$ 21.765.000
		Materiales	1	Horas	\$ 53.997.300	\$ 53.997.300
	Diseño de puntos móviles para el acopio temporal de residuos de construcción y demolición	Definir los criterios técnicos, jurídicos, económicos, sociales, normas urbanas geo ambientales y factores culturales.	Mano de obra calificada	1	Horas	\$ 17.265.000
Materiales			1	Horas	\$ 886.500	\$ 886.500
Análisis de localización de posibles predios, para la instalación de los puntos móviles		Mano de obra	1	Horas	\$ 8.505.000	\$ 8.505.000
		Materiales	1	Horas	\$ 285.000	\$ 285.000
Equipamiento de punto móvil		Materiales y equipos	1	Horas	\$ 292.314.520	\$ 292.314.520
Operación del punto limpio		Mano de obra	1	Horas	\$ 19.465.920	\$ 19.465.920

Nota: Fuente propia

La cadena de valor de acuerdo a lo establecido en la plataforma de la MGA abarca los dos productos bajo la categoría del producto Principal del proyecto: Soluciones de disposición final de residuos sólidos construidas.

5.5. Análisis de riesgos

Se da una introducción al análisis que se presenta en la matriz y se traslada el diagrama. En este punto se debe diligenciar la matriz teniendo en cuenta que los riesgos se analizan en tres momentos.

- Propósito (Objetivo general) = A
- Componente (Productos) = B
- Actividad = C

Tabla 12. Matriz de riesgo del proyecto

D	Tipo de riesgo	Descripción del Riesgo	Probabilidad	Impacto	Efecto	Medias de mitigación
A	Administrativos	Recursos insuficientes por parte del municipio de Medellín para el cumplimiento de actividades encaminadas al diseño curricular y la implementación del punto limpio.	2	3	Limitada ejecución del proyecto.	Evitar eso a través de pólizas a tiempo para que tenga un compromiso para desembolsar el dinero.
	Operacionales	Deficiencia en la información y suministro de información sin el lleno de los requisitos técnicos.	2	3	Retrasos y dificultades técnicas	Se efectuarán revisiones periódicas (auditorías internas y externas) para revisar los informes a fin de evitar desajustes de calidad de los mismos.
	Financieros	Insuficiencia de fondos para garantizar la ejecución, la duración del proyecto y para	4	3	Desfinanciamiento e inhabilidad del proyecto	Evitar eso a través de pólizas a tiempo para que tenga un compromiso para desembolsar el dinero.

		adquirir los insumos necesarios en la implementación			por falta de insumos	
	Legales	Aspectos técnicos ligados a las normas que puedan generar incompatibilidad de ejecución por aspectos como la localización del punto limpio.	2	3	Pérdida de continuidad del proyecto	Selección del personal con el cumplimiento de los requisitos y póliza de cumplimiento.
B	Administrativos	Pérdida de costos asociados a ejecución de actividades, operacionales y administrativas. Relacionados con el manejo del tiempo, recursos y el cronograma.	3	3	Retrasos y dificultades técnicas de coordinación.	Concertar cambios en el cronograma que permita maniobrar los tiempos, el alcance y los costos.
	Operacionales	Baja categoría de profesionales que no ejecuten las actividades en los tiempos precisos y bajo rendimiento en el ámbito conceptual	2	2	Retrasos y dificultades técnicas	Selección del personal con el cumplimiento de los requisitos y póliza de cumplimiento.
	Legales	Información técnica errada sobre registro erróneo que pueda inducir a imprecisiones en aspectos legales.	2	2	Retrasos, dificultades técnicas y posible pérdida del proyecto, uso del suelo y otros ligados a lo ambiental.	Se efectuarán revisiones periódicas (auditorías internas y externas) para revisar los informes a fin de evitar desajustes de calidad de los mismos.
C	Operacionales	Acciones de educación ambiental que no permiten aumentar el conocimiento de la comunidad	1	2	Bajo impacto social que no genere operación.	Se efectuarán revisiones periódicas para revisar el diseño, elaboración e impresión a fin de evitar desajustes de calidad.

