



**Diagnóstico y propuestas de mejora del estado actual de gestión de residuos de construcción
y demolición (RCD) en el municipio de Yarumal.**

Laura de los Ríos Mesa

Ingeniera Ambiental

Modalidad de Práctica

Trabajo de Grado

Danny Waldir Ibarra

PostDoctor en Ingeniería

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Ambiental

Yarumal, Antioquia

2025

Cita	(de los Ríos Mesa, 2025)
Referencia	De los Ríos Mesa, L. (2025). <i>Diagnóstico y propuestas de mejora del estado actual de gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en el municipio de Yarumal</i> . [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Yarumal, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Agradezco primeramente a Dios por permitirme realizar este trabajo de grado, porque desde que empecé esta aventura jamás me ha dejado sola, me ha regalado su gracia semestre a semestre, día a día; a mis padres y hermanos que me acompañaron con sus palabras de aliento a lo largo de mi carrera, a mi esposo e hijas que me brindaron amor, paciencia y apoyo en todo este proceso, a mis compañeros de estudio, a mi docente asesor que me proporcionó todo su conocimiento, experiencia y buena actitud para culminar este trabajo y a todas las personas que aportaron de una u otra manera a la realización del mismo, Dios los bendiga sobremanera.

Tabla de contenido

Resumen	9
Abstract	10
1. Introducción	11
2. Objetivos	12
2.1 Objetivo general	12
2.2 Objetivos específicos.....	12
3. Marco teórico	13
4. Metodología	25
5. Resultados	28
5. 1 Propuestas de mejora	48
6. Discusión.....	61
7. Conclusiones	62
Referencias	63
Anexos.....	65

Lista de tablas

Tabla 1. Clasificación de los residuos de construcción y demolición.....	15
Tabla 2. Normativa general nacional	18
Tabla 3. Alternativas de aplicación de los RCD	21
Tabla 4. Línea base del componente residuos de construcción y demolición.....	31
Tabla 5. Criterios para sitios de almacenamiento de RCD.....	42
Tabla 6. Oferta ambiental.....	42
Tabla 7. Degradación del suelo	43
Tabla 8. Distancia a cuerpos hídricos.....	43
Tabla 9. Capacidad.....	43
Tabla 10. Características geomorfológicas	44
Tabla 11. Distancia del centroide de generación.....	44
Tabla 12. Disponibilidad de vías de acceso	44
Tabla 13. Número de vías específicas o ramales de acceso	45
Tabla 14. Condiciones de la vía específica de acceso	45
Tabla 15. Densidad poblacional en el área.....	45
Tabla 16. Uso del suelo	46
Tabla 17. Calificación de los sitios de RCD en el municipio de Yarumal	46
Tabla 18. Masa de los materiales (1).....	51
Tabla 19. Masa de los materiales (2).....	52
Tabla 20. Incentivos por adecuado manejo de RCD	53
Tabla 21. Metas de aprovechamiento	55
Tabla 22. Alternativas de aprovechamiento de RCD	56

Lista de figuras

Figura 1. Actores en la gestión integral de los RCD	16
Figura 2. Síntesis de la metodología	26
Figura 3. Municipio Yarumal Antioquia.....	27
Figura 4. Imagen satelital municipio de Yarumal	27
Figura 5. RCD barrio El Camellón	28
Figura 6. RCD barrio Puerto Rico.....	28
Figura 7. RCD barrio La estación	28
Figura 8. RCD barrio Centro (Sede adulto mayor)	28
Figura 9. RCD Corredor suburbano	29
Figura 10. RCD Corredor suburbano	29
Figura 11. RCD corredor suburbano	29
Figura 12. RCD barrio Centro.....	29
Figura 13. RCD barrio El Parral	29
Figura 14. RCD barrio Boca del Monte	29
Figura 15. Árbol de problemas componente residuos de construcción y demolición municipio de Yarumal	30
Figura 16. Encuesta a líderes de juntas de acción comunal	33
Figura 17. Encuesta a líderes de juntas de acción comunal	34
Figura 18. Encuesta a líderes de juntas de acción comunal	34
Figura 19. Encuesta a líderes de juntas de acción comunal	34
Figura 20. Sitio de disposición 0.....	36
Figura 21. Sitio de disposición 1.....	36
Figura 22. Sitio de disposición 2	37
Figura 23. Sitio de disposición 3.....	37

Figura 24. Mapa de sitios de disposición final de RCD.....	38
Figura 25. Mapa de puntos críticos de RCD	39
Figura 26. Sitio 0.....	40
Figura 27. Sitio 1.....	40
Figura 28. Sitio 2.....	41
Figura 29. Sitio 3.....	41
Figura 30. Medidas mínimas de manejo ambiental	48
Figura 31. Cálculo del volumen de un espacio hipotético conocido.....	49
Figura 32. Cálculo del volumen de un espacio hipotético conocido.....	50
Figura 33. Datos de la obra	54
Figura 34. Especificaciones sobre la obra.....	55
Figura 35. Pieza publicitaria 1	58
Figura 36. Pieza publicitaria 2	58
Figura 37. Pieza publicitaria 3	59
Figura 38. Pieza publicitaria 4	59

Siglas, acrónimos y abreviaturas

JAC	Junta de acción comunal
PGIRS	Plan de gestión integral de residuos sólidos
RCD	Residuos de construcción y demolición
Ton/mes	Tonelada-mes
UMATA	Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria.

Resumen

Los residuos de construcción y demolición se han convertido en un gran problema para la sociedad, en muchos lugares aún no se sabe qué hacer con este tipo de residuos, pues no existen lugares adecuados para su correcta disposición, haciendo inevitables los riesgos a la población y al medio ambiente.

Actualmente el municipio de Yarumal no cuenta con un sitio de disposición final legalmente establecido por lo tanto el objetivo de este proyecto es realizar un diagnóstico del estado actual de la gestión de RCD en el municipio a través de la identificación de los sitios actuales de almacenamiento y la revisión de la norma para este tipo de residuos.

Esta investigación se desarrolla bajo una metodología exploratoria-descriptiva, la cual consiste en analizar la realidad del municipio a través de la observación, la revisión de información, la visita a lugares, la identificación de actores y la aplicación de entrevistas con lo cual se podrá identificar los focos de contaminación de RCD en el municipio para seguidamente plantear propuestas que permitan mejorar o mitigar la gestión de estos residuos.

Palabras clave: diagnóstico, disposición final, gestión de residuos, residuos de construcción y demolición.

Abstract

The Construction and demolition waste has become a big problem for society, in many places it is still not known what to do with this type of waste, because there are no adequate places for its proper disposal, making inevitable risks to the population and the environment.

Currently, the municipality of Yarumal does not have a legally established final disposal site; therefore, the objective of this project is to make a diagnosis of the current state of CDW management in the municipality through the identification of current storage sites and the review of the regulations for this type of waste.

This research is developed under an exploratory-descriptive methodology, which consists of analyzing the reality of the municipality through observation, review of information, site visits, identification of actors and the application of interviews with which it will be possible to identify the sources of CDW contamination in the municipality and then make proposals to improve or mitigate the management of these wastes.

Keywords: diagnostic, final disposition, waste management, construction and demolition waste.

1. Introducción

Con el paso del tiempo, la construcción se ha convertido en una de las actividades más importantes a nivel mundial, esto debido al crecimiento demográfico. La expansión de ciudades genera cantidades significativas de RCD por esto, este tema día a día se hace más retador ya que, aunque existen alternativas de manejo en varios países, para el caso de Colombia este panorama no es muy alentador pues, aunque se cuenta con una normativa amplia, lo que se llega a cumplir es muy poco.

La inadecuada gestión de estos residuos, ha propiciado diferentes impactos en diversos componentes ambientales: agua, aire, suelo, entre otros; debido a esto, se hace necesario revisar y analizar todo lo concerniente a los RCD, además de repensar cómo vincular a la población para que haga parte de la solución a esta problemática que se agudiza en el tiempo.

En la actualidad, el municipio de Yarumal, no cuenta con sitios adecuados de almacenamiento y disposición final de RCD, por lo que la comunidad arroja este tipo de residuos en lugares abandonados alejados del casco urbano generando una contaminación importante en sus recursos naturales. Allí la importancia de plantear un lugar de almacenamiento, realizar campañas de educación ambiental y aplicar el concepto de economía circular para que estos residuos sean reciclados mediante una correcta separación para posterior a ello aprovecharlos.

De esta manera este trabajo pretende ser una herramienta para la gestión de los RCD generados en el municipio planteando diferentes propuestas de mejora acorde a la normatividad ambiental vigente y al PBOT por medio de tres fases las cuales se encuentran detalladas en la metodología de este trabajo.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Realizar el diagnóstico del estado actual de la gestión de residuos de construcción y demolición para establecer propuestas de mejora en el municipio de Yarumal.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar el estado actual de la generación y gestión de RCD en el municipio de Yarumal.
- Evaluar los sitios de almacenamiento y disposición final de RCD existentes en el municipio.
- Establecer propuestas de mejora en la gestión de RCD alineadas con la normatividad ambiental vigente y el PBOT del municipio.

3. Marco teórico

En el marco normativo colombiano existen diferentes conceptos de vital importancia para la temática abordada en este trabajo, será necesario tenerlos claros para tener un buen manejo de estos residuos al igual que una correcta disposición.

A continuación, se presentan varios conceptos definidos en la resolución 0472 de 2017 y la resolución 1257 de 2021 emitidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

- Almacenamiento: “Ubicación temporal de los RCD en recipientes, contenedores, sitios de acopio temporal y/o depósitos para su recolección y transporte con fines de aprovechamiento o disposición final” (Resolución 1257 de 2021 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).
- Generador de RCD: “Es la persona natural o jurídica que con ocasión de la realización de actividades de construcción, demolición, reparación o mejoras locativas. genera RCD (Resolución 0472 de 2017 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).
- Gestión integral de RCD: “Es el conjunto de actividades dirigidas a prevenir, reducir, aprovechar y disponer finalmente los RCD” (Resolución 0472 de 2017 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).
- Gestor de RCD: “Es la persona que realiza actividades de recolección, transporte, almacenamiento, aprovechamiento y/o disposición final de RCD” (Resolución 0472 de 2017 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).
- Gran generador de RCD:
Es el generador de RCD que cumple con las siguientes condiciones: 1. Requiere la expedición de licencia de construcción en cualquiera de sus modalidades y/o licencia de intervención y ocupación del espacio público, así como 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 y los proyectos que requieren licencia ambiental y 2) la obra tenga un área construida igual o superior a 2.000 m² (Resolución 0472 de 2017 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).

- **Pequeño generador de RCD:**

Es el generador de RCD que cumple con alguna de las siguientes condiciones: 1) no requiere la expedición de licencia de construcción en cualquiera de sus modalidades y/o licencia de intervención y ocupación del espacio público; 2) requiere la expedición de licencia de construcción en cualquiera de sus modalidades y/o licencia de intervención y ocupación del espacio público y la obra tenga un área construida inferior a 2.000 m² (Resolución 0472 de 2017 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).

- **Residuos de Construcción y Demolición (RCD) (anteriormente conocidos como escombros):** “Son los residuos sólidos provenientes de las actividades de excavación, construcción, demolición, reparaciones o mejoras locativas de obras civiles o de otras actividades conexas, entre los cuales se pueden encontrar los siguientes tipos” (Resolución 0472 de 2017 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).

En la tabla 1 se muestra la clasificación de los RCD, estos pueden ser susceptibles de aprovechamiento o no susceptibles de aprovechamiento, se presentan los diferentes grupos, tipos y su respectiva descripción.

