

**MAMPOSTERÍA FABRICADA CON LA APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS  
DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CIUDAD DE PASTO: CASO  
DE ESTUDIO VERTEDERO ROSAPAMBA**

**CRISTHIAN DAVID OBANDO TULCÁN**

**UNIVERSIDAD CESMAG  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y BELLAS ARTES  
PROGRAMA DE ARQUITECTURA  
SAN JUAN DE PASTO  
2022**

**MAMPOSTERÍA FABRICADA CON LA APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS  
DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CIUDAD DE PASTO: CASO  
DE ESTUDIO VERTEDERO ROSAPAMBA**

**CRISTHIAN DAVID OBANDO TULCÁN**

Trabajo de grado como requisito parcial para optar al título de arquitecto

Asesor:

**ARMANDO JOSÉ QUIJANO VODNIZA**

Ingeniero civil, Magíster en desarrollo sostenible y medio ambiente

**UNIVERSIDAD CESMAG  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y BELLAS ARTES  
PROGRAMA DE ARQUITECTURA  
SAN JUAN DE PASTO  
2022**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

San Juan de Pasto, 20 de noviembre de 2022

El pensamiento que se expresa  
en esta obra es de exclusiva  
responsabilidad del autor  
y no compromete la ideología  
de la Universitaria  
CESMAG.



Dedico a Dios esta oportunidad de haber podido continuar con mis estudios, a mis padres y familiares por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se les debo a ustedes, entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Debo agradecer de manera especial y sincera al ingeniero Armando José Quijano Vodniza por el acompañamiento en la realización de mi trabajo de grado. Agradezco su apoyo y confianza en la investigación y su capacidad para guiar mis ideas, siendo un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación como investigador. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido clave del buen trabajo que hemos realizado juntos, el cual no se puede concebir sin su siempre oportuna participación. Cabe también agradecer a los miembros de nuestro grupo de investigación y docentes participes en la orientación de nuestras investigaciones.

Un trabajo de grado investigativo, es siempre fruto de ideas, proyectos y esfuerzos previos que corresponden a otras personas. En este caso, mi más sincero agradecimiento a los arquitectos Emilio Delgado y Aldo Cerón, docentes del Programa de Arquitectura, con cuyo trabajo siempre estaré en deuda. Gracias por su amabilidad para facilitarme ideas y asesorías en tiempos de catedra.

Pero un trabajo de investigación es también fruto del reconocimiento y del apoyo vital que nos ofrecen las personas que nos estiman, sin el cual no tendríamos la fuerza y energía que nos anima a crecer como personas y como profesionales.

Gracias a mi familia, a mis padres, hermano, porque con ellos compartí momentos felices, que guardo en el recuerdo del transcurso de mi carrera profesional, siendo un aliento para seguir triunfando en la vida.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	
1. ASPECTOS GENERALES DEL TRABAJO DE GRADO	30
1.1 OBJETIVO O TEMA DE INVESTIGACIÓN	30
1.2 CONTEXTUALIZACIÓN	31
1.2.1 Macrocontexto	31
1.2.2 Microcontesto	33
1.3 PROBLEMAS DE INVESTIGACION	34
1.3.1 Planteamiento del problema	34
1.3.2 Formulación del problema	35
1.4 JUSTIFICACIÓN	36
1.5 OBJETIVOS	38
1.5.1 Objetivo general	38
1.5.2 Objetivos específicos	38
1.6 ÁREA DE INVESTIGACIÓN	39
1.7 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	39
1.8 ANTECEDENTES	39
1.9 ESTADO DE ARTE	42
1.10 ESTADO DE ARTE	46
1.11 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	52
1.11.1 Granulometria	52

1.11.2 Compresión	53
1.11.3 Peso	54
1.11.4 Rendimiento	54
1.11.5 Resistencia	55
1.12 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	56
1.13 METODOLOGÍA	56
1.13.1 Paradigma	56
1.13.2 Enfoque	56
1.13.3 Método	57
1.13.4 Poblacion	57
1.13.5 Muestra	58
1.13.6 Tipo de Investigación	58
1.13.7 Diseño de investigación	58
1.13.8 Técnicas de recolección de la información	60
1.13.9 Instrumentos de recolección de la información	61
1.13.10 Procesamiento de la información	62
<b>2. CARACTERIZACION DE LA CAPACIDAD Y LOS RCD QUE RECIBE EL VERTEDERO ROSAPAMBA</b>	
2.1Residuo	64
2.2 Cantidad de residuos de construcción y demolición	65
2.3 Generación de RCD en el municipio de Pasto	65
2.4 Clasificación de los RCD	68
2.4.1 Residuos solidos según su procedencia	69

2.4.2 Residuos solidos según su naturaleza	69
2.5 CARACTERIZACIÓN DE LOS RCD	69
2.5.1 Grupo 1	69
2.5.2 Grupo 2	69
2.5.3 Grupo 3	70
2.6 MINA ESCOMBRERA ROSAPAMBA	74
2.6.1 Disponibilidad y costo de mano de obra	75
2.6.2 Proximidad de las fuentes de suministro	75
2.6.3 Factores ambientales y ordenamiento territorial	75
2.6.4 Control de generación	75
2.6.5 Costo y disponibilidad de terrenos	75
2.7 TOPOGRAFÍA DE SUELOS	76
2.7.1 Disponibilidad de aguas, energía y otros suministros	76
2.7.2 Posibilidad de el acopio y relleno de desechos	76
3. REVISIÓN SISTÉMICA DE LITERATURA SOBRE EXPERIENCIAS EXITOSAS EN EL USO DE LOS RCD PARA EL DISEÑO DE MAMPUESTOS PREFABRICADOS.	
3.1 Residuos de construcción y demolición escala macro (nivel mundial)	78
3.2 Referencias de estudio de los rcd en Colombia	83
3.3 Referencias de estudio de los rcd en Nariño-Pasto	85
3.4 Obras de construcción con rcd en el mundo (cedex,2014)	85

4. DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE PREFABRICADO TRANSFORMADOR PARA LA APLICACIÓN DE MUROS DIVISORIOS NO PORTANTES EN LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS, CON MATERIALES RECICLADOS PÉTREOS Y CERÁMICOS	
4.1 Definición de procesos de producción	90
4.2 Trituración y molienda	90
4.3 Diseño de mezcla	91
4.4 Producción del prefabricado mampuesto	92
4.5 Curado del concreto, estibado y almacenamiento	94
4.6 Definición de productos	95
4.7 ELEMENTO PREFABRICADO ENTREGABLE	97
4.7.1 Mampuesto (bloque aligerado)	97
4.7.2 De gafa	97
4.7.3 Multicámara	97
4.7.4 De carga	97
4.7.5 Armados	98
4.7.6 Cara vista	98
4.8 BORDILLOS	98
4.9 ADOQUINES	99
5. DETERMINAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS, ASI COMO TAMBIEN EL COSTO DEL MAMPUESTO PREFABRICADO CON MATERIALES RECICLADOS TANTO COMO PETREOS Y CERAMICOS DE LOS RCD	
5.1 Recolección, transporte y almacenamiento de los rcd	103
5.2 Trituración de los rcd	104
5.3 Análisis granulométrico	106

5.4 Masa unitaria suelta y compactada	108
5.4.1 Granulometría	108
5.4.2 Masa unitaria suelta	112
5.4.3 Masa Unitaria Compactada	113
5.4.4 Diseño de mezcla	114
5.4.5 Tipo de mezcla	118
5.4.6 Elaboración de la mezcla	120
5.4.7 Elaboración de los entregables (mampuestos tipo bloques)	122
5.4.8 Fraguado de los entregables (Bloque)	123
5.4.9 Curado de mampostería	123
5.4.10 Determinación de resistencia aplicando esfuerzos de compresión	124
5.4.11 Determinación absorción de agua y densidad de las unidades	126
5.5 RESULTADO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACIÓN	126
5.6 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL BLOQUE	127
5.6.1 Análisis de la Resistencia a la Compresión	127
6. COSTO DE PRODUCCIÓN DEL MAMPUESTO FABRICADO	129
6.2 COSTO DIRECTO INDIRECTO	129
6.2.1 Costo Directo	129
6.2.2. Equipo de Trabajo	129
6.2.3 Mano de Obra	130
6.2.4 Materiales	130
6.2.5 Costo de Venta al Publico	131

7. CONCLUSIONES	132
8. RECOMENDACIONES	133
BIBLIOGRAFÍA	134
ANEXO	135



## LISTA DE CUADROS

	pág.
<b>Cuadro 1.</b> Sitios de disposición final que legalmente funcionan y fueron autorizados por la administración municipal.	32
<b>Cuadro 2.</b> Tabla ejemplo de rendimiento.	54
<b>Cuadro 3.</b> Tabla ejemplo de resistencia en mampostería.	55
<b>Cuadro 4.</b> Diseño de ficha N.1.	61
<b>Cuadro 5.</b> Diseño de ficha N.2.	62
<b>Cuadro 6.</b> Diseño de ficha N.3.	62
<b>Cuadro 7.</b> Sitios de disposición final de residuos autorizados durante el periodo (2010 y 2017).	66
<b>Cuadro 8.</b> Sitios de disposición final de residuos no autorizados e ilegales	67
<b>Cuadro 9.</b> Sitios de disposición final de residuos no autorizados e ilegales	68
<b>Cuadro 10.</b> Sitios de disposición final de residuos no autorizados e ilegales.	86
<b>Cuadro 11.</b> Clasificación de los residuos según su procedencia	72
<b>Cuadro 12.</b> Caracterización construcciones contemporáneas en tierra	72
<b>Cuadro 13.</b> Caracterización construcciones modernas en hormigón	105
<b>Cuadro 14.</b> Requisitos para el contenido de humedad en las unidades de mampostería tipo 1.	106
<b>Cuadro 15.</b> Requisito de resistencia a la compresión.	109
<b>Cuadro 16:</b> Muestreo de granulometría de los residuos de hormigones y desperdicios de las construcciones.	111
<b>Cuadro 17.</b> Muestreo de Granulometría de los residuos cerámicos de ladrillo y tejas.	113
<b>Cuadro 18.</b> Clasificación de los morteros según sus características	115

mecánicas y físicas.	116
	117
<b>Cuadro 19.</b> Porcentajes densidad optima RCD hormigón vs arena.	118
<b>Cuadro 20.</b> Porcentajes densidad optima RCD hormigón vs ladrillo.	119
<b>Cuadro 21.</b> Porcentajes de agregados utilizado para diseño de mezcla.	127
<b>Cuadro 22.</b> Diseño de dosificación para el bloque tipo <b>AGRE.H-A.</b>	128
<b>Cuadro 23.</b> Diseño de dosificación para el bloque tipo <b>AGRE.H-C.</b>	129
<b>Cuadro 24.</b> Resultados Resistencia a Compresión.	130
<b>Cuadro 25.</b> Resistencia mínima a la compresión en bloques de hormigón a 28.	130
<b>Cuadro 26.</b> Costo de equipo por unidad de mampostería.	131
<b>Cuadro 27.</b> Costo de Mano de Obra por Unidad de Bloque.	131
<b>Cuadro 28.</b> Costo de Materiales por Unidad de Bloque con Agregados de Hormigón + Cerámicos.	132
<b>Cuadro 29.</b> Costo de Materiales por Unidad de Bloque con Agregados de Hormigón + Arena.	132
<b>Cuadro 30.</b> Costo por Unidad de Bloque.	133

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
<b>Figura 1.</b> Vía alterna conectora perimetral Obonuco-Jongovito	30
<b>Figura 2.</b> Planos de localización	31
<b>Figura 3.</b> Localización vertederos legales en la ciudad de Pasto	32
<b>Figura 4.</b> Localización vertedero Rosapamba desde el centro de la ciudad	33
<b>Figura 5.</b> Carrera 27: infraestructura vial en proceso de construcción	34
<b>Figura 6.</b> Revista indexa en Bélgica sobre la importancia de reutilizar los RCD	33
<b>Figura 7.</b> Planta de tratamiento y trituración	43
<b>Figura 8.</b> Esquema de planta de tratamiento de RCD.	45
<b>Figura 9.</b> Esquema de la metodología experimental empleada en este estudio.	49
<b>Figura 10.</b> Porcentaje de cada material RCD.	50
<b>Figura 11.</b> Impacto ambiental por RCD.	51
<b>Figura 12.</b> propuesta de soluciones.	52
<b>Figura 13.</b> Mampostería en bloque.	59
<b>Figura 14.</b> Diseño de investigación experimental.	64
<b>Figura 15.</b> San Juan en la vía Obonuco-Jongovito	64
<b>Figura 16.</b> Clasificación de los RCD	56
<b>Figura 17.</b> Orden jerárquico para la gestión eficiente de RCD en la ciudad	73
<b>Figura 18.</b> Pedio-localización mina Rosapamba	74
<b>Figura 19.</b> Topografía suelos Rosapamba	76

<b>Figura 20.</b> Mina Rosapamba	77
<b>Figura 21.</b> Ejemplos en el mundo para la reutilización de RCD de concreto	80
<b>Figura 22.</b> Resistencia a la compresión del bloque con áridos reciclados y naturales	82
<b>Figura 23.</b> Edificio Deutsche Bundesstiftug Umwelt	86
<b>Figura 24.</b> Puente Great Belt Link-Dinamarca	88
<b>Figura 25.</b> Flujograma de producción con aprovechamiento de RCD	89
<b>Figura 26.</b> Flujograma trituración y molienda	91
<b>Figura 27.</b> Flujograma del diseño de mezcla	92
<b>Figura 28.</b> Maquinaria para la realización de prefabricados	93
<b>Figura 29.</b> Flujograma de producción	94
<b>Figura 30.</b> Flujograma de curado, estibado y almacenamiento	95
<b>Figura 31.</b> Especificaciones mampuesto prefabricado	98
<b>Figura 32.</b> Especificaciones bordillo	99
<b>Figura 33.</b> Especificaciones adoquines rectangulares	100
<b>Figura 34.</b> Especificaciones adoquines irregulares	101
<b>Figura 35.</b> Recolección de RCD vía que dirige a la escombrera Rosapamba	102
<b>Figura 36.</b> Residuos recolocados RCD hormigón a la izquierda y a la derecha residuo de ladrillos de arcilla	103
<b>Figura 37.</b> Método de trituración primaria y maquinaria secundaria	104
<b>Figura 38.</b> Materiales de RCD triturado de hormigón y ladrillo	105
<b>Figura 39.</b> Tamices de ensayo granulométrico laboratorios Juan Carlos Trujillo.	107
<b>Figura 40.</b> Equipo para ensayo de masa unitaria suelta y compacta de los RCD.	