		Baja aceptación e interés de los habitantes de la ciudad de Medellín por las capacitaciones y disposición de RCD	2	3	Disminución del desempeño operacional.	Se efectuarán revisiones periódicas (auditorías internas y externas) para revisar los informes a fin de evitar desajustes de calidad de los mismos.
	Administrativos	Descoordinación entre las entidades ejecutoras	3	4	Demora en la ejecución del proyecto.	Concertar cambios en el cronograma que permita maniobrar los tiempos, el alcance y los costos.
	Operacionales	Desvinculación de la ciudadanía de los procesos de educación ambiental	2	2	Bajo impacto social que no genere operación.	Se efectuarán revisiones periódicas (auditorías internas y externas) para revisar los informes a fin de evitar desajustes de calidad de los mismos.
		Información errada sobre la gestión en el material publicitario.	2	3	Aumento de costos asociados a correcciones.	Selección de proveedores de buena calidad y respaldo logístico que permita operar con suficiente confiabilidad.
		Documentos técnicos de baja calidad	1	2	Baja calidad en resultados.	Selección del personal con el cumplimiento de los requisitos y póliza de cumplimiento.
		Baja categoría de profesionales con bajo rendimiento en el ámbito conceptual.	1	2	Sobre costos en aspectos logísticos no valorados en su momento.	Se evaluará el aspecto del profesional en caso de no lograr ejecutar el proyecto.
	Calendarios	Debilidad en la planeación estratégica de trabajo en equipo, manejo de resolución de conflictos y conocimiento.	2	2	Retrasos y dificultades técnicas	Se efectuará revisiones periódicas (auditorías internas y externas) para revisar trabajo en equipo.
		Manejo de logística operativa fuera de provista que retrase actividades.	1	2	Demora en la ejecución del proyecto.	Concertar cambios en el cronograma que permita maniobrar los tiempos, el alcance y los costos.

		Que no se cumplan con los tiempos de entrega establecidos en el cronograma	2	3	Retrasos, dificultades técnicas y posible pérdida del proyecto.	Evitar eso a través de pólizas o seguros que permitan manejar los sobre costos.
Tecnológicos		Información virtual con baja calidad y uso de equipos inadecuados con bajos niveles de calidad.	2	2	Baja calidad en resultados.	Se efectuará revisiones periódicas (auditorías internas y externas) para revisar periódicamente los avances.
		Pérdida o daño de los elementos para las actividades virtuales.	1	2	Sobre costos en aspectos logísticos no valorados en su momento.	Los recursos didácticos pasan por un revisor y a su vez generar recursos con licencias con el fin de conservar, cuidar y proteger para que estos se preserven más.
		Débil estrategia de adquisición de insumos de calidad que aumente su deterioro.	2	3	Baja calidad en resultados.	Selección de proveedores de buena calidad y respaldo logístico que permita operar con suficiente confiabilidad.
Fenómenos de origen socio-natural		Desvinculación de la ciudadanía de los procesos de educación ambiental por causas externas como naturales y antrópicas	2	2	Bajo impacto social que no genere operación	Contar con procedimientos de contingencias para casos eventuales que deben ser remotos como a través de reuniones virtuales o domicilios.
Financieros		Presupuesto asignado inferior al presupuesto requerido	2	3	Limitada ejecución del proyecto.	Evitar eso a través de pólizas a tiempo para que tenga un compromiso para desembolsar el dinero.