Tabla 1*Clasificación de los residuos de construcción y demolición.*

GRUPOS	TIPOS Y DESCRIPCIÓN	
SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO	I. Mezclados	1. Residuos pétreos: concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, agregados, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero y materiales inertes que no sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría.
	II. Material fino	2. Residuos finos no expansivos: arcillas (caolín), limos y residuos inertes, poco o no plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría.
		3. Residuos finos expansivos: arcillas (montmorillonitas) y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría.
	III. Granular orgánico	4. Tierra negra: suelo que por su riqueza orgánica y mineral es apto para el cultivo o la germinación.
		5. Bióticos: vegetales y especies bióticas, incluyendo residuos de sepedones
		6. Residuos metálicos: acero, hierro, cobre, aluminio, estaño, zinc, y otros.
	IV. No Granular	7. No pétreos: plásticos, PVC, maderas, siliconas, vidrios, cauchos, cartón, papel.
		8. Otros: espuma de poliuretano, espuma de poliestireno (icopor), drywall, llantas y otros
NO SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO	V. Peligrosos	9. Residuos corrosivos, reactivos, radioactivos, explosivos, tóxicos, patógenos (biológicos): desechos de productos químicos, emulsiones, alquitrán, pinturas, disolventes orgánicos, aceites, resinas, plastificantes, tintas, betunes, barnices, tejas de asbesto, escorias, plomo, cenizas volantes, luminarias, desechos explosivos y los residuos o desechos que presenten las características de peligrosidad descritas en el Anexo I y II del Decreto 4741 de 2005.
	VI. Contaminados	10. Residuos contaminados con residuos peligrosos: materiales pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos peligrosos. Estos deben ser dispuestos como residuos peligrosos.
		11. Residuos contaminados no peligrosos: materiales deteriorados por su contacto con la intemperie o con otros materiales.
	VII. Otros	12. No apto para reúso: residuos que por requisitos técnicos no se permite su reúso en las obras.

Nota: Fuente Guía Socio ambiental AMVA 2022.

- Sitio de disposición final de RCD (anteriormente conocido como escombrera): “Es el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de RCD, minimizando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de dichos residuos” (Resolución 0472 de 2017 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).

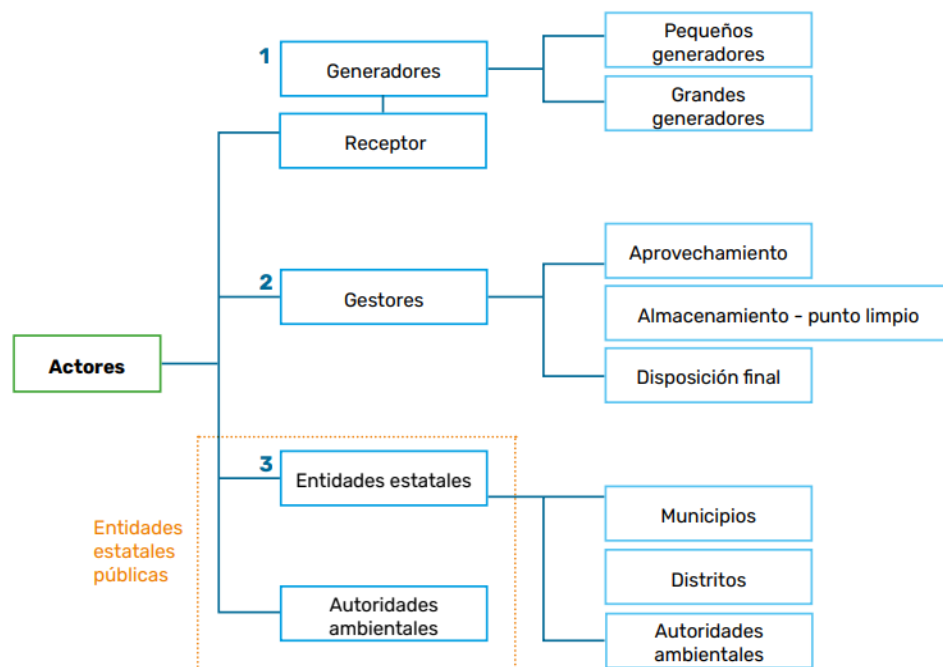
Actores en la gestión integral de los RCD

Para realizar una adecuada gestión de los RCD es fundamental la presencia de diferentes actores tal como se propone en la guía regional para el manejo integral de residuos de construcción y demolición elaborada en el año 2023 por la empresa Omega Ingeniería en donde se reconoce el papel de tres entes fundamentales: Generadores, gestores y entidades estatales:

Las entidades estatales deben entenderse, como aquellos entes territoriales y autoridades ambientales. Este proceso integral de los RCD es transversal y para que se pueda generar una adecuada gestión, estos actores deben confluir en acciones precisas y concretas, como lo son las normas que promueven y estimulan la gestión, la voluntad en la implementación de buenas prácticas y las acciones en sus procesos constructivos, el acompañamiento en la formación y el mejoramiento de capacidad y formalización de los generadores y gestores (Omega Ingeniería, 2023, p. 14).

Figura 1

Actores en la gestión integral de los RCD



Nota. Fuente Omega Ingeniería, 2023, p. 14.

Recolección de residuos de construcción y demolición

Según el artículo 45 del decreto 2981 del año 2013 expedido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y territorio:

La responsabilidad por el manejo y disposición de los residuos de construcción y demolición serán del generador, con sujeción a las normas que regulen la materia. El municipio o distrito deberá coordinar con las personas prestadoras del servicio público de aseo o con terceros la ejecución de estas actividades y pactar libremente su remuneración para garantizar la recolección, transporte y disposición final adecuados. No obstante, la entidad territorial deberá tomar acciones para la eliminación de los sitios de arrojo clandestinos de residuos de construcción y demolición en vías, andenes, separadores y áreas públicas según sus características. (Art 45, resolución 2981 de 2013).

También en este mismo artículo se señala que:

La persona prestadora del servicio público de aseo podrá prestar este servicio, y deberá hacerlo de acuerdo con las disposiciones vigentes. En cualquier caso, la recolección, transporte y disposición final de residuos de construcción y demolición deberá efectuarse en forma separada del resto de residuos. El prestador del servicio público de aseo será responsable de la recolección de residuos de construcción y demolición residenciales cuando se haya realizado la solicitud respectiva por parte del usuario y la aceptación por parte del prestador. En tales casos, el plazo para prestar el servicio solicitado no podrá superar cinco (5) días hábiles. (Art 45, resolución 2981 de 2013).

De esta manera, este decreto se convierte en un importante referente para las autoridades municipales y ambientales de cualquier municipio, ya que es bastante claro y permite entender todo lo relacionado con la recolección de los RCD. Por otro lado, es muy importante el tema de la eliminación de sitios clandestinos de acopio, que como se verá más adelante en el municipio de Yarumal existen varios de estos lugares.

Estado del arte (antecedentes)

Para entender la normatividad general a nivel nacional con respecto a los residuos de construcción y demolición (RCD) se muestra la siguiente tabla, la cual inicia en el año 1974 y termina en el año 2021 en el que se realizó la última modificación en Colombia para este tipo de residuos.

Tabla 2

Normativa general nacional

Año	Norma nacional
1974	Decreto Ley 2811 de 1974
1989	Decreto 2462, Colombia, octubre 26 de 1989
1994	Resolución 541, Colombia, 14 de diciembre de 1994. Ley 142, 11 de julio 2004
1996	Decreto 605, Colombia, 27 de marzo de 1996
2001	Ley 685, Colombia, agosto 15 de 2001
2002	Decreto 1713, Colombia, 6 de agosto de 2002
2003	Decreto 1505, Colombia, 6 de junio de 2003
2005	Decreto 838, Colombia, 3 de marzo de 2005 Decreto 4741, Colombia, 30 de diciembre de 2005
2007	Resolución 1362, Colombia, 2 de agosto de 2007
2008	Decreto 1259, Colombia, 19 de diciembre de 2008
2009	Ley 1333, Colombia, 21 de julio de 2009
2010	Decreto 2715, Colombia, julio 28 de 2010
2013	Decreto 2981, 20 de diciembre de 2013
2015	Decreto 1076, Colombia, 26 de mayo de 2015
2017	Resolución 0472, Colombia, 28 de febrero de 2017
2021	Resolución 1257, Colombia, 23 de noviembre de 2021

Nota. Fuente modificada de Cárdenas, Y. L. L. (2024)

Impactos al medio ambiente

Existen importantes impactos al medio ambiente generados por los residuos de construcción y demolición, en especial cuando estos se encuentran en lugares naturales utilizados como espacios de disposición final, afectaciones al suelo, a la vegetación, al paisaje, a las fuentes hídricas, al aire, son algunos de los impactos negativos más significativos que producen los RCD, afectando no sólo el medio ambiente, sino también la salud y por ende la calidad de vida de las personas que viven cerca a estos lugares, por esto se hace necesario ofrecer alternativas de mejora para realizar una adecuada disposición de estos.

Se deberá poner un mayor énfasis en las campañas de divulgación digital, desde colegios, hasta universidades, alcaldías, y demás instituciones para que desde allí se empiece a llevar un mensaje de buena gestión para los RCD, cuidando la salud de la población y el medio ambiente además de implementar el concepto de economía circular como medida fundamental para su manejo.

Economía circular en RCD

El concepto de economía circular ha ganado popularidad en los últimos años, ya que este ofrece una enorme cantidad de beneficios a nivel ambiental, económico y social.

La economía circular busca cambiar rigurosamente los sistemas de producción y consumo, con el modelo de sistemas generativos y restauradores con el fin de conservar el valor de los recursos como, minerales, fuentes hídricas, suelos, energías y productos, impulsando la innovación, competitividad y sostenibilidad. Este modelo busca el valor limite y uso de las materias primas, productos y residuos, para beneficiar el medio ambiente, por el cual se reducen costos para la sociedad y genera rentabilidad a los recursos, por lo anterior apostar a la sostenibilidad a futuro genera un crecimiento económico en biodiversidad, riqueza y recursos naturales (MacArthur, 2014).

Por otro lado, para el sector constructivo, la economía circular es bastante beneficiosa ya que consigue aprovechar los excedentes de la construcción o de las demoliciones incorporándolos en la cadena productiva.

Con el enfoque de economía circular se busca promover el reciclaje y aprovechamiento de los residuos de las obras para generar nuevos insumos a partir de materiales susceptibles de aprovechamiento. Esto, posterior a un proceso de separación selectiva y de trituración, se utilizan en procesos como rellenos para vías, acceso y elementos no estructurales. Teniendo claro los usos que actualmente se les da a los RCD se puede innovar en nuevas alternativas, ya que mediante una adecuada separación y valoración se ve una posibilidad de fabricar cementos ecoeficientes pues se tiene conocimiento que estas alternativas ofrece ventajas tecnológicas y eficientes en comparación con los cementos tradicionales (Omega Ingeniería, 2023).

De esta manera la economía circular se convierte en una gran herramienta para este tipo de residuos aprovechando lo que sobra de las obras para darles un nuevo uso. Hoy en día existen una variedad de alternativas de aprovechamiento según el tipo de residuo los cuales se verán con detalle a continuación.

Alternativas de aprovechamiento

“El aprovechamiento de los RCD es el proceso que permite que puedan ser reciclados, tratados y reutilizados. Comprende acciones que buscan que los residuos puedan ser considerados un recurso y/o materia prima, promoviendo su reincorporación al ciclo económico” (Omega Ingeniería, 2023, p.62).