<b>Figura 41.</b> Curva según las características de agregados tamizados de hormigón.	108
<b>Figura 42.</b> Curva según las características de agregados tamizados de ladrillo y tejas.	110
<b>Figura 43.</b> Resultado masa unitaria de los agregados.	111
<b>Figura 44.</b> Resultado masa unitaria compacta de los agregados.	112
<b>Figura 45.</b> Diseño de mezcla.	113
<b>Figura 46.</b> Equipo para ensayo de masa unitaria suelta y compacta de los RCD.	114
<b>Figura 47.</b> Curva densidad RCD hormigón vs arena.	114
<b>Figura 48.</b> Curva densidad RCD hormigón vs ladrillo.	115
<b>Figura 49.</b> Elaboración de mezcla para mampuestos <b>AGRE.H.A</b> , (agregados de hormigón + arena natural) 76% residuos.	116
<b>Figura 50.</b> Elaboración de Mezcla para Mampuestos <b>AGRE.H.C</b> (Agregados de Hormigón + Agregados Cerámicos) 100% residuos.	120
<b>Figura 51.</b> Elaboración de prefabricados con el 75% de RCD <b>AGRE.H.A</b> .	121
<b>Figura 52.</b> Área de producción mampostería.	122
<b>Figura 53.</b> Área de producción mampostería.	123
<b>Figura 54.</b> Maquina dispuesta por laboratorios Trujillo para pruebas de compresión.	124
<b>Figura 55.</b> Resultados de ensayo cargas máximas de las unidades de mampostería dispuestas en laboratorio.	124
<b>Figura 56.</b> Unidad de mampostería luego de someterse a compresión.	125
<b>Figura 57.</b> Curva de resistencias a compresión de los bloques sometidos a laboratorio.	128

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
<b>Anexo A.</b> Plancha resumen organigrama sustento y justificación temática PFC	137
<b>Anexo B.</b> Plancha resumen organigrama sustento y justificación temática PFC	138
<b>Anexo D.</b> Flujograma producción y mampostería prefabricada	139
<b>Anexo E.</b> Folleto de presentación resumen de investigación	140
<b>Anexo F.</b> Bitácora de investigación	141
<b>Anexo G.</b> Cartilla de investigación	142

## GLOSARIO

**ENSAYO DE COMPRESIÓN:** capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en  $\text{kg/cm}^2$  y con alguna frecuencia en libras por pulgadas cuadrada (psi).

**ENSAYOS:** puestas en práctica de una acción o actividad para poder perfeccionar su ejecución.

**FABRICADO:** se aplica en la construcción, en lugar de realizarse en el lugar a emplearlo, se ha fabricado en serio en otro lugar para que luego solo haya que colocarlo o acoplarlo en un lugar correspondiente.

**GRANULOMETRÍA:** el estudio estadístico de tamaños de una colección de materiales sólidos fraccionados. Este análisis es el conjunto de operaciones cuyo fin es determinar la distribución del tamaño que componen una muestra.

**LABORATORIOS:** una infraestructura adecuada de aparatos y utensilios para realizar experimentos científicos y analíticos.

**MAMPOSTERÍA:** procedimiento de construcción en que se unen las piedras con argamasa sin ningún orden de hiladas o tamaños.

**MAMPUESTO:** material de construcción que se usa en la mampostería.

**MASA UNITARIA SUELTA:** proceso de laboratorio que resuelve un cociente entre la masa de la muestras suelta y apisonada respectivamente sobre el volumen del recipiente.

**MESO CONTEXTO:** la investigación se centra en realizar una revisión de literaturas en base a las experiencias exitosas en el uso de los RCD, la revisión de literatura se la realiza de las 3 maneras, MACRO (experiencias mundiales) MESO (experiencias nacionales) MICRO (experiencias regionales).

**MATERIAL PREFABRICADO:** Los materiales prefabricados son elementos constructivos que son de rápida instalación, ordinariamente de peso liviano para la construcción de viviendas. Una modalidad de construcción eco-sustentable que ha ganado notoriedad en los últimos años.

**NSR-10:** normativa colombiana donde determina el procedimiento y determinación estándar de un material para el emplearlo en la construcción.

**PESO ESPECÍFICO:** la relación en el peso en el aire de cierto volumen de sólidos a una temperatura dada y el peso en el aire del mismo volumen de agua destilada a la misma temperatura.

**RECICLAJE:** una acción de la conservación de los recursos no renovables como el suelo y el agua.

**RCD:** residuos sólidos de construcción y demolición.

**TAMIZ:** herramienta de laboratorio que efectúa una selección de partes finas o gruesas con exactitud de un material.

**VERTEDERO:** lugar donde se vierten basuras, residuos o escombros, generalmente situado a las afueras de una población.



## RESUMEN

El propósito de la presente investigación es utilizar los residuos provenientes de la construcción para obtener un nuevo elemento prefabricado constructivo para mampostería, con su aplicación en el municipio de Pasto. La necesidad de esta investigación se basa en la disposición incorrecta de residuos de construcción, en botaderos o lugares poco adecuados, lo cual se ha convertido en un problema social, ambiental y económico. Por ello, uno de los objetivos principales es identificar la potencialidad de los residuos de construcción y demolición (RCD) como alternativa a las materias primas naturales. Asimismo, se estableció su capacidad para formar un nuevo material que minimice los volúmenes existentes de residuos, con el fin de contribuir a la conservación del medio ambiente.

Para lograrlo, se lleva a cabo ensayos de laboratorio con sus respectivos experimentos, como son ensayos de granulometría, masa unitaria suelta, masa unitaria compacta, contenido de humedad, porcentaje de absorción y peso específico, los cuales evaluarán e identificarán las cualidades físicas y mecánicas de los residuos (pétreos y cerámicos), mismos que permitieron obtener una dosificación óptima para el elemento prefabricado. Los análisis y resultados finales de resistencia a compresión, contenido de humedad y absorción, garantizan un nuevo elemento fabricado normatizado que cumple con los estándares de calidad NSR-10. De esta manera, este estudio promueve los RCD como una materia prima sustentable, que no solo reduce el costo e impacto ambiental, sino que además aporta al beneficio social y económico de la ciudad.

**Palabras clave:** residuos de construcción y demolición, reutilización, fabricado.

## ABSTRACT

The purpose of this research is to use construction waste to obtain a new construction precast element for masonry, with the application in the municipality of Pasto. The need for this research is the incorrect disposal of construction waste, in dumps or inappropriate places, which has become a social, environmental and economic problem. Therefore, one of the main objectives is to identify the potential of construction and demolition waste (RCD) as an alternative to natural raw materials. Likewise, its capacity to form a new material that minimizes the existing volumes of waste will be established, in order to contribute to the conservation of the environment. To achieve this, laboratory tests were carried out with their respective laboratories, such as granulometry tests, loose unit mass, compact unit mass, moisture content, absorption percentage, specific weight and colorimetry, which evaluated and chemical residues (stone and ceramic), which allowed to obtain an optimal dosage for the precast element. The analyzes and final results of compressive strength, moisture content and absorption, guarantee a new standardized precast element that meets the NSR-10 quality standards. In this way, this study promotes RCD as a sustainable raw material, which not only reduces the cost and environmental impact, but also provides the social and economic benefit of the city.

**Keywords:** construction and demolition waste, reuse, cas

## 1. INTRODUCCIÓN

En la presente investigación se realiza un estudio con el propósito de darle otra utilidad a los residuos de la construcción y demolición (RCD) a partir de desarrollar un mampuesto fabricado divisorio no portante, en pro al cambio de la realización de mampuestos en la ciudad de San Juan de Pasto y el corregimiento de Jongovito, buscando que su uso en las construcciones tenga una alta aprobación de los profesionales que emplean fabricado, cumpliendo así los requerimientos que exige cada constructor.

El trabajo de grado se realiza en el municipio de Pasto, así pues, esta investigación se centra en las construcciones y depósitos finales de residuos considerando que en los últimos años se ha evidenciado el crecimiento de la ciudad en sus construcciones. Un ejemplo de esto es la carrera 27, con su alto impacto de demolición; por ello es importante la implementación de un cambio en el consumo progresivo de los recursos no renovables, de tal manera que esto sea una motivación para así evitar que la ciudad comience a creer que el reciclaje trae consigo ventajas favorables y así evitar que los lugares finales de estos residuos terminen en rellenos, que en su mayoría de veces son espacios inadecuados e inservibles.

La industria de la construcción, además de ser una de las actividades de mayor impulso económico y desarrollo, trae consigo consecuencias inevitables, producidas por la presencia de residuos de construcción y demolición, denominados RCD, que son considerados, a nivel mundial, como un problema ambiental y social para todas las ciudades. Evidencia de esto, es la ausencia de gestión, control y correctivos desde las políticas públicas. A esto se suma a la poca educación y sensibilización de los constructores en cuanto al control de generación y a la disposición de residuos en su actividad.

Por lo tanto, el propósito de este trabajo se orienta al aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición (RCD) para la generación de un nuevo material, y su ejecución radica en la necesidad de un cambio en el consumismo de materiales nuevos, debido a que en su mayoría de veces son no renovables

Para el desarrollo de la investigación, se consideró el paradigma metodológico positivista, un enfoque cuantitativo y el método científico, llevando a cabo unos procesos que permitió comprobar y determinar las propiedades físico y mecánicas del nuevo material que se obtuvo con base de los residuos (agregado fino), con un alto requerimiento de laboratorios para confrontar la teoría con la práctica. Finalmente, el estudio permitió desarrollar un agregado fino de la reutilización que cumple con los requerimientos normativos y que permite resaltar el beneficio que se generan a partir de los residuos sólidos de la construcción y demolición en el municipio de Pasto, obteniendo un prefabricado aligerado en práctica que cumpla con las exigencias para una construcción.

## 1. ASPECTOS GENERALES DEL TRABAJO DE GRADO

### 1.1 OBJETIVO O TEMA DE INVESTIGACIÓN

El residuo sólido de las construcciones y demoliciones es un material no aprovechable que en su contexto inicial no alcanza un valor económico, pero se construye en una fuente valiosa de materia útil que, por la falta de gestión y ausencia de mercados para su comercialización e inadecuada eliminación, se ha transformado en un verdadero atentado hacia el medio ambiente y un derroche innecesario de recursos no renovables.