Nota: Fuente propia

5.6. Ingresos y beneficios

Los costos y beneficios que genera el proyecto se consideran a partir de su etapa de ejecución, En principio se plantea una fase de diseño en un horizonte de tiempo distribuido para el proceso educativo un término de meses (4) meses y para el proceso formulación del punto móvil de cuatro meses (4) meses. Luego en su ejecución para ambos se proyecta un horizonte de un año (1) los cuales generan los siguientes beneficios en términos de ahorro:

- El proyecto generará empleo en diversas profesiones que demandará para la fase de diseño e implementación.
- Según la secretaría de Medio Ambiente (Becerra 2021) los residuos de construcción y demolición que son arrojados de manera clandestina corresponden a 24,133 m³ al año. Por otra parte, en el convenio interadministrativo Contrato No. 4600088698 “contrato interadministrativo para realizar la gestión de residuos sólidos abandonados y clandestinos en vías y áreas públicas de la ciudad” del año 2021 con Empresas Varias de Medellín y el Municipio de Medellín, se afirma que el valor de recolección de residuos de construcción y demolición en puntos críticos obedece a \$73.286 por m³ y el indicador de cumplimiento del plan de acción de este convenio corresponde al 10%.
- En cuanto a los ingresos se tiene presupuestado cobrar una tasa de sostenibilidad por cada m³ acopiado teniendo en cuenta la operación y sostenimiento de punto móvil valor que se ha considerado inferior a lo que cobra la empresa prestadora del servicio de aseo y los transportadores informales, para que sea más atractivo para la comunidad.

Tabla 13. Relación del beneficio de los empleos generados con la operación del proyecto educación

No.	Empleos generados Programa de educación ambiental	Horas totales	Valor hora	Valor total durante 16 meses
1	Coordinador (P. Ambiental)	300	\$ 19.500	\$ 5.850.000
1	Profesional ambiental	1260	\$ 15.000	\$ 18.900.000
1	Profesional social	240	\$ 25.500	\$ 6.120.000
1	Auxiliar administrativo	330	\$ 7.000	\$ 2.310.000
1	Profesional Jurídico	180	\$ 25.500	\$ 4.590.000

1	Profesionales (redacción y edición)	200	\$ 25.500	\$ 5.100.000
1	Profesional de diseño	60	\$ 25.500	\$ 1.530.000
1	Trabajadores sociales	360	\$ 25.500	\$ 9.180.000
1	Diseñador gráfico	240	\$ 25.500	\$ 6.120.000
1	Coordinación logística	60	\$ 25.500	\$ 1.530.000
1	Apoyo logístico	100	\$ 4.823	\$ 482.300
11	Total por 16 meses	3330	\$ 224.823	\$ 61.712.300

Nota: elaboración propia

Durante 420 días; 11 personas, con 11 perfiles diferentes, tanto profesional como personal operativo, obtendrán empleo e ingresos, gracias a prestar un servicio que promueve buscar contribuir con soluciones en la disposición final de residuos de construcción y demolición en comunidades específicas de Medellín. Bajo los siguientes valores por hora y ganancia total, contratados por labores específicas.

Tabla 14. Relación del beneficio de los empleos generados con la operación del Punto móvil

No	Empleos generados en el punto móvil	Horas totales	Valor por hora	Valor total durante 16 meses
1	Coordinador (P. Ambiental)	60	\$ 19.500	\$ 1.170.000
1	Profesional ambiental	360	\$ 15.000	\$ 5.400.000
1	Profesional social	240	\$ 25.500	\$ 6.120.000
1	Auxiliar administrativo	120	\$ 7.000	\$ 840.000
1	Profesional Jurídico	120	\$ 25.500	\$ 3.060.000
1	Profesional en economía	120	\$ 25.500	\$ 3.060.000
1	Profesional en Sig	240	\$ 25.500	\$ 6.120.000
1	Técnicos	1440	\$ 7.759	\$ 11.172.960
1	Recicladores	1440	\$ 5.759	\$ 8.292.960
9	Total por 16 meses	4140	\$ 157.018	\$ 45.235.920

Nota: elaboración propia

Durante 420 días; 9 personas, con 9 perfiles diferentes, tanto profesional como personal operativo, obtendrán empleo e ingresos, gracias a prestar un servicio que promueve buscar contribuir con soluciones en la disposición final de residuos de construcción y demolición en comunidades específicas de Medellín. Bajo los siguientes valores por hora y ganancia total, contratados por labores específicas.