Mientras en diversos países del mundo igualmente afectados por el impacto de los RCD se aprovecha una gran parte de los RCD que se generan, en Colombia no solo se tienen porcentajes casi nulos de aprovechamiento de RCD, sino que se presentan grandes y abundantes problemas solo con la gestión adecuada de estos. A pesar de que existen documentos, normas, resoluciones, leyes y guías para la gestión adecuada de estos residuos, el control del cumplimiento de estos es ineficiente y los RCD terminan en zonas públicas o botaderos ilegales (Sánchez & Arboleda, 2016).

Las alternativas de aprovechamiento de los RCD se dividen en tres temas centrales: reutilización, procesamiento o tratamiento y reciclaje. Es importante destacar, que la planeación es una de las medidas de control óptimas para preparar el inicio de actividades constructivas. A partir de ella se coordina, concluye y diseña la capacidad instalada mínima necesaria para garantizar la ejecución de proyecto. Todo esto busca, además, la mitigación de impactos ambientales negativos, la potencialización de los impactos positivos, para así dar cumplimiento a la normatividad ambiental actual vigente. (Omega Ingeniería, 2023, p.62).

En el siguiente cuadro se plasma, diferentes alternativas de uso para cada uno de los diferentes residuos de construcción.

Tabla 3
Alternativas de aplicación de los RCD.

Tipo de residuo	Interna	Alternativa de aprovechamiento	Externa	Alternativa de aprovechamiento
Aceites u Óleos usados (Lubricantes, refrigerantes, térmicos y dieléctricos)			X	Reciclar para nuevos productos.
Alambre dulce para armado			X	Reciclar para nuevos productos.
Aluminio			X	Reciclar para nuevos productos.
Arcilla	X	Reutilizar como masas para llenos	X	Reutilizar en fabricación de ladrillos.
Arenilla, Arena	X	Como base para nuevos productos	X	Reciclar como base para nuevos productos.
Bahareque	X	Reutilizar como masas para llenos		Reutilizar como masas para llenos.
Bolsas de Cemento (Papel Kraft)			X	Reciclar para el programa de sacos limpio.

Bronce			X	Reciclar para nuevos productos.
Cal hidratada			X	Reutilizar en la recuperación de suelos intervenidos y demás actividades agrícolas.
Cartón			X	Reciclar en la fabricación de nuevos productos.
Cobertura vegetal	X	Reutilizar en compostaje y recuperación de suelos intervenidos.	X	Reutilizar en compostaje y recuperación de suelos intervenidos.
Cobre			X	Reciclar para nuevos productos.
Cuescos de asfalto	X	Reutilizar como masas para llenos, reciclar en mezclas calientes para pavimento, reutilizar en llenos de baches y caminos.	x	Reutilizar como masas para llenos, reciclar en mezclas calientes para pavimento, reutilizar en llenos de baches y caminos.
Discos de corte			X	Reciclar para nuevos productos.
Drywall			X	Reciclar como fertilizantes y en operaciones de compostaje
Estaño			X	Reciclar para nuevos productos.
Estopas impregnadas ACPM			X	Disposición final como RESPEL.
Limo	X	Reutilizar en llenos y recuperación de taludes.	X	Reutilizar en llenos y recuperación de taludes.
Madera (teleras, estacones, estacas, entre otros)	X	Reciclar para tableros y aglomerados, reutilizar para casetones, vallados y linderos, reutilizar como combustible de calderas.	X	Reciclar para tableros y aglomerados, reutilizar para casetones, vallados y linderos, reutilizar como combustible de calderas.

Plástico PET			X	Reciclar en maderas de plástico. Reciclar en la fabricación de nuevos productos.
Plomo			X	Reciclar para nuevos productos.
Poliestireno expandido (eps) o poron	X	Reciclar en insonorización de áreas.	X	Reciclar en insonorización de áreas.
Sobranante de acero			X	Reciclar para nuevos productos y como aleación.
Sobranante de carpintería	X	Reciclar para tableros y aglomerados, reutilizar para casetones, vallados y linderos.	X	Reciclar para tableros y aglomerados, reutilizar para casetones, vallados y linderos.
Sobranante de cerámica	X	Reciclar como adoquín, como fachada y acabados.	x	Reciclar como adoquín, como fachada y acabados.
Sobranante de lechada o concreto por pilotaje			X	Reciclar como base para nuevos productos, además de reutilizar en llenos.
Sobranantes metálicos de pasamanos			X	Reciclar para nuevos productos.
Tejas			X	Reciclar como bases para nuevos productos.
Tierra, arena y grava	X	Reutilizar como masas para llenos.	X	Reutilizar como masas para llenos.
Trozos de cordonería	X	Reutilizar como masas para llenos, reciclar como gravas y para nueva fabricación de morteros.	X	Reutilizar como masas para llenos, reciclar como gravas y para nueva fabricación de morteros.
Trozos de ladrillo	X	Reutilizar en llenos.	X	Reciclar como base para nuevos productos, además de reutilizar en llenos.
Tubería PVC			X	Reciclar en la fabricación de nuevos productos.
Vidrio			X	Reciclar para nuevos productos, sustitutos de arena y áridos para cama de tuberías.

Nota. Fuente Omega Ingeniería, 2023.

Investigaciones referentes a la clasificación y manejo de los RCD

De todos los materiales generados en los residuos de construcción y demolición, el concreto, la cerámica y la mampostería son los más predominantes según lo indica la investigación realizada por Chica Osorio y colaboradores de la Universidad Nacional de Colombia; allí se resalta la facilidad con la que este tipo de residuos pueden ser incorporados de nuevo a la cadena productiva. Así mismo, en el artículo realizado por Agudelo Varela y colaboradores de la Universidad Santo Tomás en su artículo titulado “Estimación de generación y composición de residuos de construcción en la ciudad de Villavicencio” se afirma que “el concreto es el material más abundante generado por los RCD, seguido por el asfalto, bloques, arenas, gravas, ladrillos, tierra y barro” (Agudelo & Rodríguez, 2014). Finalmente, en la investigación realizada por Suárez Silgado y equipo se señala que “el concreto y la excavación de tierra son los principales generadores de RCD” (Suárez et al, 2018).

Los usos más comunes para este concreto reciclado, suelen ser bases para carreteras, agregado para nuevos concretos y relleno de obras, por otro lado, en el caso de que se triturara se podría utilizar para crear mobiliario urbano además de la fabricación de morteros que sirven para pegar ladrillos o bloques.

4. Metodología

Esta investigación se desarrolla bajo una metodología exploratoria-descriptiva, la cual consiste en analizar la realidad del municipio a través de la observación, la revisión de información, la visita a lugares, la identificación de actores y la aplicación de entrevistas con lo cual se podrá identificar los focos de contaminación de RCD en el municipio para seguidamente plantear propuestas que permitan mejorar o mitigar la gestión de estos residuos. Esta investigación se dividirá en tres fases, las cuales se explican a continuación:

Fase 1: Identificación del estado actual de generación y gestión de RCD del municipio de Yarumal Antioquia. Para esto se realizará un recorrido inicial por todas las construcciones del municipio con el fin de tener un primer acercamiento fotográfico de estos residuos, seguidamente se consultará la normatividad aplicada al municipio en materia de RCD, luego esto se complementará con entrevistas correspondientes al personal de la UMATA, la alcaldía municipal, la empresa aguas del norte antioqueño (encargada de la recolección y disposición de residuos sólidos en el municipio), y líderes de juntas de acción comunal (JAC) con el fin de conocer la percepción que estos tienen de los RCD y el manejo que se le da a estos en el municipio.

Fase 2: Evaluación de sitios de almacenamiento y disposición final de RCD en el municipio. Se realizará un recorrido por estos lugares ya identificados y se tomará evidencia fotográfica, posteriormente se realizará su evaluación de acuerdo a los criterios establecidos la resolución 0472 de 2017.

Fase 3: Establecimiento de propuestas de mejora en la gestión acorde con la normatividad vigente y el PBOT del municipio. De acuerdo a los insumos obtenidos en las fases anteriores, se podrá plantear uno o varios lugares que sean aptos para el almacenamiento y disposición final de estos residuos además de plantear propuestas que mitiguen su impacto.

Como síntesis de la metodología, se plantea el siguiente esquema:

Figura 2*Síntesis de la metodología*

Nota. Elaboración propia

Descripción del área de estudio

El municipio de Yarumal se encuentra ubicado en Colombia, específicamente en la subregión norte del departamento de Antioquia, aproximadamente a 123 kilómetros de la ciudad de Medellín, este presenta los siguientes límites geográficos: al norte limita con el municipio de Valdivia; hacia el oriente, limita con Campamento y Angostura; al noroeste, se encuentra el municipio de Briceño; al occidente limita con San Andrés de Cuerquia; y al sur, limita con el municipio de Santa Rosa de Osos. (Alcaldía de Yarumal, 2025).

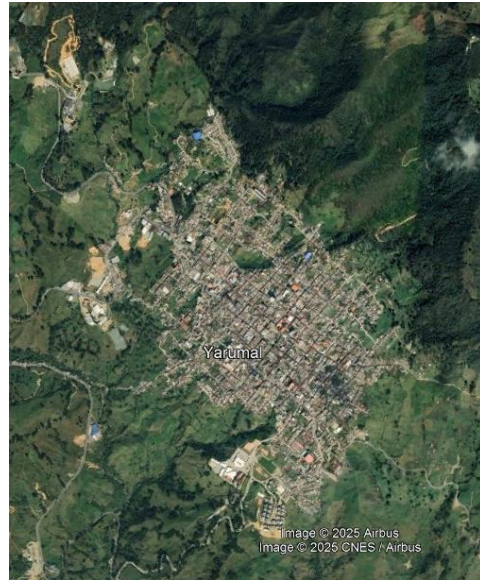
Su cabecera municipal se divide en 20 barrios y en su zona rural por 52 veredas y 7 corregimientos. Su clima se caracteriza por tener temperaturas bajas esto debido a su elevación sobre el nivel del mar (2.353 m). El nombre del municipio proviene del yarumo, un árbol de la familia Urticaceae, que abundaba en la zona en tiempos de su fundación. Además, este municipio también es conocido como la Ciudad Retablo, la Estrella del Norte y la Sultana del Norte. (Alcaldía de Yarumal, 2025)

Figura 3
Municipio Yarumal Antioquia



Nota. Fuente Alcaldía de Yarumal, 2016

Figura 4
Imagen satelital municipio de Yarumal



Nota. Fuente Google Earth pro

5. Resultados

Al realizar un recorrido inicial por el municipio como parte del diagnóstico, se pudo evidenciar que actualmente existen aproximadamente 20 proyectos en ejecución en que cual se involucran obras públicas y privadas.