**Figura 1.** Vía alterna conectora perimetral Obonuco-Jongovito.



**Fuente:** Investigación propia.

## 1.2 CONTEXTUALIZACIÓN

**Figura 2.** Vía alterna conectora perimetral Obonuco-Jongovito.



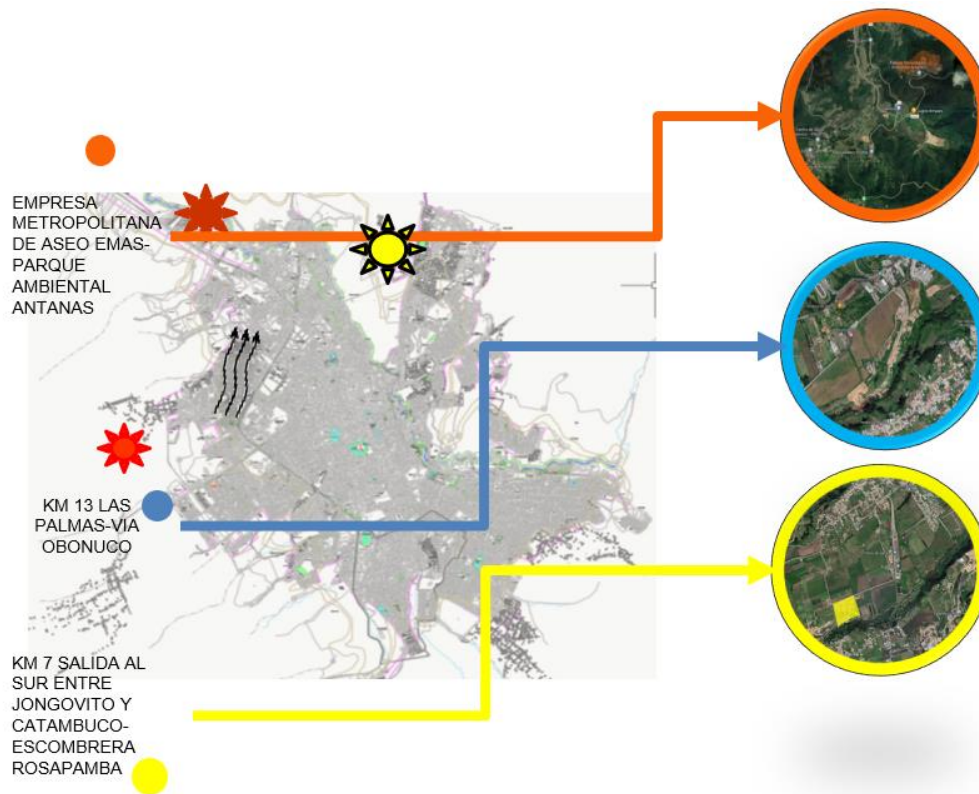
**Fuente:** Google Maps. (en línea). En: Google Maps.com. Mapa – Colombia-Nariño- San Juan de Pasto. (Colombia) 2004 (consultada: 20, julio, 2021). Disponible en la dirección electrónica: <https://www.colombiaenmapas.gov.co/>

Como resultado de un crecimiento urbano demográfico, se ha encontrado distintos cambios en la ciudad de Pasto, especialmente el progreso que desde el punto de vista económico y de la infraestructura ha ido mejorando. Efectivamente, se observa un aumento de las actividades constructivas ligadas a los procesos de urbanización, modernización de edificaciones existentes y la mejora y ampliación de la malla vial como, es el claro ejemplo de la carrera 27, que ha generado una cantidad importante de residuos de construcción y demolición, por ende, se han situado varios depósitos, tanto legales como ilegales.

### 1.2.1 Macrocontexto

La presente investigación se centra en el municipio de Pasto, en el departamento de Nariño, en donde existen 3 vertederos legales con permisos realizados a través de la Alcaldía de Pasto en el año 2009, que expidió la resolución 0816 de 2009, por medio de la cual se estableció los términos de referencia para el funcionamiento de sitios de disposición final de carácter privado en puntos estratégicos, como la mina escombrera Rosapamba, la mina Santander y el vertedero Antanas, de la Empresa Metropolitana de Aseo EMAS, los cuales se pueden evidenciar en la figura 2, que muestra que los tres vertederos están localizados en la zona rural de Pasto, en áreas perimetrales que cuentan con capacidad mayores a 60.000 m<sup>3</sup> de residuos sólidos de la construcción y demolición. Por otro lado, en el cuadro 1 se muestran las características de los sitios de disposición final que legalmente funcionan y fueron autorizados por la administración municipal.

**Figura 3.** Localización de vertederos legales en la ciudad de Pasto.



**Fuente:** Investigación propia.

**Cuadro 1.** Sitios de disposición final que legalmente funcionan y fueron autorizados por la administración municipal.

	PROPIETARIO	CELULAR	DIRECCION	NOMBRE DEL SITIO RCD	INICIA	TERMINA	ESTADO
<b>PASTO</b>	Oscar Santander	3225868380	Las Palmas-Obonuco.	Escombrera Santander-capacidad 80.000 m3	21/07/2020	21/07/2021	<b>AUTORIZADA</b>
<b>PASTO</b>	Empresa metropolitana de aseo Emas Pasto	3177005613	KM 13 vía Buesaco	Parque Ambiental Antanas-capacidad 60.000 m3	25/09/2020	25/09/2021	<b>AUTORIZADA</b>
<b>PASTO</b>	Julio Cesar Delgado Erazo.	3105149528	Km7 salida al sur-Catambuco	Escombrera Rosapamba-capacidad 2.000.000 m3	19/11/2019	18/11/2020	<b>AUTORIZADA</b>

**Fuente:** Alcaldía de Pasto. (en línea). En: [pasto.gov.co](https://www.pasto.gov.co) secretaria de Gestión Ambiental. (Pasto) 2010 (consultada: 20, julio, 2021). Disponible en la dirección electrónica: <https://www.pasto.gov.co/>





### 1.3 PROBLEMAS DE INVESTIGACION

**1.3.1 Planteamiento del problema.** Si bien es cierto que en la ciudad de Pasto se han presentado grandes cambios en las últimas décadas, especialmente en la mejora de su infraestructura, sin embargo, las diferentes obras civiles adelantadas han sido el causante de la gran cantidad de residuos sólidos, lo cuales, si bien es cierto que no generan el mismo efecto que los residuos orgánicos, sí conllevan a una gran problemática ambiental, debido a que son comúnmente eliminados en botaderos ilegales que se encuentran en diferentes lugares de la ciudad; situación que se ha dado por la falta de gestión y de un tratamiento de dichos residuos sólidos de construcción. Esto ha generado un impacto ambiental negativo en la ciudad, permitiendo el surgimiento de una cultura ciudadana que a mediano y largo plazo es insostenible.

**Figura 5.** Carrera 27: infraestructura vial en proceso de construcción.



**Fuente:** Google. (en línea). En: google.com Carrera 27- San Juan de Pasto. (Pasto) 2019 (consultada: 25, junio, 2021). Disponible en la dirección electrónica: [https://caracol.com.co/emisora/2019/05/28/pasto/1559070948\\_617021.html](https://caracol.com.co/emisora/2019/05/28/pasto/1559070948_617021.html).

La eliminación de los residuos de construcción, provenientes muchas veces de desperdicios o remodelaciones, no tiene una medida correcta para su disposición final, optando muchas veces por ser depositados en lugares poco adecuados, que no solo provocan un daño al medio natural por la extracción de los recursos, sino por la cantidad de residuos generados que finalmente terminan degradando el medio ambiente.



Efectivamente, según la Alcaldía Municipal de Pasto: “El problema de la contaminación por el irregular manejo y disposición final de los residuos de construcción en la ciudad de Pasto ha aumentado en los últimos años, de acuerdo con lo manifestado por Corponariño”<sup>1</sup>.

Es de aclarar que en los casos en los que los RCD son dispuestos en sitios no autorizados, estos en ocasiones no cuentan con la capacidad suficiente para el acopio de los volúmenes que se generan diariamente en Pasto; además de que el traslado de estos, no solo generan sobre costos, sino también se requieren realizar recorridos de grandes distancias por parte de los transportadores, dado que los sitios de disposición final se ubican en la periferia de la ciudad de Pasto, generando adicionalmente una huella de carbono.

**1.3.2 Formulación del problema.** Después del planteamiento del problema expresado anteriormente, en donde se evidencia el impacto ambiental negativo que están generado en la ciudad de Pasto los residuos de construcción y demolición (RCD), se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo aprovechar los residuos RCD depositados en la escombrera Rosapamba, generados por las construcciones y demoliciones de la ciudad de Pasto?

---

<sup>1</sup> ALCALDÍA MUNICIPAL DE PASTO. Actualización del plan de gestión integral de residuos sólidos; Municipio de Pasto 2015-2027. Corponariño 2015, p.45-78. (en línea). <https://www.pasto.gov.co/>, (PASTO),2015.

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

La investigación que se realiza dentro de este trabajo permite aplicar el uso de residuos de la construcción y demolición para el desarrollo de mampostería. Actualmente la industria de la construcción genera grandes volúmenes de residuos sólidos y de contaminación en cualquier país, por lo tanto, en el presente estudio se busca, recuperar este tipo de residuos que generar alteraciones en el medio ambiente, se someten a procesos que da como resultado materia prima aprovechable para elaborar un nuevo material, lo cual se podría considerar como una solución sostenible.

Por otro lado, se realizó con la finalidad de abordar la situación sobre el manejo de los RCD, puesto que no se cuenta con estudios necesarios que permitan evaluar el desarrollo de las actividades y conocer la calidad de los materiales, el rendimiento y la cantidad de los residuos generados. De esta manera, este proyecto surgió para establecer y proporcionar una alternativa de manejo de los RCD en las obras de construcción y vertederos legales e ilegales de la ciudad de Pasto, ya que ha sido un aspecto descuidado durante mucho tiempo y su generación ha sido descontrolada, produciéndose gran contaminación al ambiente.

En segundo lugar, la investigación beneficia como usuarios directos la población del corregimiento de Jongovito debido a que una de las actividades económicas es la realización del ladrillo artesanal, que actualmente su práctica es restringida debido al impacto ambiental; Se busca establece nuevas estrategias de producción de mampostería apartar de residuos de la construcción y demolición, que permita generar empleo y aumente las fuentes económicas para el corregimiento.

Según Martínez y Domínguez: “la población transportadora de materiales y trabajadores del reciclaje es de un 0,49% de las familias pastusas (68 familias), las cuales se dedican a esta labor”<sup>2</sup>.

A partir de un proceso de caracterización de los RCD para cuantificar estadísticamente los metros cúbicos de agregados pétreos y cerámicos de los residuos que se aprovechan para realizar un mampuesto prefabricado, verificando el resultado de un agregado fino con los residuos de la construcción y demolición en áreas de las tecnologías y procesos de construcción, cuantificando las

---

<sup>2</sup> MARTÍNEZ, Begoña. Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas. Ingeniería, 11, 43-55; residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas, (en línea). <https://www.redalyc.org/pdf/274/27419147010.pdf>, (España),2007.

propiedades granulométricas del material adquirido y generando un entregable que cumpla con pruebas y ensayos que se mantuvieron en base de muestras, según el estudio y la durabilidad del material obtenido en base a los RCD, versus los materiales recientes de muros divisorios que se manejan en construcciones modernas actualmente.

Mediante varios procesos y muestreos se obtuvo un agregado fino para cualquier tipo de tarea en la construcción, como para la elaboración de un mampuesto prefabricado en muros divisorios. Las nuevas tecnologías permiten mejorar la calidad de los materiales y brindar seguridad en su producción; es así, como el presente documento desea convertirse en una herramienta que fortalezca las iniciativas productivas que trabajan con materiales reciclables y su generación de valor, encontrando en la responsabilidad social una oportunidad de emprendimiento que aportan al crecimiento económico de la ciudad de Pasto.

La investigación experimental examina en los laboratorios el uso de los RCD para la elaboración de los agregados finos obtenidos de los residuos. Esta evaluación comenzó con el análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales obtenidos, para determinar las características finales del agregado y emplearlo en un mampuesto prefabricado como presentación final. El desarrollo de la investigación experimental se realiza mediante un proceso de técnicas sucesivas, que inicia con la recolección de los RCD, y prosigue con trituración, ensayos de laboratorio a los agregados, diseño de mezcla, elaboración del prefabricado.

La recolección se va a localizar en una escombrera de la ciudad de Pasto, donde podemos analizar y recolectar diferentes tipos de desechos de construcción y demoliciones, la caracterización de las propiedades de los RCD se basará en técnicas experimentales, de ensayos y pruebas como análisis de granulometría, masa unitaria suelta y compacta, contenido de humedad, densidad relativa y absorción, impurezas y con esto resultados físicos del mampuesto se obtendrán a partir de varios diseños de mezcla y ensayos, donde se pondrá en prueba la teoría vs práctica, donde los muestreos de los prevaricados presentaran variables sobre la preparación de mezclas, se podrán encontrar variables durante el fraguado del material, el curado entre otras, donde la propiedad física del mampuesto de lo verificara en la determinación de la resistencia a la compresión del mampuesto prefabricado.