Tabla 15. Relación del beneficio por la reducción de residuos de construcción y demolición abandonados en vías públicas de la ciudad.

M3 de RCD clandestino	M3 Material copiado anualmente en el punto móvil	Porcentaje de RCD dispuesto correctamente	Valor de recolección por m3 en quebradas	Valor total ahorrado anual
24113	8064	33,45	\$ 73.286	\$ 590.978.304

Nota: Elaboración Propia

La alternativa del punto móvil, consta de (dos) 2 contenedores movедizos de 14 m3 cada uno, dicho punto, almacenará semanalmente una capacidad de 28 m3, dando como resultado semanal una capacidad 168 m3, al mes de 672 m3 y al año 8.064 m3. Los cuales se gestionarán cada 8 días con empresas debidamente certificadas por la disposición final. Es importante analizar, la relación entre la cantidad total de generación RCD depositada clandestino que de acuerdo a lo identificado seguimiento del PGIR, 2021 es de 24.113 m3 y de acuerdo a lo acopiado en el sitio se puede considerar un 33.45 % de residuos de construcción y demolición que no se dispone de manera adecuada.

Tabla 16. Ingresos por tasa de sostenibilidad

Cantidad de m3 acopiados anualmente de RCD en el punto móvil	Tasa de sostenibilidad	Valor anual percibido
8064	11.000	\$88.704.000

Nota: Elaboración propia

La tasa de sostenibilidad del proyecto resulta importante ya que se constituye en una fuente de financiación para garantizar la sostenibilidad del proyecto, para definir el valor se ha considerado

un punto intermedio entre lo que cobra la empresa prestadora del servicio y el transportador informal.

6. Evaluación

6.1 Flujo económico

Trasladar el flujo de caja realizado en los módulos anteriores, validados por los asesores y el aplicativo de la MGA Web

Tabla 17. Flujo económico

Flujo económico	Periodo 0	Periodo 1
Beneficios e ingresos	\$ 254.272.853,60	\$ 374.855.562,40
Créditos	\$ 0,00	\$ 0,00
Costos de preinversión	\$ 0,00	\$ 0,00
Costos de inversión	\$ 354.914.395,90	\$ 26.954.289,00
Costos de operación	\$ 0,00	\$ 0,00
Amortización	\$ 0,00	\$ 0,00
Intereses de los créditos	\$ 0,00	\$ 0,00
Valor de salvamento		\$ 640.000,00
Flujo neto de caja	-\$ 100.641.542,30	\$ 348.541.273,40

Nota Fuente MGA WEB

6.2 Indicadores de decisión (Evaluación económica)

En este punto se deberán hacer los cálculos de los principales indicadores de rentabilidad del proyecto, apoyados en los resultados del aplicativo MGA Web

Tabla 18. Indicadores de decisión

Alternativas de solución	Indicadores de rentabilidad	Indicadores de costo-eficiencia	Indicadores de costo mínimo

	Valor Presente Neto (VPN)	Tasa Interna de Retorno (TIR)	Relación Beneficio Costo (BC)	Costo por beneficiario	Valor presente de los costos	Costo Anual Equivalente (CAE)
Implementación de un punto limpio móvil	\$ 219.121.093,85	246,32 %	1,58	\$ 1.050,56	\$ 379.643.101,40	\$124.563.527,08