Figura 5

RCD barrio El Camellón



Nota. Elaboración propia

Figura 6

RCD barrio Puerto Rico



Nota. Elaboración propia

Figura 7

RCD barrio La estación



Nota. Elaboración propia

Figura 8

RCD barrio Centro (Sede adulto mayor)



Nota. Elaboración propia

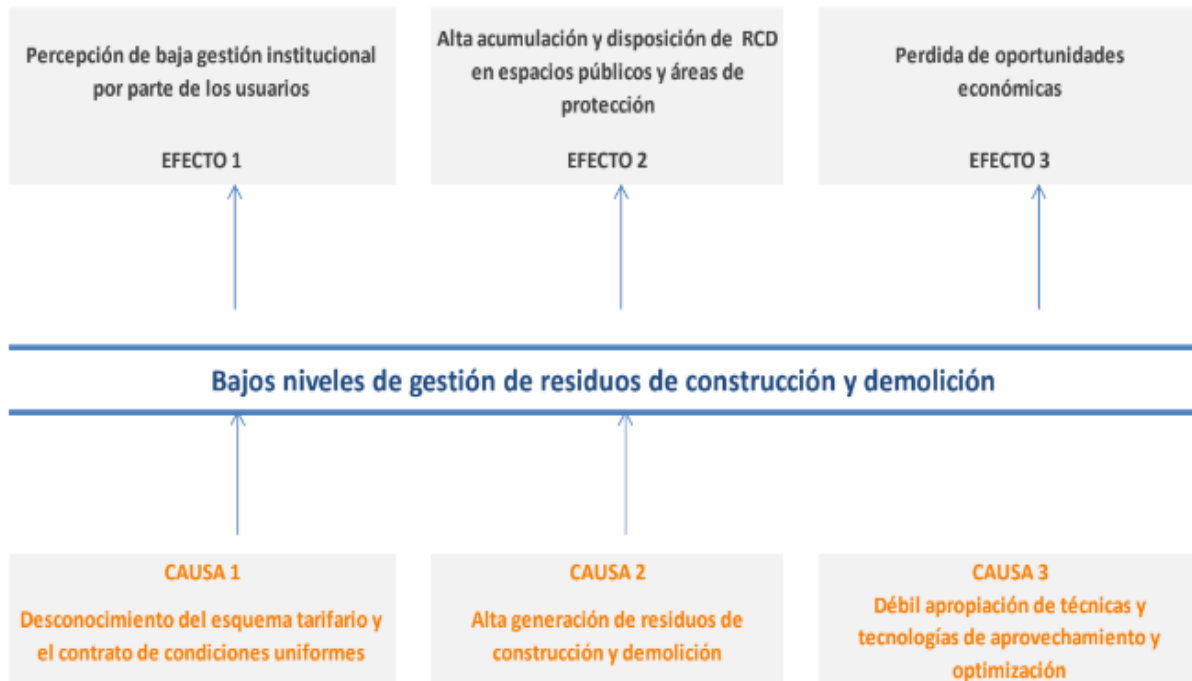
Figura 9*RCD Corredor suburbano**Nota. Elaboración propia***Figura 10***RCD Corredor suburbano**Nota. Elaboración propia***Figura 11***RCD corredor suburbano**Nota. Elaboración propia***Figura 12***RCD barrio Centro**Nota. Elaboración propia***Figura 13***RCD barrio El Parral**Nota. Elaboración propia***Figura 14***RCD barrio Boca del Monte**Nota. Elaboración propia*

Seguidamente se procede a consultar la normativa ambiental que aplica al municipio en materia de residuos de construcción y demolición, para esto se investigó el último PGIRS, el cual tiene fecha 2015-2027, y aunque a la fecha se espera una nueva actualización del mismo, está aún no se encuentra disponible por parte del contratista por lo que se utilizó como referencia la última actualización realizada en el año 2015.

En dicho documento se presenta un árbol de problemas, el cual plantea tres causas principales frente a la baja gestión de RCD y como consecuencia tres efectos que estas conllevan, los cuales están detallados en la siguiente figura.

Figura 15

Árbol de problemas componente residuos de construcción y demolición municipio de Yarumal.



Nota. Fuente grupo técnico PGIRS, 2015

Por otro lado, se plantea una línea base sobre los RCD en el municipio, la cual se describe a continuación.

Tabla 4*Línea base del componente residuos de construcción y demolición.*

Aspecto	Parámetro	Unidades	Resultado
Residuos de Construcción y Demolición (RCD)	Cantidad mensual de RCD generados	Ton/mes	No existe una medición exacta de la cantidad generada, se estiman 300 toneladas aproximadamente.
	Caracterización de los RCD generados	% en peso por tipo de material	Ver Tabla 7
	Tipo de sitio empleado para la disposición final o aprovechamiento de RCD	Escombrera, relleno sanitario ² , planta de aprovechamiento, etc.	Terrenos particulares
	Autorización ambiental del sitio de disposición final de RCD	Número, fecha y autoridad ambiental que expide el acto administrativo	No existe autorización
	RCD aprovechados en el último año: Dónde: $\% \text{ RCD aprov} = \frac{\text{RCD aprovechados (ton)}}{\text{RCD generados (ton)}} \times 100$	% en peso	0%
	Recolección y disposición final de RCD	Persona natural o jurídica que presta el servicio	Propietarios de volquetas

Nota. Fuente grupo técnico PGIRS, 2015

En base a la línea de la tabla 2 se propone desde el PGIRS del municipio un programa para la gestión de estos residuos, tanto para la parte urbana como rural. Además, se menciona que este proyecto es necesario porque “podrá disminuir los costos de recolección, transporte y disposición final controlada de los RCD” (Grupo Técnico PGIRS, 2015).

Por otro lado, se habla de tres tipos de beneficios para los habitantes del municipio: Ambientales, económicos y sociales. Ambientales porque reciben un territorio cada vez más resiliente que sabe sobreponerse a un modelo lineal extractivo, generando con ello un

modelo semicircular de recursos con una significativa disminución de desechos; económicos y sociales porque en los RCD transformados, se tiene la posibilidad de producir los materiales para obras públicas y Vivienda de Interés Social Sostenible – VISS (Salazar & Bedoya, 2011).

Con este programa se esperan desarrollar tres componentes principales: una planta piloto de valorización y transformación de RCD, una disminución de estos residuos en la escombrera, y finalmente la utilización de materiales reciclados de construcción.

Es importante resaltar que, para conseguir los componentes anteriormente mencionados, se deben implementar una serie de actividades, las cuales implican “la implementación de un espacio físico en el municipio para la planta recicladora, la transformación de RCD en materias primas y finalmente la educación y capacitación en construcción sostenible” (Grupo Técnico PGIRS, 2015).

Luego de consultar la normativa principal en materia ambiental del municipio (PGIRS), se realizan las entrevistas correspondientes a la UMATA, la empresa AGUAS DEL NORTE ANTIOQUEÑO, y la secretaría de infraestructura, y se pudo concluir lo siguiente:

En el PGIRS del año 2015-2027 proporcionado por la UMATA se menciona que no existe una medición exacta de la cantidad de RCD generados en el municipio de Yarumal, sin embargo, se estima que sean de 300 ton/mes aproximadamente. Por otro lado, no existe autorización por parte de la autoridad ambiental Corantioquia ya que no se obtiene un lugar adecuado para disponer estos residuos. Además, se hace énfasis en que estos residuos son utilizados actualmente para llenado o expansión de áreas de terreno y también para el mejoramiento de vías terciarias en algunas veredas del municipio. Actualmente se está realizando la actualización del PGIRS y se espera que el nuevo contratista plantee propuestas de mejora para estos residuos.

Además, se consultó el plan de desarrollo municipal 2024-2027 titulado “Yarumal nos une” el cual plantea “fortalecer el PGIRS del municipio con énfasis en la participación ciudadana y el apoyo a grupos de recicladores, con el fin de lograr el mayor aprovechamiento de los residuos” sin embargo no se menciona directamente el tema de los RCD.

Por otro lado, al dialogar con la empresa Aguas del norte Antioqueño, se pudo identificar que, aunque esta empresa es la encargada de la recolección de residuos en el municipio, no se encargan de los RCD, ellos afirman que sólo recogen los que ellos mismos generan en sus obras o remodelaciones y finalmente los depositan en vías terciarias para pavimentación de las vías. Además, señalan que los grandes generadores de RCD, deben contratar un gestor desde Medellín, y pagar por dicho servicio, todo esto debido a que esta empresa no tiene un lugar donde disponer estos residuos y en caso de tenerlo, mencionan que deberían subir la tarifa de aseo, algo que para ellos no sería viable debido a que es un costo para todos los habitantes del municipio y no todos estarían generando residuos de construcción y demolición.

Al hablar con la secretaría de infraestructura física y gestión del riesgo del municipio se pudo conocer que ellos no se involucran directamente en este tema, ya que se supone que la empresa recolectora de los residuos sólidos es Aguas del norte Antioqueño, aunque afirmaron que el alcalde actual propuso en su plan de gobierno un lugar para el manejo de los RCD, pero aún este lugar no está construido.

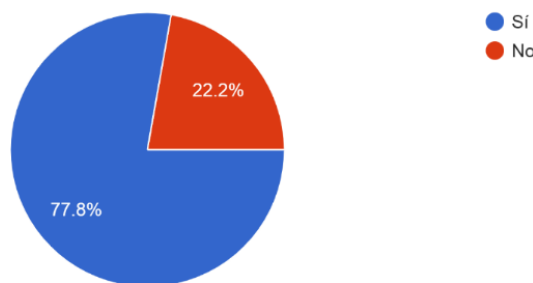
Para concluir la primera fase de esta investigación, se realizó una encuesta para nueve líderes de acción comunal con el fin de conocer su percepción sobre estos residuos en el municipio, de esta se obtuvo la siguiente información:

Figura 16

Encuesta a líderes de juntas de acción comunal.

4. Sabes qué son los residuos de construcción y demolición?

9 respuestas

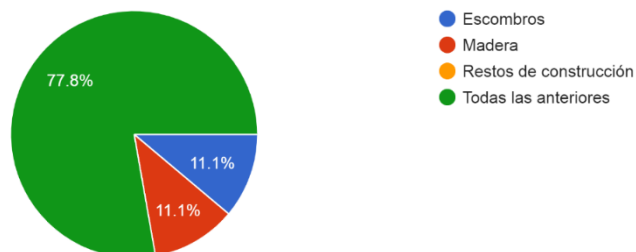


Nota. Fuente Elaboración propia

Figura 17*Encuesta a líderes de juntas de acción comunal.*

5. Cómo podrías describir los residuos de construcción y demolición?

9 respuestas

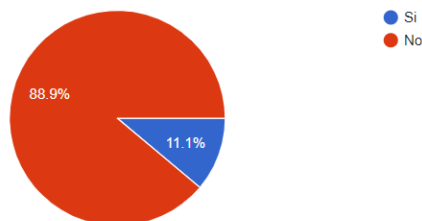


Nota. Fuente Elaboración propia

Figura 18*Encuesta a líderes de juntas de acción comunal.*

7. Conoces alguna normativa, regulación, ley o prohibición en el municipio para los RCD (Materiales que sobran de una obra)

9 respuestas

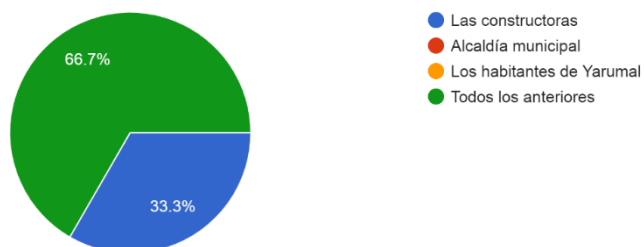


Nota. Fuente Elaboración propia

Figura 19*Encuesta a líderes de juntas de acción comunal.*

10. Quiénes deberían ser los responsables de la gestión de este tipo de residuos?

9 respuestas



Nota. Fuente Elaboración propia

Con esta encuesta se percibe que el 77.8% de los líderes de juntas de acción comunal del municipio conocen el concepto de RCD (Residuos de construcción y demolición) sin embargo el 88.9% desconoce la normativa que aplica para estos residuos, por otro lado, la mayoría de líderes identifican como responsables de la gestión de estos residuos a constructoras, alcaldía municipal y habitantes del municipio.

Además, se evidencia un desconocimiento de los lugares de disposición y reconocen que se necesita diferentes apoyos para la comunidad tales como: asesorías técnicas y acompañamiento, información clara a través de los medios de comunicación y redes sociales, puntos de acopio y vehículos autorizados para su correcta disposición.

Para continuar con la fase dos del proyecto se realiza la evaluación de los sitios de almacenamiento y disposición final presentes en el municipio, para esto se toman fotografías de los lugares y se procede a aplicar los criterios planteados por la resolución 0472 del año 2017.