Por tal razón, la investigación propone la aplicación del uso de los residuos generados en la construcción de la ciudad de Pasto y reducir el consumo excesivo de las materias naturales de canteras no renovables, este nuevo material haga que disminuya la extracción de materias primas de canteras y prolongue la vida útil de estos y disminuya la contaminación en vertederos, así aplicarlo en un mampuesto prefabricado como una alternativa de reutilización, y así generar un entregable mampuesto que cumpla con todos los requerimientos establecidos en la construcción colombiana y así genere una alternativa viable y sustentable para el desarrollo de una ciudad.

La tecnología en la construcción sea una razón más de reutilizar materiales que presten la misma función a un material común y así mejore sus condiciones de uso, superando las expectativas de las constructoras y sea factible manejar estos materiales innovadores en pro al medio ambiente. Tras la búsqueda de cuidar el medio ambiente, las Naciones Unidas a través de un documento “transformar nuestro mundo la agenda 2030 para el desarrollo sostenible’ tienen como prioridad el cuidado del planeta desde una perspectiva de resiliencia y sostenibilidad, en la cual tres dimensiones del desarrollo sostenible: la economía, la social, y la ambiental Como la investigación aporta a nivel nacional y mundial;, un aporte a dicha investigación es promulgar a estudiantes y emprendedores a verle el lado útil a las cosas desechadas, donde pudo ver un estatus económico en lo desechado y darle una utilidad y contribuya con la misión y visión de las empresas en torno a la construcción de paradigmas positivos en torno al reciclaje y su oficio, en donde se proyecte un alto porcentaje de residuos reciclados bajo una perspectiva de sostenibilidad, para que tanto las empresas como sus grupos de interés tengan un impacto directo en su realidad cotidiana.

Finalmente, el presente documento busca dilucidar nuevas posibilidades ante la construcción de metas que impulsen el propósito de un mundo distinto, respetuoso al entorno donde vivimos, la diversidad y solidaridad, buscando comprender las iniciativas de generar nuevos materiales a partir de los RCD aptos para las construcciones modernas y así entender si son estas una oportunidad para el desarrollo de los planes sociales y ecológicos.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1. Objetivo general**

Emplear residuos de construcción y demolición (RCD) pétreos y cerámicos de la ciudad de Pasto para la elaboración de un nuevo prefabricado, como una alternativa viable y sustentable para el desarrollo de la construcción.

### **1.5.2. Objetivo general**

- Caracterizar la capacidad y los residuos de construcción y demolición (RCD) que recibe el vertedero Rosapamba, ubicado en el kilómetro 7 vía Catambuco-Jongovito, y las dimensiones del lote para este propósito.
- Efectuar una revisión a tres escalas (macro, meso, micro) de literatura sobre experiencias en el uso de los RCD para la fabricación de mampuestos.
- Diseñar un prototipo de mampuesto transformador para la aplicación de muros divisorios no portantes en la ejecución de proyectos arquitectónicos, con materiales reciclados pétreos y cerámicos.

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas, así como también el costo de producción del mampuesto fabricado.

## **1.6 ÁREA DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se concentra en el estudio de aprovechar los residuos sólidos generados en obras de construcción en la ciudad de Pasto, enfocándose en el área de investigación del programa de Arquitectura de la Universidad CESMAG de *Materiales Arquitectónicos*, a partir del uso de residuos de construcción y demolición, de manera que se analice las características físicas del innovador material alternativo, y sea aplicado con confianza en fabricación de mampostería o como un caso de la investigación, un mampuesto prefabricado para muros divisorios, de modo que su uso sea un plus positivo en rendimiento y calidad.

## **1.7 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

En concordancia con las líneas de investigación que el programa de Arquitectura ha establecido, este trabajo de grado corresponde con la línea Arquitectura y Tecnología, de manera que la investigación centrada en la búsqueda de un material innovador con base en los desechos de la construcción pueda ser empleados de nuevo una vez desechados. Estas aplicaciones abren nuevas posibilidades a cualquier entorno de trabajo, ya que cada vez la tecnología evoluciona, presentándose, obviamente, cambios en las metodologías y en las técnicas de trabajo en todas sus áreas productivas.

## **1.8 ANTECEDENTES**

Inicialmente se presenta lo acontecido con el primer proceso de reciclaje que tuvo sus primeros en Japón, alrededor del año 1031, cuando comenzó la primera reutilización de papel desechado. En el caso de los residuos de construcción y demolición, se resalta una de las principales ideas, denominada “Leadership environmental & Energy Desing (LEED)”<sup>3</sup>, la cual es una certificación que se enfoca en el diseño, la construcción y la operación de edificios sustentables. Se desarrolló en los Estados Unidos en el año 2000 por la USGBC “United States

---

<sup>3</sup> WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. (07 de 2009). Iniciativa para la sostenibilidad del Cemento (CSI); Recuperado el 28 de 05 de 2017, (en línea). <https://goo.gl/eVc5gV>. p. 23.56., (desconocido), 2009.

Green Building Council”<sup>4</sup>, siendo una herramienta que sirve como guía para realizar construcciones, y su certificación ofrece una visión sobre las características sustentables de un proyecto de edificaciones sin importar el tipo o el tamaño de la misma.

La certificación demuestra por parte del propietario LEED la intención por mantener el equilibrio económico y ambiental, además de mostrar interés hacia el ordenamiento del medio ambiente y hacia la responsabilidad social que conlleva muchas veces a obtener liberaciones fiscales. El sistema está diseñado para ser implementado en edificaciones nuevas o en remodelación, si se habla en términos de ciclo vital, y pueden ser aplicadas a residenciales comerciales, institucionales o cualquier otro tipo. LEED evalúa el desempeño ambiental de la edificación vista y entendida como un todo, que luego proporciona unos patrones estándar de lo que se conoce como “edificios verdes”.

En Riobamba, ubicada en la serranía central del Ecuador, de acuerdo al anuario de edificaciones de INEC, en la última década “su crecimiento urbano ha generado que la industria de la construcción tenga la necesidad de contar con mayor cantidad de materias primas y materiales para esta actividad, considerando al bloque de hormigón como unos de los materiales empleados con mayor frecuencia”<sup>5</sup>. En este caso la investigación plantea reutilizar los RCD como materia prima para obtener un mampuesto, con ello lograr con lineamientos que permitan generar una gestión y un manejo adecuado para aprovechar al máximo las potencialidades de reciclar el desecho que lo llaman contaminante, y unos de los objetivos principales de la investigación fue utilizar residuos de construcción de la ciudad de Riobamba para la elaboración de un nuevo bloque de hormigón como una alternativa viable y sustentable para el desarrollo de la ciudad.

Los antecedentes legales y normativos registrados para los residuos de construcción y demolición (RCD) de carácter nacional se establecieron desde el año 1994, mediante la Resolución 541 del Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, la cual: “regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados suelos de construcción, demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación”<sup>6</sup>, fijando las bases de las normas de conducta,

---

<sup>4</sup> WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. (07 de 2009). Iniciativa para la sostenibilidad del Cemento (CSI). Recuperado el 28 de 05 de 2017, (en línea) <https://goo.gl/eVc5gV>. p. 23.56., (desconocido), 2009.

<sup>5</sup> VACA, Ricardo y TORRES, Luis. Diseño de un Sistema de Gestión para el Departamento de Desechos Sólidos del Ilustre Municipio de Riobamba; periodo 2008 – 2009 en Riobamba. (en línea). <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/1428>. pág. 25., (Ecuador) 2008.

<sup>6</sup> CASTAÑO, Jesús, et al. (15 de 04 de 2013). gestión de residuos de construcción y demolición (RCD); perspectivas y limitantes; Tecnura, 121-129. (en línea). <http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v17n38/v17n38a10.pdf>, (Bogotá), 2013.

lineamientos de manejo y sanciones por el incumplimiento del manejo de los RCD, en la que exige su disposición en las escombreras autorizadas.

Con base dicha resolución, el Distrito Capital expidió el Decreto 357 de 1997, en el cual se regula el manejo, transporte y disposición final de escombros y materiales de construcción de Bogotá, establecido en su momento las normas de conducta de dicha actividad; posteriormente se emitió la Resolución 2397 del 25 de abril de 2011, la que se regula técnicamente el tratamiento o aprovechamiento de escombros, la cual fue posteriormente derogada por el artículo 15 de la Resolución 115 del 2012.

Por esta razón, en el país se están llevando a cabo investigaciones y proyectos para favorecer la reutilización de los RCD, para cambiarlos en una nueva materia prima que sea viable para la construcción, fomentando la innovación.

El Decreto 586 de 2015, por medio el cual se adopta el modelo eficiente y sostenible de gestión de los residuos de construcción y demolición RCD en Bogotá D.C., que aplica a todas las instituciones públicas y privadas, busca integrarlas en la gestión de RCD, en el desarrollo de nuevos productos y materiales que se integren nuevamente en los ciclos productivos y económicos de una construcción; por tal razón, la presente investigación prioriza estas normativas para que el proyecto tenga fundamentos sólidos para resaltar la importancia de reutilizar residuos.

Igualmente, en Colombia existen modelos de gestión, como el “Decreto 586 de 2015 registro Distrital 5745”<sup>7</sup>, con objetivos de líneas programáticas, así como la organización y obligaciones de los agentes del ciclo productivo, herramientas e instrumentos que ayuden a promueve e incentiva la reutilización de RCD y/o otros desechos de solidos que se generan en la ciudad.

De esta manera, en el país se están promoviendo modelos de manejo integral y sostenible de RCD, para manejar de manera adecuada la introducción de dichos residuos a un vertedero y que fácilmente puedan ser aprovechados; sin embargo, las experiencias de realizar un material que contenga RCD en Colombia son insuficientes, aunque queda claro que el RCD está siendo un tema central para potenciar los RCD como una alternativa económica y ambientalmente sostenible, para la cual es de relevancia conocer los métodos de gestión y las experiencias exitosas de distintas investigaciones relacionadas con los RCD.

Dentro del contexto regional, la descripción del programa de gestión de RCD quiere incorporar todas aquellas acciones para garantizar un adecuado manejo, recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final, de acuerdo con las

---

<sup>7</sup> SECRETARIA JURIDICA DISTRITAL. Decreto 586 de 2015; por medio el cual se adopta el modelo de eficiencia y sostenible de gestión de los residuos de construcción y demolición-RCD. (en línea). [https://www.educacionbogota.edu.co/portal\\_institucional/sites/default/files/2019-03/Decreto\\_Distrital\\_586\\_de\\_2015.pdf](https://www.educacionbogota.edu.co/portal_institucional/sites/default/files/2019-03/Decreto_Distrital_586_de_2015.pdf), (Bogotá), 2015.

normas vigentes del país y a través Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición – RCD, se fomentaran los siguientes procesos: “recuperar y aprovechar de los RCD con la inclusión al reciclador, promoción de separación en la fuente de cultura de la reducción, fortaleciendo los aspectos de orden técnico, administrativo, ambiental, económico, cultural y social”<sup>8</sup>. Cabe resaltar que la entidad encargada de llevar a cabo este proyecto es EMAS PASTO S.A E.S.P. la cual cuenta con una zona de disposición de residuos de construcción y demolición adecuada para la operación de la escombrera, dentro del marco legal aplicable, la cual tiene una capacidad de recepción de 40.000 m3.

## 1.9 ESTADO DE ARTE

De acuerdo con la revisión sistémica de literatura sobre las experiencias que manejan RCD, considerando el aporte de organismos internaciones, es importante mencionar que la construcción es un factor fundamental dentro de la economía de un país, pero también es un sector relevante en el consumo indiscriminado de recursos y generador de residuos.

Por ejemplo, en Europa el tema de los residuos de construcción y demolición es uno de los más destacados, por su relación con el medio ambiente, la parte social y económica de los países, por cuanto se están creando nuevos empleos en el tema de la reutilización de dichos residuos, considerando su ciclo de vida y los que llegan a su disposición final adecuada. En este sentido, para los países europeos unos de los aspectos más importantes es la buena elección de materiales o materias primas para el proceso de la construcción. Aquí, cabe resaltar, que dentro de los parámetros de reutilización es que deben ser renovables, deben obtenerse en el mismo lugar donde se realizará la nueva construcción, para disminuir el consto de transporte y para evitar al máximo los daños ambientales que se generarían al transportar dichos residuos; así mismo, estos deben ser degradables a corto plazo, entre otros aspectos. Por tal razón, su índice de aprovechamiento supera el 90% y garantizan la disminución del consumo de energía y agua, en la medida que el volumen de residuos sea mínimo, y que dicho residuo sea en lo posible no toxico, reutilizable y reciclable.