Nota Fuente MGA WEB

Costo por capacidad

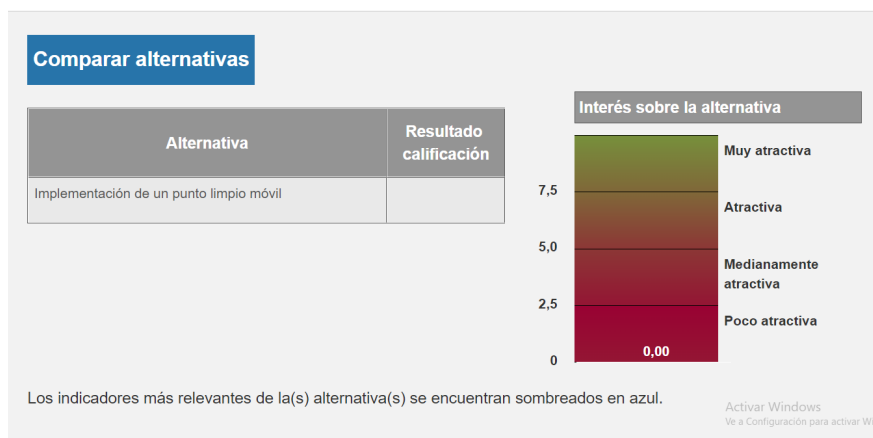
Se calcula un indicador por cada producto definido en la cadena de valor del proyecto. El menor costo por capacidad se reflejará en la tabla resumen.

Tabla 19. Implementación de un punto móvil

Producto	Costo unitario (valor presente)
Soluciones de disposición final de residuos solidos construidas (Producto principal del proyecto)	\$ 379.643.101,40

Nota Fuente MGA WEB

Figura 17. Evaluación multicriterio



Nota Fuente MGA WEB

No aplica porque solo se propone una alternativa.

Decisión

Proyecto: Implementación de alternativas para el manejo adecuado de residuos de construcción y demolición generados por reformas domiciliarias en la ciudad de Medellín. Medellín.

7. Programación

El resultado del proyecto mediante la alternativa de inversión seleccionada.

7.1. Indicadores de producto

Identifica la línea del tiempo de cómo será la consecución de la meta del producto la cual podrá ser acumulada.

Objetivo: Aumentar los sitios locales para la disposición de residuos construcción y demolición (RCD).

Figura 18. Indicadores de producto

Producto: Soluciones de disposición final de residuos solidos construidas (Producto principal del proyecto)
Medido a través de: Número de soluciones
Meta total: 1,0000
Costo \$ 462.210.990,00
[Asociar otro indicador](#)

Indicador: Soluciones de disposición final de residuos solidos construidas
Medido a través de: Número
Meta total: 1,0000
Es acumulativo: No
Es Principal Si
[Programar](#)

Nota Fuente MGA WEB

7.2. Indicadores de gestión

Los indicadores de gestión están asociados de manera específica a las actividades, según los indicadores sectoriales definidos. Esto se debe diligenciar con la ayuda de la MGA Web.

Tabla 20. Indicadores de gestión

Indicador	Medido a través	Código	Formula	Tipo de fuente	Fuente de verificación
-----------	-----------------	--------	---------	----------------	------------------------

Programas de manejo ambiental formulados	Número	0900G172	Sumatoria de programas formulados	Informe	Informe de manejo ambiental asociado al acopio de RCD bajo el modelo de punto Móvil
--	--------	----------	-----------------------------------	---------	---

Nota: Fuente MGA WEB

7.3 Fuentes de financiación

Detalla la etapa del proyecto, donde se especifica el nombre y tipo entidad, recurso que financian el proyecto. La cual es consistente con lo registrado para cada periodo en la cadena de valor.