Figura 20
Sitio de disposición 0



Nota. Elaboración propia

Figura 21
Sitio de disposición 1



Nota. Elaboración propia

Figura 22
Sitio de disposición 2



Nota. Elaboración propia

Figura 23
Sitio de disposición 3

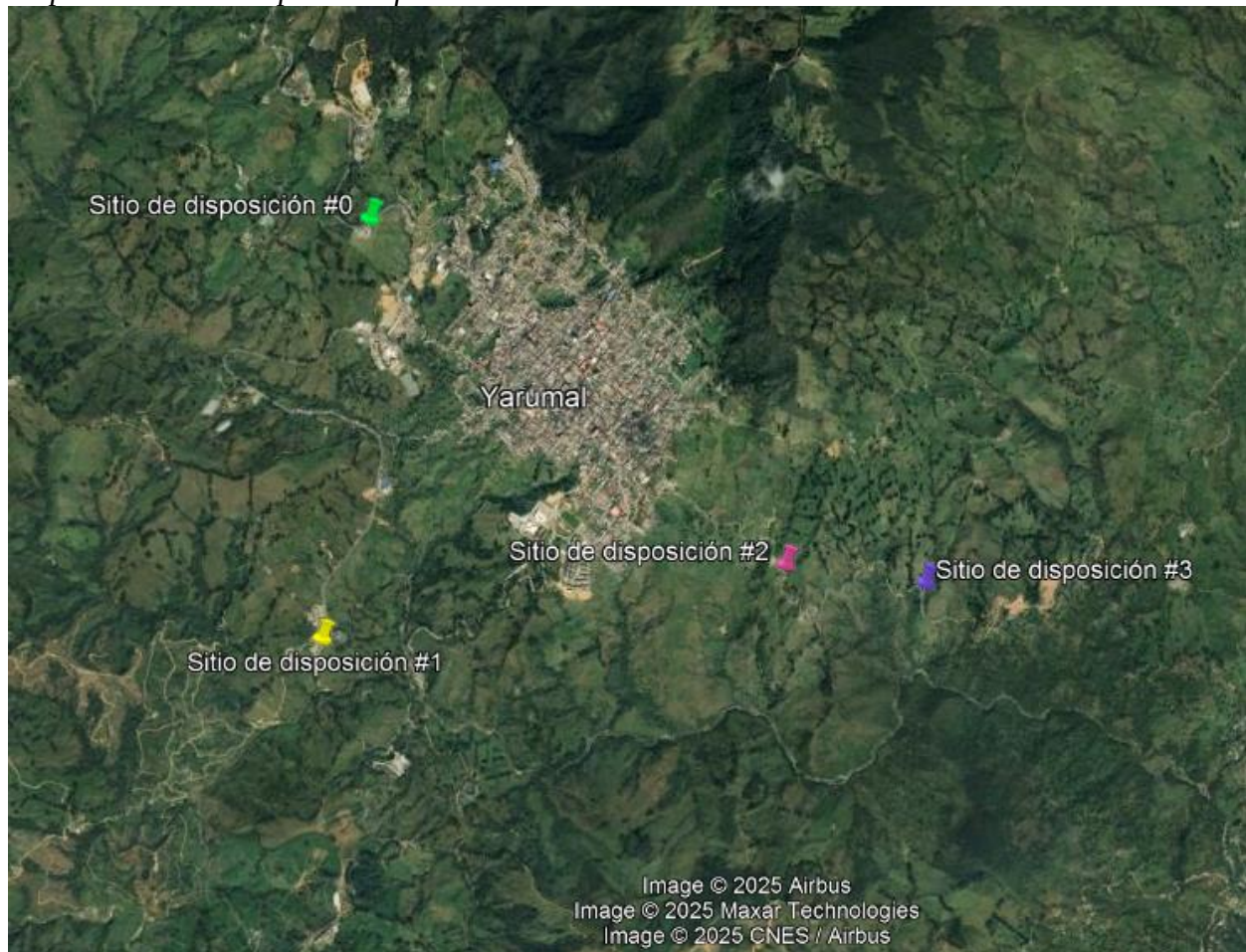


Nota. Elaboración propia

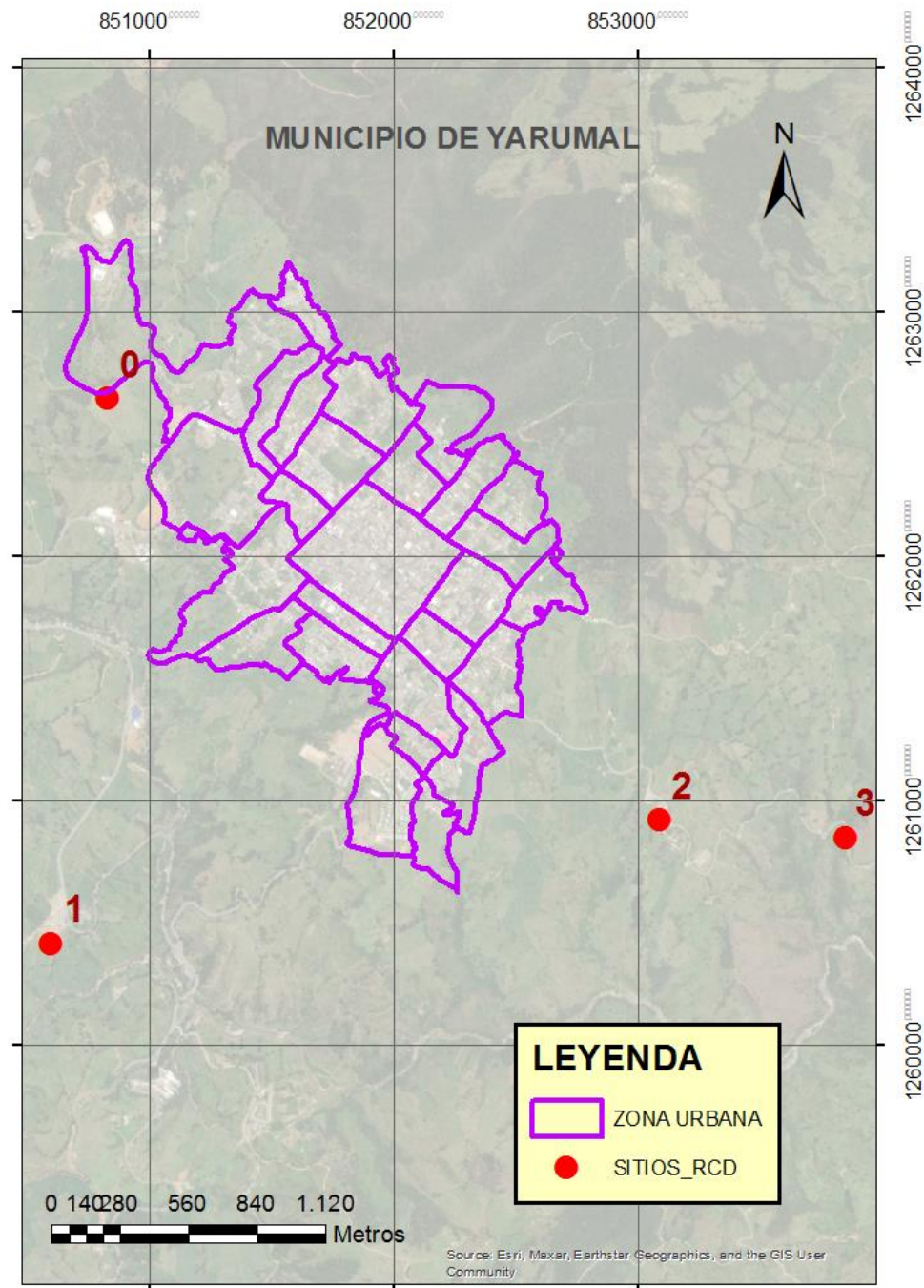
Con el fin de comprender mejor la localización de estos cuatro lugares, se procede a realizar dos mapas uno realizado en Google Earth y el otro realizado en el programa ArcGIS, los cuales se muestran a continuación.

Figura 24

Mapa de sitios de disposición final de RCD.



Nota. Fuente Google Earth pro

Figura 25*Mapa de puntos críticos de RCD.**Nota. Elaboración propia*

Descripción de cada sitio

- **Punto 0:** Este lugar se encuentra ubicado cerca del parque recreativo Rubén Piedrahita Arango, en las coordenadas 6°58'9.47"N, y 75°25'38.34"O. Tiene un área aproximada de 3.210 m² y se encuentra aproximadamente a 473 metros de la vivienda más cercana. En la actualidad en el predio no se desarrollan actividades, este es un lote baldío, el terreno se encuentra en una zona plana y no se evidencian procesos de remoción en masa ni de posibles zonas de inundación.

Figura 26

Sitio 0



Nota. Fuente Google Earth pro

- **Punto 1:** Este lugar se encuentra ubicado cerca de la variante, en las coordenadas 6°56'56.83"N, y 75°25'45.68"O. Tiene un área aproximada de 893 m² y se encuentra aproximadamente a 155 metros de la vivienda más cercana. En la actualidad en el predio se está realizando una construcción. No se realizan más actividades. El terreno se encuentra en una zona plana y no se evidencian procesos de remoción en masa ni de posibles zonas de inundación.

Figura 27

Sitio 1



Nota. Fuente Google Earth pro

- **Punto 2:** Este lugar se encuentra ubicado cerca de la finca "Villa Reina", en las coordenadas 6°57'13.53"N, y 75°24'24.58"O. Tiene un área aproximada de 254 m² y se encuentra aproximadamente a 72 metros de la vivienda más cercana. En la actualidad en el predio se está realizando actividades de ganadería. El terreno se encuentra en una zona plana y no se evidencian procesos de remoción en masa ni de posibles zonas de inundación.

Figura 28*Sitio 2**Nota.* Fuente Google Earth pro

- **Punto 3:** Este lugar se encuentra ubicado debajo de la finca "Villa Reina" hacia la vía Angostura, en las coordenadas 6°57'13.53"N, y 75°24'24.58"O. Tiene un área aproximada de 89 m² y se encuentra aproximadamente a 116 metros de la vivienda más cercana. Este lugar se encuentra al lado de la vía, está rodeado de flora y fauna endémica, además se suelen arrojar allí cualquier tipo de residuos sólidos. El terreno no se evidencian procesos de remoción en masa ni de posibles zonas de inundación.