Por ejemplo, en “Italia están interesados en impulsar el reciclaje de RCD”<sup>9</sup>, siendo una actividad económica que ha sido impulsada generalmente por consideraciones de eficiencia en el uso de recursos, promoviendo el reciclaje para

---

<sup>8</sup> VICENTE OBANDO, Pedro. Alcalde de Pasto año 2015-2027. PGIRS; Actualización plan de gestión integral de residuos sólidos. (en línea). [file:///C:/Users/OBANDO/Downloads/actualizacion plan de gestion integral de residuos solidos pgirs 2015 2027 v3.pdf](file:///C:/Users/OBANDO/Downloads/actualizacion%20plan%20de%20gestion%20integral%20de%20residuos%20solidos%20pgirs%202015%202027%20v3.pdf), (Pasto),2015.

<sup>9</sup> TENERIFE. (S.F). Estudio nacional e internacional de modelos de gestión de residuos. Recuperado de (en línea). [https://www.tenerife.es/planes/PTEOResiduos/adjuntos/Anexo01\\_Info04.pdf](https://www.tenerife.es/planes/PTEOResiduos/adjuntos/Anexo01_Info04.pdf), (Bogotá),2020.



reducir la necesidad de extraer árido natural de las canteras, como también reducir la necesidad de utilizar espacio para vertederos.

Por otro lado, “Bélgica se ha convertido en el mayor exponente de la gestión de residuos en Europa”<sup>10</sup>, ya que poseen el índice más alto de ese continente, pues casi tres cuartos de los residuos domésticos de los RCD que se producen en la gestión son reutilizados, reciclados o transformados y han logrado estabilizar la generación de residuos. Gracias a políticas regionales de gran alcance que están muy bien coordinadas con los programas locales y la incentivación de los mismos, en los que la población recibe apoyo gubernamental en adelantar procesos constructivos empleando RCD en sus construcciones e infraestructuras, desarrollando de esta manera una estrategia descentralizada, eficiente y muy efectiva.

**Figura 6.** Revista indexa en Bélgica sobre la importancia de reutilizar los RCD.



**Fuente:** Buscador Google - Revista indexa (en línea). En: google.com Análisis de residuos de construcción y demolición (RCD) para su reutilización en obras de ingeniería Civil y Arquitectura. (Europa) 2005 (consultada: 28, junio, 2021). Disponible en la dirección electrónica: <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieux/article/view/2333>.

Por otro lado, en España se observa que en el país tienen un adecuado tratamiento de los residuos que se generan, gracias a su tecnología y el seguimiento de construcciones para que lleven a cabo una separación adecuada de los residuos que se generan. Efectivamente, “la gestión de RCD en España en el periodo 2011-2015”<sup>11</sup> refleja que el 70% de todos los residuos de RCD

---

<sup>10</sup> RCD ASOCIACIÓN. Informe de Producción y Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD); Periodo 2011-2015. (en línea). <https://rcdasociacion.es>, (España) 2017.

<sup>11</sup> ALLEN, Cecilia. El Mejor Programa de Reciclaje y Prevención de Residuos de no-burn. (en línea). <http://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Flandes-1.pdf> (Bélgica), 2015.

producidos son llevados instalaciones autorizada, reduciendo hasta un 30% el mal manejo de residuos.

La fabricación de áridos reciclados procedentes del tratamiento de RCD en los últimos años sitúa a España como uno de los países avanzados tecnológicamente a nivel mundial en su tratamiento, así como los avances normativos técnicos y legislativos; y los numerosos proyectos de innovación en este campo, demuestran que es posible lograr el cumplimiento de los objetivos de la directiva, siempre que exista una voluntad directa de todos los agentes implicados en el sector de la construcción alcanzando porcentajes de reutilización mayores al 95%.

En el caso de Suramérica, en Bolivia, ‘el gobierno municipal de Ema Cruz’<sup>12</sup> ha dispuesto una planta trituradora de escombros con una capacidad de acción de 50 Ton/hora, donde se separan los escombros del metal que contienen para su reutilización. En Santa Cruz de la Sierra, se implementó el primer parque municipal de recuperación de residuos sólidos reciclables de construcción. También, parte de los residuos de RCD son empleados para realzar una clasificación adecuada, para que estos no vayan contaminados.

**Figura 7.** Planta de tratamiento y trituración.



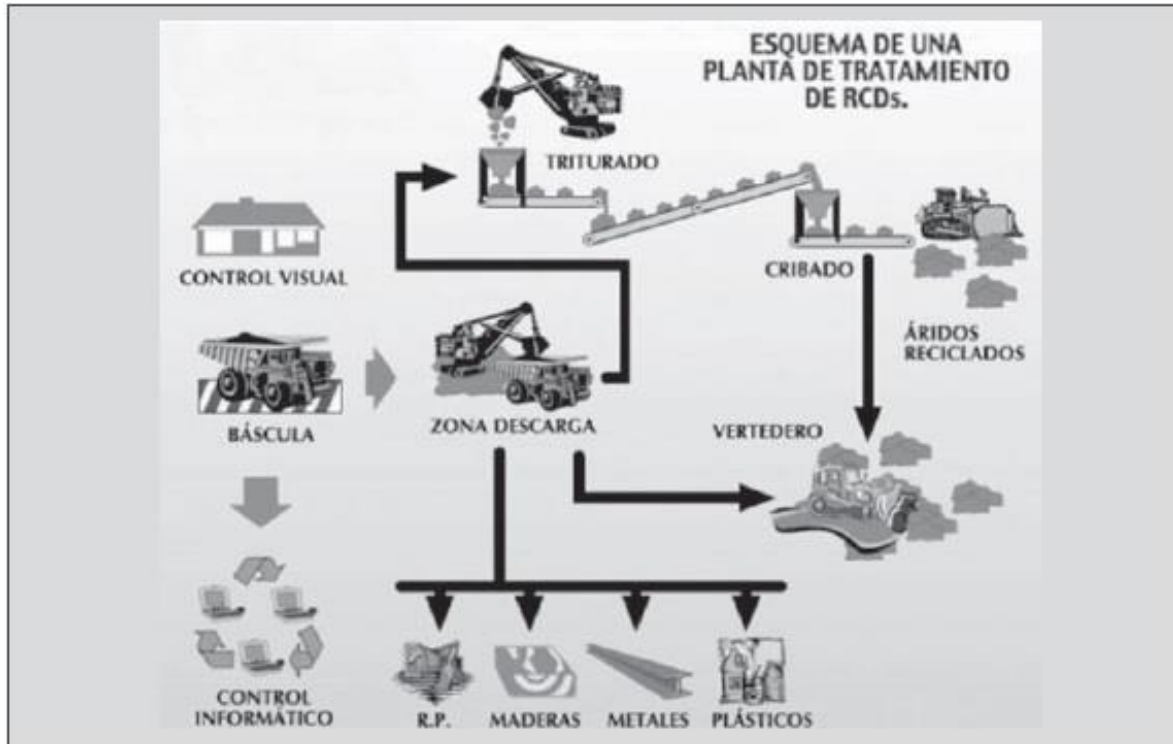
**Fuente:** Google.com, localización Tecymacan (en línea). En: google.com referente maquinaria de calidad para áridos. (Chile) 2005 (consultada: 28, junio, 2021). Disponible en la dirección electrónica:

<https://www.interempresas.net/ObrasPublicas/Articulos/346474-Tecymacan-referente-maquinaria-calidad-sector-aridos-procesamiento-minerales.html>.

---

<sup>12</sup> CANTOR, Mateus. Modelos implementados en el manejo, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de residuos de construcción y demolición en Latinoamérica. (en línea). [file:///C:/Users/massi/Downloads/CantorSanabriaBibianaEddit2017%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/massi/Downloads/CantorSanabriaBibianaEddit2017%20(3).pdf) (Bogotá), 2017.

**Figura 8.** Esquema de planta de tratamiento de RCD.



**Fuente:** Google, gestión de residuos de construcción y demolición rcd (en línea). En: google academico.com planta de tratamiento. (Bogota) 2013 (consultada: 20, febrero, 2022). Disponible en la dirección electrónica: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-921X2013000400010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2013000400010)

Por otro parte, en el caso de Colombia, en los últimos 2 años, la actualización el plan integral de residuos sólidos de la ciudad de Pasto tiene como propósito pretender articular las acciones públicas y privadas, vinculadas a la gestión de residuos de construcción y demolición en el municipio, a fin de lograr la reducción en la generación, el reciclaje, aumento de la reutilización y reaprovechamiento en la mayor cantidad posible, disminuyendo así en gran medida las fracciones no aprovechables que se llevan a disposición final.

De acuerdo a lo descrito anteriormente, el plan de manejo pretende dar cumplimiento normativo a la situación del municipio, la cual debe afrontar actualmente de la evidencia un rápido incremento de sitios clandestinos de escombreras ilegales en la ciudad, lo cual se deben tener en cuenta varios aspectos que el servicio de aseo especial de RCD no está articulado a través de un sistema integral. Por este motivo, la normatividad vigente relacionada con un plan de ordenamiento territorial urbano (POT) tiene planteado para el año 2027 incluir en el proceso a los transportadores de estos residuos, lo que se ha justificado con la Sentencia C-355 de 2003 de la Corte Constitucional y por el Decreto 1666 de 2010.

El objetivo general de esta propuesta de proyecto es desarrollar un plan de manejo con respecto a los residuos de construcción y demolición en todas sus actividades, incluyendo el aprovechamiento y transformación en el municipio de Pasto, de acuerdo con las normas vigentes.

Por ende, el plan de manejo plantea sus objetivos específicos, en los cuales se pretende implementar la infraestructura y los equipamientos adecuados para el manejo integral de los RCD en el municipio de Pasto. Los objetivos mencionados tiene un indicador de tiempo de a corto plazo para el año de 2016, a uno de largo plazo hasta el año 2027, para los cuales se proponen unos estudios de factibilidad técnica, ambiental y económica para la ubicación y entrada en operación de la infraestructura, equipamientos y procesos para el manejo integral de RCD, implementando estrategias de información, educación y comunicación (IEC) orientados a la promoción del manejo adecuado de los residuos de construcción y demolición en el municipio de Pasto, obteniendo certificado de disposición final de residuos de construcción y demolición RCD en el parque ambiental Antanas.

## **1.10 MARCO TEÓRICO**

### **Plan de gestión de residuos de construcción y demolición (RCD)**

Según Daniela Pérez Parra, la continua ejecución de generar grandes volúmenes de residuos de construcción sin la aplicación de gestión y control, está generando un alto impacto en el medio ambiente como degradación del suelo por vertimiento de desechos, emisión de material participado como polvo. En este caso de estudio se busca identificar los residuos de construcción y demolición de las actividades de la obra, efectuando su adecuada gestión integral implementando la normativa ambiental que permite definir mecanismos de disposición final de RCD, de esta forma se podrán evaluar y determina el impacto el impacto ambiental procedente de la inadecuada disposición de RCD. Por medio del desarrollo del estadio 2020 ubicado en la ciudad de Sincelejo “Se identificó en su mayoría, los RCD’s generados de las actividades de la obra, lo que mejoro la adecuada disposición dentro de las instalaciones del estadio. Se dio cumplimiento a la normatividad vigente que establecía los mecanismos para la efectiva gestión, y disposición final de RCD, además de delegar las responsabilidades y funciones del contratista. Se mejoró los procesos de disposición final de los residuos de construcción y demolición, además de que se evitó que se generaran impactos ambientales desfavorables. Establecen medidas pertinentes por medio de un plan de manejo integral de RCD’s, que permitieron efectuar una adecuada gestión de los mismos. Se evaluó los aspectos ambientales e impactos ambientales procedentes de la inadecuada disposición de los RCD’s y se demostró mediante una matriz de impactos, que todos los factores identificados son irrelevantes. Actualmente la propuesta se está ejecutando en la obra y con esto se ha logrado una mejoría en lo que respecta a la correcta separación en la fuente de los residuos de construcción y demolición, porque así se puede, de manera eficaz, identificar los

materiales potencialmente reutilizables, reciclables y los que van directamente a los gestores”<sup>13</sup>

De acuerdo a Castaño Jesús, Rodríguez Misle, esta investigación busca identificar las perspectivas y limitantes sobre los residuos de construcción y demolición debido a que, “El sector de la construcción en Bogotá ha crecido de forma constante en los últimos años, concentrando entre 20 a 30 % del PIB de la construcción colombiana y con esto se ha venido incrementado la producción de residuos generados. Lo que resulta grave, es la problemática generada por la escasez de materia prima cerca al núcleo urbano y el agotamiento de los sitios de vertido autorizados. El reciclaje de residuos de construcción y demolición (RCD) como agregados es una práctica, relativamente difundida en los países desarrollados, para prevenir la contaminación ambiental y disminuir el impacto de la extracción de agregados vírgenes. En Colombia, es un objetivo novedoso que se han venido trazando las entidades públicas encargadas de gestionar la construcción y el medio ambiente. En este artículo se discute el tema de la generación y gestión de los residuos generados por la construcción en Bogotá, además de las políticas públicas y condiciones necesarias para que la actividad del reciclaje de agregados se convierta en una posibilidad viable en nuestro contexto y se generen acciones alrededor de las oportunidades y retos necesarios para alcanzar una gestión total de los RCD”<sup>14</sup>.