Figura 19. Clasificación presupuestal

Programa presupuestal *

4003 - Acceso de la población a los servicios de agua potable y saneamiento básico

Subprograma presupuestal *

1400 INTERSUBSECTORIAL VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL

Nota: Fuente MGA WEB

Figura 20. Fuentes de financiación

Etapa	Tipo de entidad	Nombre de entidad	Tipo de recurso
Inversión	Municipios	MEDELLIN	SGR - Asignación ambiental

[+ Adicionar](#)

Total financiado por etapa

Periodo	Preinversión Fuente / Costo	Inversión Fuente / Costo	Operación Fuente / Costo	Total Proyecto Fuente / Costo
0	\$0,00 / \$0,00	\$431.476.890,00 / \$431.476.890,00	\$0,00 / \$0,00	\$431.476.890,00 / \$431.476.890,00
1	\$0,00 / \$0,00	\$30.734.100,00 / \$30.734.100,00	\$0,00 / \$0,00	\$30.734.100,00 / \$30.734.100,00
Total	\$0,00 / \$0,00	\$462.210.990,00 / \$462.210.990,00	\$0,00 / \$0,00	\$462.210.990,00 / \$462.210.990,00

Nota: Fuente MGA WEB

7.4. Matriz resumen del proyecto

Se deberá mostrar la matriz resumen del proyecto, para lo cual es válido poner la MIR o la Matriz resumen del aplicativo MGA web.

- Supuestos: Estos hacen parte de las situaciones externas que estén por fuera de la gobernabilidad
- Fin: En este punto debe ir relacionada todo lo referente a los aportes que este proyecto brinda a la política pública. Para este punto por favor colocar lo relacionado en el ítem 5.3 de aportes a la Política pública.
- Propósito: Es el objetivo general del proyecto
- Componentes: Son los objetivos específicos del proyecto

Figura 21. Matriz de resumen

Resumen narrativo	Descripción	Indicadores	Fuente	Supuestos
Objetivo General	Mejorar la disposición final de residuos de construcción y demolición generados por reformas domiciliarias en la ciudad de Medellín.	Reducir la inadecuada disposición de residuos de construcción y demolición producto de las reformas domiciliarias en la ciudad de Medellín	Tipo de fuente: Informe Fuente: Según informe del contrato interadministrativo entre la alcaldía de Medellín y Empresas Varias de Medellín No.4600088698 de 2021	Recursos suficientes por parte del municipio para cumplir las actividades, Disponibilidad de la información y fuentes para el cumplimiento de requisitos técnicos , Suficientes fondos para garantizar la ejecución y operación del proyecto., Cumplimiento de aspectos técnicos para garantizar la ejecución relacionada con la localización del punto limpio.
Componentes (Productos)	1.1 Soluciones de disposición final de residuos sólidos construidas (Producto principal del proyecto)	Soluciones de disposición final de residuos sólidos construidas	Tipo de fuente: Informe Fuente: Informe técnico de secretaria de Medio Ambiente	Alto nivel operacional y administrativo en la ejecución del tiempo, los recursos y el cronograma, Alta calificación de los profesionales que ejecutan las actividades en los tiempos precisos., Informes supervisados por profesionales para minimizar imprecisiones legales

Resumen narrativo	Descripción	Indicadores	Fuente	Supuestos
Actividades	1.1.1 - Definir los criterios técnicos, jurídicos, económicos, sociales, normas urbanas geo ambientales y factores culturales.(*) 1.1.2 - Análisis de localización de posibles predios, para la instalación de los puntos móviles (*) 1.1.3 - Equipamiento de punto móvil(*) 1.1.4 - Operación del punto limpio(*) 1.1.5 - Realizar un diagnóstico social, ambiental, económico y político, del manejo actual de residuos de construcción y demolición en los barrios de Aranjuez y Belén(*) 1.1.6 - Diseño del programa de educación en residuos de construcción y demolición 1.1.7 - Diseño del plan de divulgación, socialización y convocatoria 1.1.8 - Implementación del programa de educación ambiental	Nombre: Programas de manejo ambiental formulados Unidad de Medida: Número Meta: 1.0000	Tipo de fuente: Fuente:	Alta cualificación de los profesionales

Nota: Nota: Fuente MGA WEB

8. Referencias

Acosta, G. (2005). Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición. Buenos Aires