Figura 29*Sitio 3**Nota.* Fuente Google Earth pro

Para realizar la evaluación de los sitios actuales de almacenamiento de RCD se consulta el artículo 11 de la resolución 0472 de 2017 del Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible la cual establece los criterios para la selección de estos sitios, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 5

Criterios para sitios de almacenamiento de RCD

Criterios	Puntaje máximo
1. Oferta ambiental	10
2. Degradación del suelo	10
3. Distancia a los cuerpos hídricos superficiales	10
4. Capacidad	10
5. Características geomorfológicas	6
6. Distancia del centro de generación	4
7. Disponibilidad de vías de acceso	6
8. Densidad poblacional en el área	4
9. Uso del suelo	10

Nota. Fuente Resolución 0472 de 2017, Art.11

- **Oferta ambiental:** Indica las características del área potencial, en referencia a la capacidad de sus ecosistemas para entregar bienes y servicios ambientales:

Tabla 6

Oferta ambiental

Baja oferta ambiental	10 puntos
Moderada oferta ambiental	5 puntos
Significativa oferta ambiental	0 puntos

Nota. Fuente Resolución 0472 de 2017, Art.11

- **Degradación del suelo:** Se refiere a la pérdida físico-mecánica del suelo del área potencial, con afectación en sus funciones y servicios ecosistémicos, que produce, entre otras, la reducción de la capacidad productiva de los mismos:

Tabla 7*Degradación del suelo*

Muy severa	10 puntos
Severa	8 puntos
Moderada	4 puntos
Ligera	2 puntos
Sin evidencia	0 puntos

Nota. Fuente Resolución 0472 de 2017, Art.11

- Distancia a cuerpos hídricos: Establece la relación que tendrá el área potencial respecto a las fuentes hídricas superficiales existentes en la zona medido linealmente desde la zona de inundación hasta el área, cuantificándose de la siguiente forma:

Tabla 8*Distancia a cuerpos hídricos*

Mayor a 2000 metros	10 puntos
Entre 1000 metros y 2000 metros	8 puntos
Mayor a 500 metros y menor a 1000 metros	6 puntos
Entre 50 metros y 500 metros	2 puntos

Nota. Fuente Resolución 0472 de 2017, Art.11

- Capacidad: El área potencial deberá ser suficiente para permitir que la vida útil del sitio de disposición final de RCD sea compatible con la generación proyectada de RCD en el municipio, distrito o región, de la siguiente manera:

Tabla 9*Capacidad*

Para una capacidad superior a 1.5 veces la producción de RCD generados en el municipio, distrito o región en treinta (30) años.	10 puntos
Para una capacidad entre 0.5 y 1.5 veces la producción de RCD generados en el municipio, distrito o región en treinta (30) años.	5 puntos
Para una capacidad menor a 0.5 veces la producción de RCD generados en el municipio, distrito o región en treinta (30) años	0 puntos

Nota. Fuente Resolución 0472 de 2017, Art.11

- Características geomorfológicas: Hace referencia a la incidencia que puede tener sobre el paisaje y el entorno la infraestructura ubicada en el área potencial de disposición final de RCD, así:

Tabla 10
Características geomorfológicas

Zona quebrada y encajonada	6 puntos
Zona en media ladera parcialmente encajonada	4 puntos
Zona en media ladera abierta	2 puntos
Zona plana y abierta	0 puntos

Nota. Fuente Resolución 0472 de 2017, Art.11

- Distancia del centroide de generación: Se refiere a la distancia del área donde se generan la mayor cantidad de RCD del municipio, distrito o región respecto al área potencial para la disposición final de RCD:

Tabla 11
Distancia del centroide de generación

Menor a 10 Km	4 puntos
Entre 10 Km y 50 Km	2 puntos
Mayor a 50 Km	0 puntos

Nota. Fuente Resolución 0472 de 2017, Art.11

- Disponibilidad de vías de acceso: Corresponde a la facilidad y economía que el gestor tiene para llevar los RCD al área potencial en que se efectuará la disposición final de los RCD:

- Condiciones de la vía principal (puntaje máximo 2 puntos)

Tabla 12
Disponibilidad de vías de acceso

Pavimentada	2 puntos
Afirmado o carreteable	1 punto
Trocha/no existe	0 puntos

Nota. Fuente Resolución 0472 de 2017, Art.11

- Número de vías específicas o ramales de acceso que se desprendan de una vía principal (puntaje máximo 2 puntos)

Tabla 13.*Número de vías específicas o ramales de acceso*

Dos o más vías	2 puntos
Una vía	1 punto
No hay vías	0 puntos

Nota. Fuente Resolución 0472 de 2017, Art.11

- Condiciones de la vía específica de acceso (puntaje máximo 2 puntos)

Tabla 14.*Condiciones de la vía específica de acceso*

Pavimentada	2 puntos
Afirmado o carreteable	1 punto
Trocha/no existe	0 puntos

Nota. Fuente Resolución 0472 de 2017, Art.11

- Densidad poblacional en el área: Evalúa la posible afectación de la población ubicada en el área de influencia directa del área potencial en la que se realizará la disposición final de RCD

Tabla 15*Densidad poblacional en el área*

Entre 0 y 20 habitantes/hectárea	4 puntos
Mayor a 20 y menor a 50 habitantes/hectárea	2 puntos
Mayor o igual a 50 habitantes/hectárea	0 puntos

Nota. Fuente Resolución 0472 de 2017, Art.11

- Uso del suelo: Evalúa la compatibilidad del área potencial para la disposición final de RCD con la destinación asignada al suelo por el POT, PBOT o EOT, según sea el caso, o los instrumentos que lo desarrollen o complementen.

Tabla 16*Uso del suelo*

Uso principal	10 puntos
Uso compatible o complementario	6 puntos
Uso restringido	2 puntos

Nota. Fuente Resolución 0472 de 2017, Art.11

Con base en lo anterior se procede a hacer la calificación de cada uno de los lugares de la siguiente manera, sin embargo es importante resaltar que la normativa colombiana (Resolución 0472 de 2017 y Resolución 1257 de 2021) no es del todo clara con estos puntajes, por lo que en definitiva la norma se queda corta y es ineficiente para la elección del sitio de almacenamiento y disposición final para los RCD de cualquier lugar dentro del territorio colombiano.

A continuación se presenta la tabla obtenida, con los puntajes obtenidos para cada uno de los sitios evaluados:

Tabla 17*Calificación de los sitios de RCD en el municipio de Yarumal*

Criterio	Sitio 0	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
1. Oferta ambiental	5	10	0	0
2. Degradación del suelo	4	4	10	10
3. Distancia a los cuerpos hídricos superficiales	8	8	2	2
4. Capacidad	0	0	0	0
5. Características geomorfológicas	0	0	0	2
6. Distancia del centro de generación	4	2	0	0
7. Disponibilidad de vías de acceso	2	2	1	1
8. Densidad poblacional en el área	4	4	4	2
9. Uso del suelo	2	2	2	2
RESULTADO	29	32	19	19

Nota. Fuente Elaboración propia

Como se puede ver en el análisis, se obtuvo como resultado que la alternativa más indicada sería la del sitio 1, con un puntaje final de 32 puntos, sin embargo la resolución 0472 de 2017 no es clara en cuánto al resultado de esta evaluación, esta sólo menciona en el artículo 11, parágrafo 2 que el puntaje máximo es de 70 puntos.

Por otro lado, en el párrafo 1 de la misma resolución se plantea que estos sitios se deben localizar prioritariamente en áreas cuyo paisaje se encuentre degradado, tales como minas y canteras abandonadas, entre otros, por lo que en definitiva ninguno de los lugares activos de RCD en el municipio estarían cumpliendo con esto.

Terminando con esta fase, se puede analizar que en realidad en el municipio no existen sitios de almacenamiento y disposición final de RCD sino más bien lugares de almacenamiento temporal.

5. 1 Propuestas de mejora

Continuando con la metodología del proyecto se procede con la fase 3, la cual consiste en el establecimiento de propuestas de mejora para los RCD presentes en el municipio de Yarumal las cuales deben estar alineadas con la normatividad vigente.

- Definir claramente un sitio de disposición final para residuos de construcción y demolición. Se propone como lugar el corregimiento de los llanos de Cuivá dadas sus condiciones topográficas y su cercanía a la ciudad en caso de ser necesario el transporte de estos residuos. Dicho lugar deberá contar con unas medidas mínimas de manejo ambiental las cuales se encuentran definidas en el artículo 12 de la resolución 1257 de 2021 y se detallan a continuación:

Figura 30

Medidas mínimas de manejo ambiental



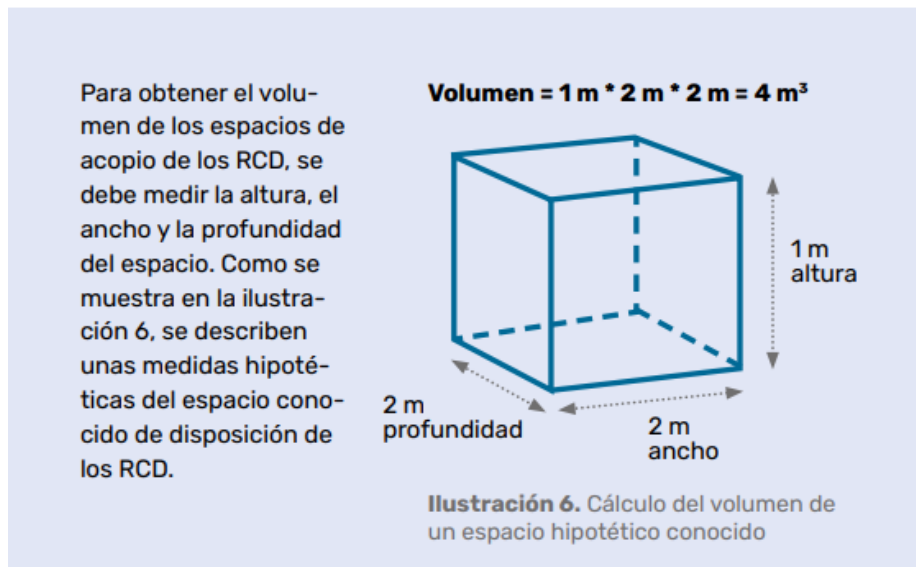
Nota. Fuente Resolución 1257 de 2021.

Estas medidas deberán quedar consignadas en un documento realizado por los gestores de los sitios de disposición final de RCD y se deberá remitir copia a la autoridad ambiental competente tal como lo indica el parágrafo 2 del Artículo 12 de la presente resolución.

- Existen diferentes espacios de almacenamiento temporal de los RCD definidos con formas geométricas: Rectangulares, cuadradas o cilíndricas en caso de que en el municipio no pueda tener un sitio de disposición final, a continuación, se muestran algunos ejemplos de cálculos hipotéticos para estas formas con el fin de tenerlas de referencia.

Figura 31

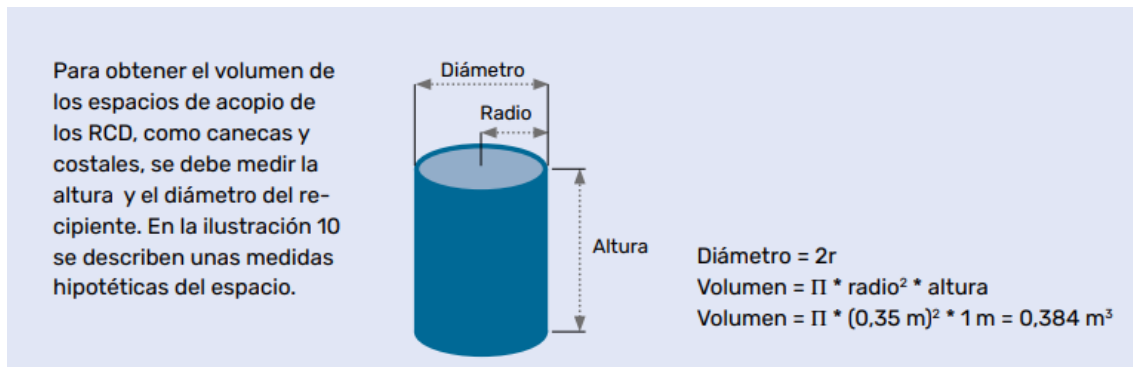
Cálculo del volumen de un espacio hipotético conocido



Nota. Fuente Omega Ingeniería, 2023.

Teniendo en cuenta lo anterior, para obtener el valor estimado de la masa de RCD, a partir de las densidades de los materiales en obra se deben conocer las siguientes variables según la cartilla de construcción y demolición realizada por la empresa Omega Ingeniería en el año 2023.

- Volumen del espacio conocido en obra para el tipo del RCD a calcular. Unidades en m^3 .
- Tipo de RCD del cual se requiere conocer la masa aproximada.
- Valor de la densidad del RCD. Unidades de medida en Tonelada/metro cúbico (ton/m^3).

Figura 32***Cálculo del volumen de un espacio hipotético conocido***

Nota. Fuente Omega Ingeniería, 2023.