### **Funcionamiento de una planta de transformación de RCD**

“El esquema de funcionamiento básico de una planta de tratamiento es el siguiente: al ingresar los camiones volqueta, procedentes de las diferentes obras de la ciudad, se procede a una inspección visual de la mezcla, pesaje y determinación del tratamiento posterior del residuo. En esta zona es donde se fijará el costo de la gestión, dado que el material separado desde obra tendrá algún incentivo.

Una vez el residuo es aceptado, pasa a la zona de descarga para la separación por medios manuales o mecánicos de los distintos componentes, para posteriormente introducirla a la línea de trituración y separación, compuesta por machacadora de mandíbulas, triaje manual, sistemas de cribado y zona de acopio

---

<sup>13</sup> PÉREZ PARRA, Daniela. Plan de gestión de residuos de construcción y demolición (RCD); medidas pertinentes. (en línea). <https://www.interempresas.net/Construccion/Articulos/37082-Los-aridos.html>, (Bogotá),2020.

<sup>14</sup> CASTAÑO, Jesús, RODRÍGUEZ, Misle. Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD); perspectivas y limitantes Tecnura, 17(38), 121-129. (en línea). <https://www.interempresas.net/Construccion/Articulos/37082-Los-aridos.html>, (Bogotá),2013.

final por fracciones granulométricas. Estos agregados pueden ser empleados en constitución de bases, sub bases y mezclas hidráulicas.

Si se desea hacer un plan de gestión de RCD completo, se deberá recurrir a un sistema de recolección de los escombros en las mismas obras, con el fin de que esta operación sea más ordenada y para ello se puede recurrir a dos tipos de sistemas principalmente: los camiones tipo Roll-off y los camiones tipo bañera; sin embargo, el tipo Roll-off por su capacidad llega a ser más eficiente”<sup>15</sup>.

### **Caracterización de residuos de demolición y construcción**

Según Osorio Lina, Montoya Juan. En la actualidad, no existe una metodología precisa que permita la toma de decisiones sobre la oportunidad de reutilización de un residuo de demolición y/o construcción. Los criterios empleados usualmente están asociados con el volumen de producción y con las oportunidades de reincorporación disponibles. A pesar de ello, la naturaleza del residuo también se asocia con su reutilización. A continuación, se refieren estos criterios como punto de partida para la identificación del potencial de reúso.

### **Materiales y métodos**

“Los RCD’s analizados consisten en residuos de mampostería de ladrillo y bloque-separadores de mortero, roturas cerámicas, y suelo de pobres características geotécnicas proveniente de residuos de excavación, fueron suministrados por la empresa Conconcreto S.A. Respecto de este último residuo, si bien es cierto la literatura no lo reporta de gran potencial y la reutilización más importante es el retro llenado, en el caso particular de estudio dado su inventario era el residuo con mayor problemática de vertido en obra. Las muestras fueron extraídas sin ningún tipo de proceso de separación, además sin trituración previa. La caracterización física realizada incluyó un análisis granulométrico convencional por tamizado, así como la determinación de la absorción y densidad según NTC 237 para los residuos de naturaleza cerámica. Este procedimiento se llevó a cabo en 4 intervalos granulométricos diferentes (en bruto, retenido en malla #6, entre la malla #6 y la malla #100, y pasante malla #100), con el fin de conocer los cambios en la absorción del material dependientes del tamaño de partícula. Las muestras también fueron analizadas para descripción morfológica por microscopía electrónica de barrido SEM con un equipo EVO LS 15 Zeiss a una distancia de

---

<sup>15</sup> CASTAÑO, Jesús, et al. Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes; Tecnura, 17(38), 121-129. (en línea). [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-921X2013000400010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2013000400010), (Barranquilla),2013.

trabajo WD: 8,5-9 mm y energía EHT: 20 kV. La caracterización química y mineralógica incluyó pruebas de difracción de rayos X en un equipo PANalytical con Goniómetro Omega/2 theta, y cuantificación por sonda EDS. Respecto de la caracterización energética, se obtuvieron medidas del índice de Bond, mediante una molienda escalonada de 700 cm<sup>3</sup> de material pasante malla #6 para estimar los gramos producidos por revolución (Gbp) y el índice de Bond correspondiente. El proceso garantiza la precisión de la medida al converger en las últimas 3 etapas.

Luego, con los resultados de la caracterización completa, se procede a comparar respecto del uso que la literatura reporta para los residuos que se identifican con el mayor potencial de utilización, ya sea por su calidad o por su inventario. Una vez realizada la toma de decisiones, se fabrica un modelo de aplicación.”<sup>16</sup>

**Figura 9.** Esquema de la metodología experimental empleada en este estudio.



**Fuente:** Google académico, Caracterización de residuos de demolición y construcción (en línea). En: google academico.com material rcd. (Medellín) 2018 (consultada: 20, febrero, 2022). Disponible en la dirección electrónica: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532018000300338](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532018000300338)

<sup>16</sup> PACHECO, Carlos; SÁNCHEZ, Edgar y PÁEZ, Carolina. Ciudad sostenible desde el modelo de gestión de los residuos de construcción y demolición (Rcd); Tecnura, 24(63), 68-83. (en línea). [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-921X2020000100068](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2020000100068), (Barranquilla),2020.



## Composición de los RCD

La composición de los residuos de construcción y demolición varía según el tipo de infraestructura, el tipo y distribución porcentual de las materias primas utilizadas en el sector, esto para los materiales que se encuentran en mayor cantidad, para los materiales que se encuentran en un porcentaje menor dependen del clima de la zona y el tiempo en el cual fueron construidos, cambiando así también la composición de los materiales de RCD.

**Figura 10.** Porcentaje de cada material RCD.

Materia	% en volumen
Arena	60
Yeso natural	1
Metales	4
Grava	14
Caliza (Producción de cemento)	6
Arcilla	6
Piedra Natural	4
Madera	2
Petróleo (plástico)	3
Total	100

**Fuente:** Google, formulación de alternativas de manejo para rcd (en línea). En: google academico.com material rcd. (Bogotá) 2016 (consultada: 20, febrero, 2022). Disponible en la dirección electrónica: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1335&context=ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1335&context=ing_ambiental_sanitaria)

## Impacto ambiental generado por residuos de construcción y demolición RCD

### Análisis de la Situación Actual.

“En la actualidad, el sector de la construcción genera altos residuos de construcción y demolición, conocidos como RCD o escombros, los cuales, varían según se trate de nueva construcción, reforma o demolición. La mayor parte de los residuos de construcción y demolición son clasificados como inertes o asimilables a inertes. Por tanto, no es el peligro que entraña el residuo, sino sus altas tasas de generación, superior incluso a la de los residuos domésticos, y el volumen de ocupación del mismo. A pesar de ello, existe una fracción de materiales reutilizables que actualmente están siendo desperdiciados.

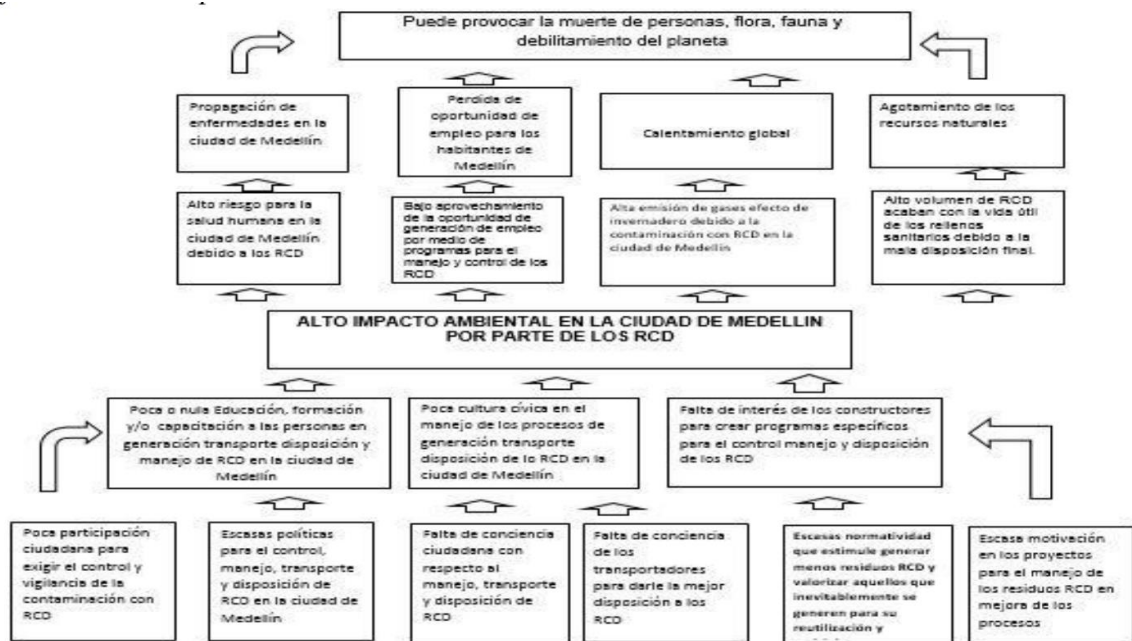
El método más habitual en los proyectos de construcción para la disposición de los RCD, es acumularlos para posteriormente sean recogidos y llevados a



escombreras reguladas por entes locales, donde la gestión que estos hacen es muy cuestionable o vertederos no controlados y, adicionalmente:

- No existe control de la cantidad ni de la calidad de los residuos vertidos.
- No se realizan separaciones de RCD con lo que se pierden materiales que se pueden utilizar y aprovechar en diversos campos y, además, se produce una alta acumulación de residuos que llega a ser muy voluminoso.
- La deficiencia en la gestión de estas escombreras da lugar a la emisión de humos debido a que normalmente se prende fuego en ellos para recuperar los metales, y esto, junto con los olores desagradables y la acumulación de desechos, conlleva a una degradación del paisaje y medio ambiente”16.

**Figura 11.** Impacto ambiental por RCD.

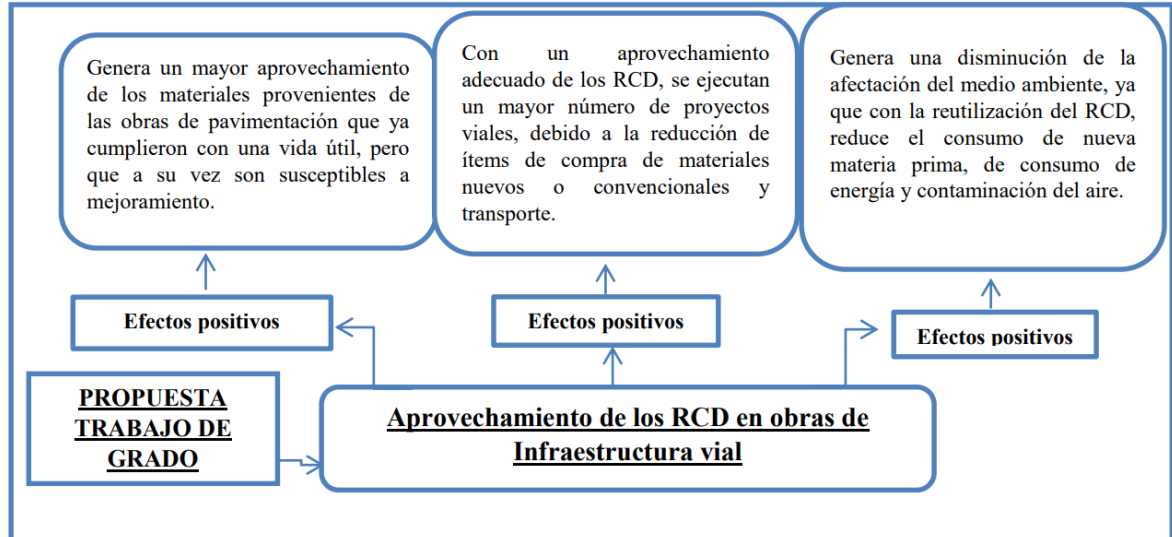


**Fuente:** Google, Impacto ambiental por RCD (en línea). En: google academico.com material rcd. (Medellín) 2018 (consultada: 20, febrero, 2022). Disponible en la dirección electrónica:

[http://repositorio.pascualbravo.edu.co:8080/jspui/bitstream/pascualbravo/988/1/Rep\\_IUPB\\_Esp\\_Proyectos\\_Impacto\\_Ambiental.pdf](http://repositorio.pascualbravo.edu.co:8080/jspui/bitstream/pascualbravo/988/1/Rep_IUPB_Esp_Proyectos_Impacto_Ambiental.pdf)

## Aprovechamiento de los RCD

Figura 12. Propuesta de soluciones.