Área Metropolitana del Valle Aburrá. (2016). Plan de gestión integral de residuos sólidos regional del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. https://www.metropol.gov.co/ambiental/residuossolidos/plangestionintegral/04_Programas_Proyectos/05_Programa%20Institucional_05-11.pdf

Actualización Del Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos (PGIRS) del Municipio De Medellín, “Secretaria de gestión y control territorial, universidad de Medellín”, Pág. 634, programa de residuos de construcción y demolición, https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/ccdesign/subportaldelciudadano_2/atenciniciudadana1/programasyproyectos/shared%20content/documentos/2015/documentoactualizacionpgirs%20medell%c3%8dnparaconsulta.pdf

Bautista Amézquita, D. M. (2019). Servicio de gestión de residuos de construcción y demolición domiciliarios en la ciudad de Bogotá DC. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/222782184.pdf>.

Becerra Hinestroza, J. B. (2021). Análisis del impacto ambiental de residuos de construcción y demolición (RCD) generado en reformas domiciliarias y gestionado en las escombreras del municipio de Medellín–Antioquia. Googleacadémico.<http://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/4429>

Beltran Riaño, J. W. Análisis de Alternativas Para la Gestión Ambiental de los Residuos de Demolición y Construcción (RCD), en la Ciudad de Bogotá a Partir del Ciclo de Vida y la Economía Circular: planeación ambiental y manejo integral de los recursos naturales. Universidad Militar Nueva Granada, 2017.

Camacol, “EDGE, LA TRANSFORMACIÓN HACIA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN COLOMBIA,” 2017. [Online]. Available: <https://camacol.co/prensa/noticias/edge-la-trasformación-hacia-la-construcción-sostenible-en-colombia>.

Cámara de Comercio de Bogotá. (2014). Plan de Ordenamiento Territorial (POT). Obtenido de Áreas de Actividad: <http://recursos.ccb.org.co/ccb/pot/PC/files/2areas.html>

Castiblanco, M. A. (2013). LINEAMIENTOS PARA LA GESTION AMBIENTAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION (RCD) EN BOGOTÁ D.C. Obtenido de Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/13498/GaitanCastiblancoMariAlejandra2013.pdf?sequence=1>.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane), 2021. Recuperado el 15 junio de 2021. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/licencias-de-construccion>

DEL RÍO, Mercedes; IZQUIERDO, Pilar Cristina; SALTO, I; SANTA CRUZ, J. La regulación jurídica de los residuos de construcción demolición (RCD) en España. El caso de la Comunidad de Madrid. En: Informes de la Construcción. 2010. Vol. 62, 517, 81-86. ISSN: 0020- 0883. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/25932822.pdf>.

JARAMILLO, J. (2003). Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente; Efectos de la inadecuada gestión de Residuos sólidos. Medellín: Universidad de Antioquía.

J. Orostegui and M. Zapata, “SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLES APLICADAS AL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS INSTITUCIONALES EN LA REGIÓN,” 2010.

G. Winkler, Recycling construction & demolition waste a leed-based toolkit. 2010.

MADS. (2017). Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/2681-minambiente-reglamentamanejo-y-disposicion-de-residuos-de-construccion-y-escombros>.

Ospina Salcedo, J. C., & Castro Chaverra, H. L. (2016). Alternativa para el manejo de residuos de construcción generados por los puntos de arrojado clandestino en el perímetro urbano de Bogotá y su aprovechamiento para la restauración en áreas intervenidas por la minería. Disponible: <https://hdl.handle.net/10901/10398>.