Para obtener el valor aproximado de la masa de RCD, se deben conocer las siguientes variables según la cartilla de construcción y demolición realizada por la empresa Omega Ingeniería en el año 2023:

- Volumen del espacio conocido en obra para el tipo del RCD a calcular. Unidades en m^3 .
- Tipo de RCD del cual se requiere conocer la masa aproximada.
- Valor de la densidad del RCD. Unidades de medida en Tonelada/metro cúbico (ton/m^3).

Para ambos casos con los valores obtenidos de las variables anteriormente mencionadas se podrá calcular el valor aproximado de la masa del residuo de construcción y demolición en dicho lugar de almacenamiento temporal.

“Es importante recalcar que los RCD no abarcaran todo el volumen de los espacios dispuestos en obra ya sean rectangulares, cuadrados o cilíndricos, esto debido a las irregularidades del material (cantidad y diferentes tamaños de RCD)” (Omega Ingeniería, 2023) por esto se hacen unos cálculos aproximados de la masa de acuerdo al volumen del espacio y a las densidades mostradas en las tablas 18 y 19 las cuales se encuentran detalladas a continuación.

Tabla 18
Masa de los materiales (1)

Material	Densidad (kg/m ³)	Material	Densidad (kg/m ³)
Acero	7800	Mortero de inyección para mampostería	2250
Agua dulce	1000	Mortero de pega para mampostería	2100
Agua marina	1030	Piedra arenisca	2200
Aluminio	2700	Piedra basalto, granito, gneis	2850
Arena limpia y seca	1440	Piedra caliza, mármol, cuarzo	2700
Arena seca de río	1700	Piedra pizarra	2600
Baldosa cerámica	2400	Plomo	11400
Bronce	8850	Productos bituminosos asfalto y alquitrán	1300
Cal hidratada suelta	500	Productos bituminosos gasolina	700
Cal hidratada compacta	730	Productos bituminosos grafito	2160
Carbón apilado	800	Productos bituminosos parafina	900
Carbón vegetal	200	Productos bituminosos petróleo	850
Cartón	600	Relleno de ceniza	920
Cemento pórtland a granel	1440	Tablero de madera	750
Cobre	9000	Terracota poros saturados	1950
Concreto simple	2300	Terracota poros no saturados	1150
Concreto reforzado	2400	Tierra	
Corcho comprimido	250	Arcilla húmeda	1750
Estaño	7360	Arcilla seca	1100
Grava seca	1660	Arena y grava seca	1600
Hielo	920	Arena y grava húmeda	1900
Hierro fundido	7200	Arena y grava seca apisonada	1750
Hierro forjado	7700	Arena y grava seca suelta	1600
Latón	8430	Limo húmedo consolidado	1550
Madera laminada	600	Limo húmedo suelto	1250
Madera seca	450-750	Vidrio	2600
Mampostería de concreto	2150	Yeso en tableros para muros	800
Mampostería de ladrillo macizo	1850	Yeso suelto	1150
Mampostería de piedra	2200	Zinc en láminas enrolladas	7200

Nota. Fuente Capítulo B.3. del Reglamento NSR-10- Tabla B.3.2-1, como se citó en Omega Ingeniería, 2023

Tabla 19
Masa de los materiales (2)

Material	Densidad (kg/m ³)	Densidad (ton/m ³)	Material	Densidad (kg/m ³)	Densidad (ton/m ³)
Acero	7800	7,8	Madera laminada	600	0,6
Acido nítrico	1512,9	1,5	Madera seca	450-750	0,45-0,75
Acpm	856	0,85	Mampostería de concreto	2150	2,15
Agua dulce	1000	1	Mampostería de ladrillo macizo	1850	1,85
Agua marina	1030	1,03	Mampostería de piedra	2200	2,2
Alambre dulce	7850	7,8	Mortero de inyección para mampostería	2250	2,25
Aluminio	2700	2,7	Mortero de pega para mampostería	2100	2,1
Arena limpia y seca	1440	1,44	Óleos hidráulicos	700 - 950	0,7- 0,95
Arena seca de río	1700	1,7	Pet	1350	1,3
Asbesto cemento	1200	1,2	Piedra arenisca	2200	2,2
Bahareque	700	0,7	Piedra basalto, granito, gneis	2850	2,85
Baldosa cerámica	2400	2,4	Piedra caliza, mármol, cuarzo	2700	2,7
Bronce	8850	8,85	Piedra pizarra	2600	2,6
Cal hidratada suelta	500	0,5	Plástico (polietileno de alta densidad)	940	0,94
Cal hidratada compacta	730	0,73	Plomo	11400	11,4
Carbón apilado	800	0,8	Poliestireno expandido (eps) o poron	120	1,2
Carbón vegetal	200	0,2	PVC (policloruro de vinilo)	1225	1,2
Cartón	600	0,6	Productos bituminosos asfalto y alquitrán	1300	1,3
Cemento pórtland a granel	1440	1,44	Productos bituminosos gasolina	700	0,7
Cerámica	1800 -2200	1,8 - 2,2	Productos bituminosos grafito	2160	2,16
Cobre	9000	9	Productos bituminosos parafina	900	0,9
Concreto simple	2300	2,3	Productos bituminosos petróleo	850	0,85
Concreto reforzado	2400	2,4	Relleno de ceniza	920	0,92
Corcho comprimido	250	0,25	Tableros de madera aglutinada	750	0,75
Desmoldante	2200- 2550	2,2 - 2,5	Terracota poros saturados	1950	1,95
Drywall	45	0,4	Terracota poros no saturados	1150	1,15
Estaño	7360	7,36	Tierra arcilla húmeda	1750	1,75
Grouting	2200	2,2	Tierra arcilla seca	1100	1,1
Grava seca	1660	1,66	Tierra arcilla y grava seca	1600	1,6
Hielo	920	0,92	Tierra arena y grava seca suelta	1600	1,6
Hierro fundido	7200	7,2	Tierra arena y grava húmeda	1900	1,9
Hierro forjado	7700	7,7	Tierra arena y grava seca apisonada	1750	1,75
Hormigón	1000-1300	1,0 -1,3	Tierra limo húmedo consolidado	1550	1,55
	2300-2500	2,3 -2,5	Tierra limo húmedo suelto	1250	1,25
	3000 -3500	3,0 -3,5	Vidrio	2600	2,6
Ladrillo	900	0,9	Yeso en tableros para muros	800	0,8
Latón	8430	8,43	Yeso suelto	1150	1,15
Lechada	840 - 2760	0,8 - 2,7	Zinc en láminas enrolladas	7200	7,2

Nota. Fuente NSR-10, 2021, como se citó en Omega Ingeniería, 2023

- Crear una empresa local dirigida por la misma comunidad que se encargue de gestionar los residuos de construcción y demolición generados en el municipio. Se podrá buscar patrocinios para que exista la posibilidad de brindar incentivos a aquellas personas que hagan una adecuada gestión de los RCD. Se propone de referencia la siguiente tabla de incentivos.

Tabla 20

Incentivos por adecuado manejo de RCD.

Tipo de Incentivo	Beneficiarios	Requisitos
Económico	Persona natural	Llevar los RCD al lugar de almacenamiento, deben estar separados y debidamente organizados. Cantidad mínima 100 kg
Tributario	Empresas	-La empresa debe tener mínimo 1 año de vigencia. -Llevar los RCD al lugar de almacenamiento, deben estar separados y debidamente organizados. Cantidad mínima 1m ³ .
Reconocimiento público	Persona natural o empresas	Llevar los RCD al lugar de almacenamiento, deben estar separados y debidamente organizados. Cantidad mínima 1m ³ .
Asistencia técnica	Empresas	-La empresa debe llevar mínimo 1 año de vigencia. -Debe existir un empleado que se encargue del área ambiental. -La empresa debe disponer de dos días para realizar la capacitación. -Llevar los RCD al lugar de almacenamiento, deben estar separados y debidamente organizados. Cantidad mínima 1m ³ .

Nota. Fuente Elaboración propia

- Realizar una capacitación sobre manejo de RCD a las constructoras del municipio y particulares una vez estos presenten sus proyectos para demolición, construcción o algún tipo de reforma a la secretaría de planeación. Es importante resaltar dentro de estos encuentros la existencia de grandes y pequeños generadores (definición en el artículo 1 de la resolución 1257 de 2021) de tal manera que cada participante pueda saber qué tipo de generador es y de esta forma acogerse a sus respectivas obligaciones. La secretaría deberá buscar quien realice esta capacitación y se propone que esta sea una vez al mes en la casa de la cultura Francisco Antonio Cano. Además, se sugiere entregar el siguiente formato para diligenciarlo durante la reunión y posteriormente entregarlo a la secretaría esto con el fin de monitorear las obras del municipio y tener un mayor control de estas. De no tener la licencia de construcción, está se podrá anexar una vez sea dada al proyecto desde la secretaría de planeación.

Figura 33*Datos de la obra*

2. DATOS DE LA OBRA	
Nombre de la Obra	a
Ubicación de la obra (Municipio o distrito, dirección o georreferenciación) / Cédula catastral y folio de matrícula inmobiliaria	b
Área del lote del proyecto (m2)	c
Área construida aprobada (m2)	d
Copia de la licencia de construcción en cualquiera de sus modalidades y/o licencia de intervención y ocupación del espacio público (si aplica)	e
Vigencia de la licencia	f
Modalidad (obra pública o privada)	g
Copia de la orden judicial o administrativa o certificado expedido por la autoridad municipal o distrital competente según el caso, en los eventos previstos en el inciso 2 del numeral 7 del artículo 2.2.6.1.1.7 y el párrafo 2 del artículo 2.2.6.1.1.12 del Decreto 1077 de 2015 o la norma que lo modifique o sustituya (si aplica):	
Uso de suelo - tipo de obra	h
Tiempo estimado de ejecución de la obra	i
Fecha de inicio de la obra	j
Fecha estimada de finalización de la obra	k
Peso total de residuos de construcción y demolición proyectados (t) (cálculo de estimación - cantidades de obra):	l

Nota. Fuente Omega Ingeniería, 2023.

Figura 34*Especificaciones sobre la obra*

a	Nombre de la obra donde se generan los RCD.	g	Adjuntar la copia de los documentos solicitados según apliquen por el tipo de obra a ejecutar.
b	Ubicación del predio donde se va a ejecutar la obra, además adjuntar el número de matrícula inmobiliaria o cédula catastral.	h	Esta información se obtiene de la licencia constructiva que expide la autoridad de planeación municipal o distrital.
c	Área total del predio donde se va a ejecutar la obra. Se debe expresar en m ² .	i	Diligenciar el tiempo estimado que va a durar la obra en meses.
d	Área donde se van a ejecutar las actividades constructivas, si es un edificio que conste de varias etapas, se debe realizar la sumatoria del área construida. Se debe expresar en m ² .	j	Diligenciar la fecha (DD/MM/AA) cuando dará inicio la obra.
e	Adjuntar la copia de los documentos solicitados según apliquen por el tipo de obra a ejecutar.	k	Diligenciar la fecha (DD/MM/AA) cuando finaliza la obra.
f	Fecha de vigencia la licencia de construcción y de intervención y ocupación del espacio público, según aplique para el proyecto.	L	Para la obtención de este valor se debe conocer las cantidades totales de los materiales a utilizar en la obra, previamente, para posteriormente realizar el reporte de la cantidad de RCD generados en cada una de las etapas.

Nota. Fuente Omega Ingeniería, 2023.

- Una vez focalizados los grandes y pequeños generadores, será importante analizar las metas de aprovechamiento para los grandes generadores, tal como aparece en el artículo 19 de la resolución 1257 de 2021, y está consignado en la siguiente tabla.