**Fuente:** Google, aprovechamiento de los RCD (en línea). En: google.com material rcd. (Bogotá) 2016 (consultada: 20, febrero, 2022). Disponible en la dirección electrónica: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13905/4/Aprovechamiento%20de%20os%20RCD%20en%20proyectos%20de%20construcci%C3%B3n%20y%20conservaci%C3%B3n%20de%20pavimentos%20urbanos.pdf>

### 1.11 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.11.1 Granulometría

Es el estudio de los tamaños y proporciones de los granos que constituyen el árido se utiliza un conjunto de tamices, cada uno de los cuales retiene los granos de árido de diámetro contenido entre su paso de variedad de tamices normalizados con diferentes pasos de malla; así, el tamiz retiene los granos de árido de diámetro contenido de paso de malla anterior. El tamiz en tamaño se lo denomina en mm, el cual lo establece la norma “NTC 174, NTC 176” que estudia este tipo de procedimientos experimentales. La norma técnica colombiana NTC capítulo 4076 es para agregados finos, para bloques y ladrillos realizados en hormigón de mampostería no estructural.

#### Trituración

En primer lugar, “La trituración y la molienda permiten disminuir, en sucesivas fases, el tamaño de las partículas, empleando para ello equipos de trituración de

características diferentes como mandíbulas, los de percusión los giratorios o los molinos de bolas o barras. En las arenas y gravas de arrigen aluvial, únicamente se trituran los tamaños superiores y, por lo tanto, el número de etapas de trituración suele ser inferior”<sup>17</sup>.

### 1.11.3 Compresión

En este caso de investigación la mampostería de se trabaja es no portante cuya función principal es la conformar muros que sirvan para dividir espacios.

“La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetro cuadrados (kg/cm<sup>2</sup>), mega pascales (Mpa) o el libra por pulgadas cuadradas (lb./pulg<sup>2</sup> o psi) a una edad de 28 días de fraguado”<sup>18</sup>.

**Figura 13.** Mampostería en bloque.



**Fuente:** Google, explicación sobre los tipos de muros (en línea). En: google .com mampostería. (desconocido) 2014 (consultada: 20, julio, 2022). Disponible en la dirección electrónica: <https://es.slideshare.net/joseantonioestevetejeda/explicacion-sobre-muros-materiales-2>

---

<sup>17</sup>LUACES, Cesar. Artículo de arquitectura y construcción sobre áridos en las industrias productoras de agregados finos reciclados; (en línea). <https://www.interempresas.net/Construccion/Articulos/37082-Los-aridos.html>, (Europa),2010.

<sup>18</sup> CONCRELAB. Tipos de ensayo para materiales o núcleos de ensayo de concretos para construcción; verificación de la capacidad de diseño de mezcla [https://www.concrelab.com/compresion-cilindros/#:~:text=Se%20define%20como%20la%20capacidad,por%20pulgada%20cuadrada%20\(psi\),\(Bogotá\),2019](https://www.concrelab.com/compresion-cilindros/#:~:text=Se%20define%20como%20la%20capacidad,por%20pulgada%20cuadrada%20(psi),(Bogotá),2019)

#### 1.11.4 Peso

se pretende comparar el peso estándar de un mampuesto de uso común en las construcciones actuales versus el prefabricado obtenido de la investigación, incentivando el plus en disminuir el peso estándar, con el fin de que las cargas muertas de una estructura de un proyecto se disminuyan con un mampuesto prefabricado ligero.

#### 1.11.5 Rendimiento

El rendimiento en los materiales, se refiere al volumen que puede producir por unidad de medida base, permite controlar la cantidad y porcentaje de producción del producto final que en este caso de estudio en un mampuesto a partir de residuos de construcción y demolición (RCD) son implementado como materia prima para convertirlo en agregados minerales.

**Cuadro 2.** Tabla ejemplo de rendimiento.

<b>NOMBRE COMERCIAL</b>	<b>DIMENSIONES (en cm.)</b>	<b>PESO (en kg.)</b>	<b>RENDIMIENTO (por m<sup>2</sup>)</b>
LADRILLO FAROL DE 10	10 x 20 x 30	4.8	15
LADRILLO FAROL DE 13	13 x 20 x 30	5.4	15
MACIZO O TOLETE	12 x 6 x 24	3.5	52
LADRILLO CARAVISTA O BOCADILLO	12 x 6 x 24	1.8	52
LADRILLO ESTRUCTURAL	13 x 10 x 30	3.4	27

**Fuente:** Google, procesos y procedimientos para la construcción (en línea). En: google .com mampostería. (Caldas) 2014 (consultada: 20, julio, 2022). Disponible en la dirección electrónica:

[https://repositorio.sena.edu.co/sitios/albanileria\\_restauracion\\_edificaciones/procesos\\_procedimientos\\_para\\_la\\_construccion.html](https://repositorio.sena.edu.co/sitios/albanileria_restauracion_edificaciones/procesos_procedimientos_para_la_construccion.html)

### 1.11.6 Resistencia

La desasistencia en la mampostería se define como la capacidad de compresión. En la presente investigación corresponde al análisis de la aplicación de residuos de la construcción y demolición para la fabricación de mampostería realizado para procesos de construcción que permite contar con criterios de durabilidad, entre otros. En esta incógnita del constructor que pueda presentarse brinde una alta confiabilidad al implementarlo, y cumpla con los parámetros de resistencia, condiciones de producción de mezcla y acabado óptimas para el desarrollo del nuevo agregado.

**Cuadro 3.** Tabla ejemplo de resistencia en mampostería.

Año	Cantidad de Muestras	Resistencia Promedio (MPa)	Mínimo (MPa)	Máximo (MPa)
2008	209	13.1	8.5	20.0
2010	15	14.9	11.9	20.6
2011	89	12.5	7.8	18.4
2012	5	13.3	11.3	14.9
2013	12	14.3	7.7	21.7
2014	20	13.2	8.5	20.0
2015	36	15.1	8.8	28.5
Total	386	13.8	7.7	28.5

**Fuente:**Google, Resistencia de bloques y prismas de mampostería de concreto (en línea). En: google .com mampostería. (Costa Rica) 2015 (consultada: 20, julio, 2022). Disponible en la dirección electrónica: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/materiales/article/view/29705/30369>

## 1.12 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Las hipótesis que se formulan en este trabajo de grado son las siguientes:

**Hi:** El porcentaje de aprovechamiento de los RCD utilizados en el diseño de un mampuesto a partir de los residuos generados en la escombrera Rosapamba es igual o superior al 90%.

**Ho:** El porcentaje de aprovechamiento de los RCD utilizados en el diseño de un mampuesto a partir de los residuos generados en la escombrera Rosapamba es igual o inferior al 90%.

## 1.13 METODOLOGÍA

### 1.13.1 Paradigma

Para el desarrollo de este trabajo de grado, en cuanto a la metodología se hace desde el paradigma del “positivismo”, ya que este, busca estudiar los residuos de construcción y demolición (RCD), donde la realidad es única, tangible y regida por leyes físicas que permite analizar y verificar procesos técnicos de los materiales con el fin de obtener un mampuesto.

“Estudio el cual establece la realidad de la naturaleza con la realidad tangible, la finalidad de la investigación es explicar mediante relaciones causales, verificar u predecir los fenómenos y busca generalizaciones”<sup>19</sup>.

### 1.13.2 Enfoque

En la presente investigación científica se adoptó el enfoque cuantitativo en el proceso de análisis de los residuos de construcción y demolición de manera que se identifiquen los fenómenos físicos del material recolectado de esta manera se lleva a cabo un proceso de medición de peso, resistencia y rendimiento del agregado fino, en la carrera 27 por ser una gran productora de desechos actualmente en la ciudad y que su vertedero se realiza en la escombrera la Rosapamba vía Catambuco, clasificando las propiedades de los RCD según el tipo de sector o actividad de donde provienen que muchos de ellos dependen de sus derivados que se pueden considerar en físicas actividades del sector; como los residuos de derribo o demolición que son considerados toda materia procedente de estructuras que han cumplido su vida útil, provenientes de liberaciones, demoliciones y desmontajes de edificaciones que son derivadas.

“De acuerdo con el paradigma de la investigación se integra en el paradigma positivista con un enfoque cuantitativo”<sup>20</sup>.

---

<sup>19</sup> QUIJANO VODNIZA, Armando José. Investigación cuantitativa Vs. Investigación cualitativa; 1.3 Pagina 11 del documento guía de metodología. San Juan de Pasto: inédito, 2012. p. 1.

### **1.13.3 Método**

Para el desarrollo del estudio se lleva a cabo la siguiente metodología de trabajo en cuanto al paradigma positivista, con un enfoque cuantitativo y con método científico, que en este caso de un nuevo material donde el estudio de la reutilización de los residuos, donde los ensayos experimentales se los configura con laboratorios para verificar que cumple una normativa (NSR 10) y un análisis de la situación actual en la materia mediante búsqueda bibliográfica y tomando como punto de partida la conclusiones que se extraen del estado de un agregado fino con diferentes tamiz de varios calibres y dosificaciones correccionales, como por ejemplo empleando la población vs muestra y con técnicas de laboratorio (ensayos de granulometría y fichas técnicas de ensayos) lo cual nos encaminara a un análisis comparativo de sostenibilidad del reutilizado y dando una alternativa de obtener un agregado fino con los materiales que se obtienen de los desechos. El trabajo experimental como son ensayos de laboratorio para caracterización de agregar los residuos de la construcción y demolición (RCD) como un agregado fino para los mampuestos prefabricados donde las pruebas de laboratorio demuestran que tan factible y resistente se va a lograr obtener un prefabricado como un entregable en el uso de los residuos que demuestre una Hipótesis de investigación resuelta  $H_1$ , o una Hipótesis de investigación nula  $H_0$ .

La aplicación experimental va a ser examinada por laboratorios con el uso de un bloque prefabricado para determinar las propiedades físicas, mecánicas de los materiales reciclados, con la implementación de normas nacionales de determinación de masa unitarias, áridos para hormigón, determinaciones de densidad, densidades relativas, en los áridos, análisis de granulometría tanto de un árido grueso y fino, y por ultimo requisitos y métodos de ensayos aplicando tablas y muestras y procesos sucesivos evolutivos.

### **1.13.4 Población**

La unidad de análisis para este caso de estudio se realizan 10 probetas de ensayo, de las cuales se toma 6 muestras para someter a la determinación de la resistencia de compresión de los bloques según su fraguado en días (7, 14, 21 y 28 días) con una relación de carga máximo a la rotura y el área neta según la forma que la NSR-10 nos rija para realizar las pruebas en nuestro país.

Teniendo como base los criterios de análisis de la norma sismo resistente que rigue en Colombia se toma los fundamentos establecidos de dosificación, análisis, materiales y resistencias, que permitan encaminar la investigación presente a partir de un uso adecuado de residuos mayor a 36%, siendo necesario conocer

---

<sup>20</sup> QUIJANO VODNIZA, Armando José. Investigación cuantitativa Vs. Investigación cualitativa. San Juan de Pasto: inédito, 2012. p. 1.

características físicas y mecánicas de los RCD de la ciudad de Pasto y obtener una dosificación adecuada que cumpla los parámetros de la norma.

#### **1.13.5 Muestras**

En la presente investigación el rango de mediciones se hace con 15 muestras de prefabricados, 5 prefabricados de residuos cerámicos, 5 prefabricados de residuos pétreos, 5 prefabricados con los dos agregados adicionados en la mezcla; durante la calibración del prefabricado, las muestras tomadas de luego ser elaboradas, los bloques prefabricados van a ser expuestos a distintos agentes climáticos, durante 7 días que alcanza la resistencia del 60% al 65% determinando las cantidades de agua y densidad para que su ensayo de laboratorios pueden brindar una información clara durante su fraguado, y así obtener un porcentaje de análisis de compresión.