Palacio González, L. T., & Cabrera Trujillo, H. G. (2020). Planta de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición RCD generados en la ciudad de Bogotá DC para la elaboración de prefabricados de construcción. Disponible: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/25717>

Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos Regional Del Área Metropolitana Del Valle De Aburrá, línea base residuos de construcción y demolición "Acodal Seccional Noroccidente Área Metropolitana Del Valle De Aburrá AMVA 2016", pág. 57 recolección y transporte de RCD https://www.metropol.gov.co/ambiental/residuos-solidos/documents/pgirs/resumen%20y%20cartilla_pgirs_regional.pdf

Pacheco Bustos, C. A., Fuentes Pumarejo, L. G., Sánchez Cotte, É. H. & Rondón Quintana, H. A. (2017). Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de Barranquilla desde su modelo de gestión. Ingeniería y desarrollo, 35(2), 533-555. <https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/8886/21442144414>

Pérez, A. H. H., & Muñoz, P. A. M. (2018). Estudio de los aspectos económicos y ambientales de la gestión de residuos sólidos de actividades de construcción y demolición en la municipalidad distrital de Miraflores, Arequipa-2016. *Illustro*, 9, 39-52.

Pogotech. Cifras mundiales acerca del procesamiento de RCD – Residuos de la construcción y demolición. [online]. 2017. [Citado el 17 de septiembre de 2018]. Disponible en:

<https://pogotech.eu/es/rcd/>.

PNUD. (2019). Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. Obtenido del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Disponible: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>.

Ramírez, J. M. (6 de marzo de 2010). Guía para el manejo de residuos sólidos generados en la industria de la construcción. Obtenido de Bibliotecas UDLAP: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mgc/cortina_r_jm

Ramírez Tobón, J. C. (2014). Instrumentos para el mejoramiento en la gestión de la política de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en Bogotá DC a partir de las percepciones de los constructores de obras públicas. Google académico

Rincón Delgado Claudia Milena, Director, Remolina Millán, Aldemar, Estado del arte de los RCD en Colombia, Pág. 14 Disponible en <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/6105>

Robayo, Rafael Andres; MATTEY Pedro Enrique; SILVA Yimmy Fernando; BURGOS Diana Marcela y DELVASTO, Silvio. Los residuos de la construcción y demolición en la ciudad de Cali: un análisis hacia su gestión, manejo y aprovechamiento. En: Tecnura. 2015. Vol. 19, N° 44, pp. 157-170

Rodríguez Ubaque, P. A. (2018). Alto impacto ambiental en la ciudad de Medellín por parte de los residuos de construcción y demolición (RCD).

Salazar, R. A. R., Centeno, P. E. M., Urrego, Y. F. S., Galindo, D. M. B., & Arjona, S. D. (2015). Los residuos de la construcción y demolición en la ciudad de Cali: un análisis hacia su gestión, manejo y aprovechamiento. Tecnura, 19(44), 157-170. Google Académico.

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/8363>

SDA. (2015). Guía para la elaboración del Plan de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en obra. Obtenido de Minvivienda: <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/Gu%C3%ADa%20para%20la%20elaboraci%C3%B3n>

%20del%20plan%20de%20gesti%C3%B3n%20integral%20de%20residuos%
20de%20construcci%C3%B3n%20y%20demolici%C3%B3n%20(RCD)%20en%20obra. Pdf

Secretaria de Medio Ambiente. (2015). Plan de gestión integral de residuos sólidos Municipio de Medellín 2016-2027.

Seguimiento Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos – PGIRS "Subsecretaría de servicios públicos, secretaría de gestión y control territorial 30 de junio de 2020", Pág. 39 <https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/medellin/temas/catastro/publicaciones/shared%20content/documentos/2020/seguimiento%20pgirs%202019-2020.pdf>

Villa Vallejo, N. A. (2019). Diseño de programa para el aumento del aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición a través de mecanismos de economía circular en el municipio de Itagüí. Disponible: <http://repositorio.pascualbravo.edu.co:8080/jspui/handle/pascualbravo/989>

Elaboró	Dubal Papamija
Fecha de elaboración	20 de agosto de 2020
Ajustó	Jhobana Herrera Díaz
Fecha de ajuste	28 de agosto de 2020
Revisó	Irma Lucía Franco
Versión	01-2020