Tabla 21*Metas de aprovechamiento de RCD*

CATEGORÍA ESPECIAL	CATEGORÍA 1, 2, 3	CATEGORÍA 4, 5, 6	CUMPLIMIENTO DE META
25%	15%	5%	1° de enero de 2023
50%	30%	20%	1° de enero de 2026
75%	60%	40%	1° de enero de 2030

Nota. Fuente Art. 19, Resolución 1257 de 2021.

- Debe existir un programa de RCD que esté anexo al PGIRS del municipio, por esto es fundamental una articulación entre la empresa recolectora (Aguas del norte antioqueño) y la alcaldía del municipio o terceros esto con el fin de cumplir las obligaciones planteadas a

los departamentos, municipios y distritos de acuerdo a lo contemplado en el artículo 17 de la resolución 1257 de 2021.

- Es importante formalizar los gestores de RCD para que estos puedan cumplir con sus obligaciones las cuales se encuentran en detalle en el artículo 16 de la resolución 1257 de 2013.
- Dentro del plan de desarrollo del próximo alcalde debe estar contemplado el tema de los residuos de construcción y demolición, este deberá ser un punto importante para tener en cuenta ya que la construcción es una de las actividades más importantes del municipio.
- Se plantea unas alternativas de aprovechamiento para los RCD generados en las diferentes obras del municipio y se utiliza de base la tabla presentada en la guía regional con los procesos técnicos y jurídicos para el manejo integral de residuos de construcción y demolición del año 2023 con el fin de seleccionar los tipos de residuos más relevantes y susceptibles de aprovechamiento.

Tabla 22
Alternativas de aprovechamiento de RCD

Tipo de residuo	Alternativa de aprovechamiento
Alambre dulce para armado	Reciclar para nuevos productos.
Arcilla	Reutilizar en fabricación de ladrillos.
Bolsas de Cemento (Papel Kraft)	Reciclar para el programa de sacos limpios.
Cartón	Reciclar en la fabricación de nuevos productos.
Cobre	Reciclar para nuevos productos.
Cuescos de asfalto	Reutilizar como masas para llenos, reciclar en mezclas calientes para pavimento, reutilizar en llenos de baches y caminos.

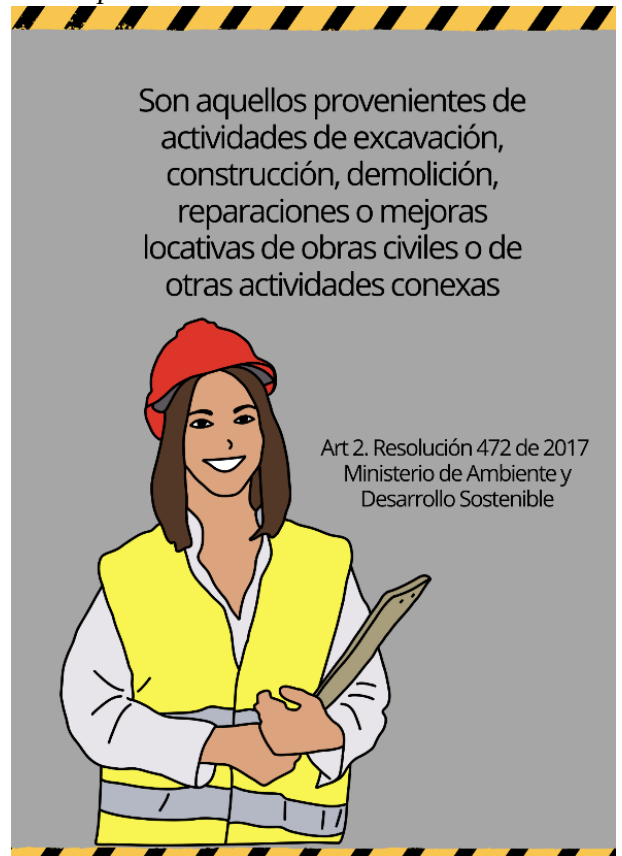
Discos de corte	Reciclar para nuevos productos.
Drywall	Reciclar como fertilizantes y en operaciones de compostaje
Madera (teleras, estacones, estacas, entre otros)	Reciclar para tableros y aglomerados, reutilizar para casetones, vallados y linderos, reutilizar como combustible de calderas.
Sobrante de acero	Reciclar para nuevos productos y como aleación.
Sobrante de cerámica	Reciclar como adoquín, como fachada y acabados.
Sobranes metálicos de pasamanos	Reciclar para nuevos productos.
Tejas	Reciclar como bases para nuevos productos.
Trozos de ladrillo	Reciclar como base para nuevos productos, además de reutilizar en llenos.
Vidrio	Reciclar para nuevos productos, sustitutos de arena y áridos para cama de tuberías.

Nota. Fuente Adaptado de Omega Ingeniería, 2023

- Implementar la estrategia de gestión del cambio por medio de piezas publicitarias de tal manera que estas se puedan compartir por medio de las redes sociales, empezando por los líderes de acción comunal para que puedan replicar la información a los demás habitantes del municipio. A continuación, se muestran algunas opciones de muestras.

Figura 35*Pieza publicitaria 1*

Nota. Fuente Elaboración propia

Figura 36*Pieza publicitaria 2*

Nota. Fuente Elaboración propia

Figura 37*Pieza publicitaria 3*

Nota. Fuente Elaboración propia

Figura 38*Pieza publicitaria 4*

Nota. Fuente Elaboración propia

- Finalmente prohibir arrojar este tipo de residuos en cualquier lugar diferente al asignado, y hacer énfasis en los daños a la salud y al medio ambiente que estos pueden generarle a la población. De ser necesario aplicar comparendo ambiental (ley 1259 de 2008).

6. Discusión

- El municipio de Yarumal no cuenta con sitios de disposición final de RCD, según la definición proporcionada por la resolución 0472 de 2017, por tanto, se hace necesario encontrar un lugar que sirva para almacenar estos residuos mientras se consiguen gestores que realicen su disposición final.
- Al consultar la última actualización del PGIRS en el municipio se evidencia que, aunque estos proponen la implementación de un sitio con doble propósito (escombrera-recicladora) no se identifica un lugar particular para este, sólo se menciona el deseo de crear un sistema de gestión y valorización de RCD en la municipalidad sin aterrizarlo a la espacialidad del territorio por lo que esta propuesta se vuelve ineficiente para darle solución a esta problemática.
- El municipio no cumple con la meta de aprovechamiento vigente para grandes generadores según su categoría (5), la cual ya debería estar en un 5% para el 1 de enero de 2023, según lo establece la resolución 1257 de 2021 en su artículo 19, por lo que a la fecha, el municipio no lleva ningún porcentaje de aprovechamiento, es importante resaltar que para el año 2026 se debería alcanzar ya un 20% y para el 2030 un 40%, porcentajes que están muy lejanos de las metas propuestas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- La falta de conocimiento respecto a la legislación relacionada con los residuos de construcción y demolición por parte de las autoridades del municipio y la comunidad se convierte en un importante limitante para la gestión de estos residuos por lo que se hace necesario con urgencia campañas de divulgación sobre estos.

7. Conclusiones

1. En el municipio no se cuenta con sitios de disposición final, simplemente son sitios de almacenamiento. Sin embargo, estos sitios deben cumplir la normatividad ambiental vigente y cómo se desarrolló en el trabajo, ninguno de los sitios que existen actualmente la cumplen.
2. En la actualidad no se ha llevado a cabo el plan propuesto en la última actualización del PGIRS en materia de RCD, lo cual es bastante preocupante ya que cada día se incrementan más este tipo de residuos y esto afecta la calidad de vida de los Yarumaleños.
3. No existe una articulación entre la alcaldía municipal y la empresa Aguas del norte Antioqueño para realizar un correcto almacenamiento de estos residuos, además es evidente la falta de educación ambiental para las constructoras y los habitantes del municipio.
4. Dentro del plan de desarrollo del actual alcalde de Yarumal, no existe un punto concreto sobre los residuos de construcción y demolición, es importante que este punto se tenga en cuenta para futuros alcaldes del municipio.

Referencias

- Aburrá, A. M. (2020). 2020 – 2023, Plan de Gestión Futuro Sostenible. Recuperado de https://www.metropol.gov.co/Documentos_SalaPrensa/Plan%20de%20gesti%C3%B3n%202020-2023%20Futuro%20sostenible.pdf
- Agudelo Varela, M., & Rodríguez Miranda, J.P. (2014). Estimación de generación y composición de residuos de construcción en la ciudad de Villavicencio. USTA Tunja. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Juan-Rodriguez-Miranda/publication/324686282_ESTIMACION_DE_GENERACION_Y_COMPOSICION_DE_RESIDUOS_DE_CONSTRUCCION_EN_LA_CIUDAD_DE_VILLAVICENCIO/links/5adcabbcaca272fdaf861c3c/ESTIMACION-DE-GENERACION-Y-COMPOSICION-DE-RESIDUOS-DE-CONSTRUCCION-EN-LA-CIUDAD-DE-VILLAVICENCIO.pdf
- BEDOYA, Carlos Mauricio. “Viviendas de Interés Social y Prioritario Sostenibles en Colombia –VISS y VIPS–”, Revista Internacional Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo, Diciembre de 2011, núm.6, p. 27-36.
- Cárdenas, Y. L. L. (2024). ANÁLISIS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN CENTRO INTEGRAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (CIREC) EN EL MUNICIPIO DE EL ESPINAL –. UDCA. Recuperado de <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/0b7bf5c2-c22a-49a3-8d4d-384085893943/content>
- Chica-Osorio, L. M., & Beltrán-Montoya, J. M. (2018). Caracterización de residuos de demolición y construcción para la identificación de su potencial de reúso. Revistas.unal.edu.co. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/68824/67765>
- Ellen MacArthur Foundation. (2014). Hacia una Economía Circular - Resumen Ejecutivo. 9. Recuperado de https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/EMF_Spanish_exec_pages-Revise.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible (2017). 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. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/resolucion-0472-de-2017.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible (2021). Resolución 1257 de 2021. Por la cual se modifica la resolución 0472 de 2017 sobre la gestión integral de residuos de construcción y demolición-RCD y se adoptan otras disposiciones. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/12/Resolucion-1257-de-2021.pdf>

- Municipio de Yarumal (2023). PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL. Repositorio CDMI.
https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/20.500.14471/28707/PLAN%20DE%20DESARROLLO%20MUNICIPAL%20YARUMAL%202024_2027.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Omega Ingeniería. (2023). Guía regional con los procesos técnicos y jurídicos para el manejo integral de Residuos de Construcción y Demolición. Área metropolitana Valle de Aburrá. Recuperado de <https://www.metropol.gov.co/ambiental/residuos-solidos/Documents/Cartilla%20Residuos%20de%20Construcción%20y%20Demolición%202023.pdf>
- Sánchez, R. N. D., & Arboleda, M. C. G. (2016). Identificación de alternativas para la gestión, manejo y aprovechamiento de los residuos de la construcción y la demolición generados en los procesos urbanísticos y obras de infraestructura en el Municipio de Rionegro, Antioquia. Unilasallista. Recuperado de <https://repository.unilasallista.edu.co/server/api/core/bitstreams/ebd7f997-6cc8-403c-9c60-958f6d6caa05/content>
- Suárez-Silgado, S. S., Betancourt Quiroga, J., Molina Benavides, J., & Mahecha Vanegas, L. (2018, July 4). La gestión de los residuos de construcción y demolición en Villavicencio: estado actual, barreras e instrumentos de gestión. SciELO Colombia. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v15n1/1900-3803-entra-15-01-224.pdf>

Anexos

Anexo 1. Encuesta