#### **1.13.6 Tipo de Investigación**

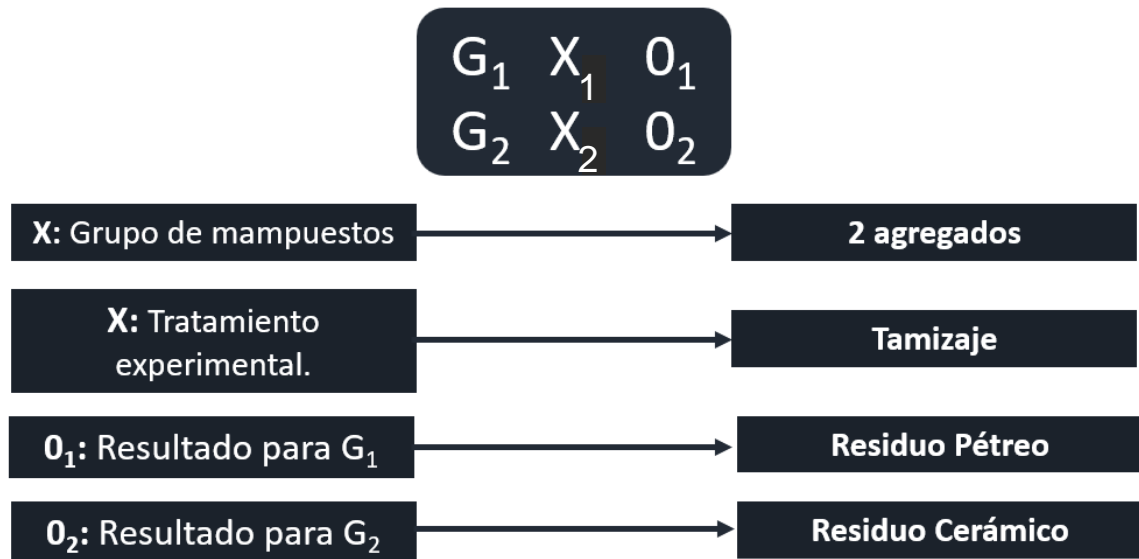
En la presente investigación adopta una estrategia descriptiva en dos etapas principales. La primera etapa, de investigación bibliográfica que permita desarrollar el marco referencial fundamentado en la descripción de cada una de las metodologías, procesos experimentales y resultados obtenidos en cada caso de estudio encontrado en las 3 escalas (macro-Global, meso-País, micro-Región). Posteriormente, la etapa enfatizó el análisis de los RCD e la ciudad de Pasto, sujeto a la normativa (NTC 4024).

#### **1.13.7 Diseño de investigación**

La investigación se basa en un diseño de investigación experimental debido a que a partir de una variable que en este caso son los residuos de construcción y demolición se aplican procesos de separación y triturado para obtener un agregado fino, seguido a este proceso se realiza ensayos o preexperimentos con módulos de calibración para verificar su resistencia según su fraguado y agentes climáticos se determina la calidad del mampuesto de RCD.



**Figura 14.** Diseño de investigación experimental.



**Fuente:** Investigación propia.

La investigación experimental va a examinar en el laboratorio el uso de los RCD para la realización de prefabricados. Esta evaluación comenzó con el análisis de las propiedades mecánicas, físicas de los materiales reciclados, para determinar las características finales del bloque en su presentación final.

Las propiedades de los RCD se consiguieron a través de la implementación de las exigencias y normativas colombianas como: NTC 174 2000-06-21 ingeniería y arquitectura Para especificaciones de los agregados para concreto, NTC 92 ingeniería civil y arquitectura para la determinación de la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregados, NTC 1776 ingeniería civil y arquitectura, para el método de ensayo para la determinación por secado y el contenido total de humedad de los agregados según su procedencia, NTC 32: 1991, ingeniería civil y arquitectura para tamices de tejido de alambre para ensayos y por último la NTC 98: 1995, ingeniería civil y arquitectura sobre la determinación de la resistencia al desgaste de agregados finos y gruesos.

El desarrollo de la investigación experimental se realizará en proceso sucesivo, que inicie con la recolección de RCD, y prosiguió con la trituración, ensayos de laboratorio a los agregados, diseño de mezcla, elaboración del bloque. También se consiguieron los resultados de pruebas de resistencia y absorción a los bloques, según el porcentaje de agregado natural y RCD utilizado.

### **1.13.8 Técnicas de recolección de la información**

Según el orden metodológico se define la técnica de recolección de información; recopilación de información, consiste en cuantificar las variables de estudio, para el presente trabajo los documentos de acuerdo a unas categorías, se espera recolectar y se determinan de la siguiente manera:

Según el orden metodológico se define la técnica de recolección de información, recopilación de información, La investigación experimental va a examinar en el laboratorio el uso de los RCD para la realización de prefabricados. Esta evaluación comenzó con el análisis de las propiedades mecánicas, físicas de los materiales reciclados, para determinar las características finales del bloque en su presentación final.

#### **Normativa y/e exigencias colombianas para agregados y ensayos para la certificación del nuevo material:**

Las propiedades de los RCD se consiguieron a través de la implementación de las exigencias y normativas colombianas como: NTC 174 2000-06-21 ingeniería y arquitectura Para especificaciones de los agregados para concreto, NTC 92 ingeniería civil y arquitectura para la determinación de la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregados, NTC 1776 ingeniería civil y arquitectura, para el método de ensayo para la determinación por secado y el contenido total de humedad de los agregados según su procedencia, NTC 32: 1991, ingeniería civil y arquitectura para tamices de tejido de alambre para ensayos y por último la NTC 98: 1995, ingeniería civil y arquitectura sobre la determinación de la resistencia al desgaste de agregados finos y gruesos.

En la presente investigación adopta una estrategia de metodológica en dos etapas principales. La primera etapa, de investigación bibliográfica que permita desarrollar el marco referencial fundamentado en la descripción de cada una de las metodologías, procesos experimentales y resultados obtenidos en cada caso de estudio encontrado en las 3 escalas (macro-Global, meso-País, micro-Región). Posteriormente, la etapa de investigación experimental enfatizo el análisis de los RCD e la ciudad de Pasto, sujeto a la normativa (NTC 4024).

#### **Conceptualización, caracterización y clasificación de los RCD:**

- Potencialidad de los RCD en el marco referencial mundial.
- Cantidades de RCD generados a escala meso.
- Destinos finales AUTORIZADOS de RCD en el municipio de Pasto y la generación del mismo.

- Clasificación según su procedencia y según su naturaleza al momento de ser demolidos en las construcciones o edificaciones que se observan en nuestro entorno.

### 1.13.9 Instrumentos de recolección de la información

En la presente investigación se determina que el instrumento es aquel que registra los procedimientos de la técnica de recolección de información mediante una ficha generada en la propia investigación, la cual se usa para identificar las fuentes de información que se van a estudiar o examinar para perpetuar ese trabajo, las fichas de recolección de información de laboratorista, mostraré las tablas para la adición de información:

**Cuadro 4.** Diseño de ficha N.1

INFORME DE ENSAYO		TRABAJO FINAL DE CARRERA-UNIVERSIDAD CESMAG.						
GRANULOMETRIA RCD HORMIGON.		MAMPOSTERIA PREFARICADA CON LA APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA CIUDAD DE PASTO.						
NORMA NTC 4024								
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO								
mm	Tamices	Parcial (gr) PROMEDIO	Acumulado (gr)	% Retenido	% Pasa	Limites	Limite Inferior	Limite Superior
9.5	3/8"							
4.75	No.4							
2.36	No.8							
1.18	No.16							
0.60	No.30							
0.30	No.50							
0.15	No.100							
	<b>Bandeja</b>							
		FINAL						0

**Fuente:** Investigación propia.

A continuación, se presenta el diseño de la ficha técnica de recopilación de datos agregados cerámicos para este trabajo de grado, clasificando el número de tamices según su calibre de malla en 7 ítems:

## Cuadro 5. Diseño de ficha N.2

INFORME DE ENSAYO	TRABAJO FINAL DE CARRERA-UNIVERSIDAD CESMAG.							
GRANULOMETRIA RCD LADRILLO CERAMICO.	MAMPOSTERIA PREFARICADA CON LA APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA CIUDAD DE PASTO.							
NORMA NTC 4205								
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO								
mm	Tamices	Parcial (gr) PROMEDIO	Acumulado (gr)	% Retenido	% Pasa	Limites	Limite Inferior	Limite Superior
9.5	3/8"							
4.75	No.4							
2.36	No.8							
1.18	No.16							
0.60	No.30							
0.30	No.50							
0.15	No.100							
	<b>Bandeja</b>							
		FINAL						

**Fuente:** Investigación propia.

Se presenta el diseño de la ficha técnica de recopilación de datos de la densidad óptima del mortero:

## Cuadro 6. Diseño de ficha N.3

INFORME DE ENSAYO	TRABAJO FINAL DE CARRERA-UNIVERSIDAD CESMAG.							
GRANULOMETRIA RCD LADRILLO CERAMICO.	MAMPOSTERIA PREFARICADA CON LA APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LA CIUDAD DE PASTO.							
NORMA NTC 4205								
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO								
mm	Tamices	Parcial (gr) PROMEDIO	Acumulado (gr)	% Retenido	% Pasa	Limites	Limite Inferior	Limite Superior
9.5	3/8"							
4.75	No.4							
2.36	No.8							
1.18	No.16							
0.60	No.30							
0.30	No.50							
0.15	No.100							
	<b>Bandeja</b>							
		FINAL						

**Fuente:** Investigación propia.

### 1.13.10 Procesamiento de la información

Dentro de la metodología, se definen como procesamiento de información, a la actividad de como mediante la investigación se realiza el análisis y posteriormente la interpretación de datos, mediante técnicas para la recopilación de información de la revisión sistémica de literatura SLR "Sistematice Literatura Review"<sup>21</sup>,

<sup>21</sup> REVELO, Oscar. Revisión sistémica de literatura SLR; Systematic Literature Review, (en línea). <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/637068>, (Bogotá D.C), 2012.

basándome en una metodología con un paradigma positivista y enfoque cuantitativo que tiene como fin estudiar materiales desechados con el fin de emplearlos nuevamente en la construcción con métodos científicos que tiene como objetivo realizar una producción de conocimiento y apropiación de la misma, para que surjan nuevas hipótesis a desafiar que lo desechado tiene una nueva utilidad dentro de nuestro entorno laboral, que en este caso, será la construcción.

Dentro del proceso de información se utilizan recursos digitales (Software) que permite realizar ensayos y ordenamiento adecuado para la presentación de la información, como también porcentajes de laboratorios con cantidades exactas según el tipo de ensayo:

- PowerPoint: Producción de planchas para presentación de la información resumida.
- Excel: procesamiento de tablas y cuantificación de las mismas según sus resultados.
- Canva: Diagrama Brochure.
- Cyber-plus Evolution: Reporte de cargas máximas.

## 2. CARACTERIZACIÓN DE LA CAPACIDAD Y LOS RCD QUE RECIBE EL VERTEDERO ROSAPAMBA

### 2.1 RESIDUO

El residuo es un material no aprovechable actualmente, que en su contexto inicial no alcanza un valor económico, pero se constituye en una fuente valiosa de materia útil que se ha transformado en un contaminante atentando hacia el medio ambiente y un derroche innecesario de recursos.

A medida que vemos afectado nuestro ecosistema se ha evidenciado resoluciones favoreciendo el medio ambiente; en el 2009, la Corporación Autónoma de Nariño expidió la Resolución 0916 por medio estableció los términos de referencia para el funcionamiento de escombreras en la ciudad de Pasto, para un buen funcionamiento de sitios de disposición final de carácter privado en puntos estratégicos de la ciudad para disminuir distancia y facilitar a los conductores y generadores de RCD a sitios autorizadas.

**Figura 15.** Vía Abonuco-Jongovito - San Juan de. Pasto



**Fuente:** Investigación propia.

## **2.2 CANTIDAD DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

Las entidades gubernamentales como Corponariño y la alcaldía de Pasto recopilan información, a partir cantidades como base inicial para el planteamiento "En los últimos años se ha estimado la generación de residuos de construcción y demolición en alrededor de 180.000 m<sup>3</sup>/año promedio"<sup>22</sup> de la generación de los residuos sólidos en el municipio de Pasto. Se realizó una búsqueda exhaustiva de diferentes fuentes anteriormente mencionadas que exponen cantidades en peso y volumen a nivel general a lo largo de los últimos años.

Para la proyección de uno de los vertederos con mayor capacidad de la ciudad se constituyó la cantidad y tipo de residuos de construcción y demolición, se establecieron dos mecanismos: el primero hace referencia al seguimiento realizado por la autoridad ambiental, el ente territorial a los sitios de disposición final autorizados, sitio ilegales, estaciones de transferencia, y recolección de puntos críticos existentes en el Municipio de Pasto; El segundo corresponde a los reportes que se encuentran en la Alcaldía Municipal de Pasto y Corponariño, de acuerdo con los informes de actividades, actas e información recolectada sobre recolección, transporte y disposición final durante los últimos años, específicamente de las estación.

## **2.3 GENERACIÓN DE RCD EN EL MUNICIPIO DE PASTO**

La generación de RCD (residuos sólidos de construcción y demolición) ha generado varios inconvenientes a las administraciones municipales y comunidad en general por la dificultad de su manejo.

Los sitios de disposición final que funcionaron y que fueron autorizados por la administración Municipal fueron autorizados por la Administración Municipal, durante el 2010 y 2017:

---

<sup>22</sup>ALCALDIA DE PASTO Y CORPONARIÑO. Administración municipal durante el periodo 2010 y 2017; Actualización plan de gestión integral de residuos sólidos 2015-2027. (en línea). <https://www.google.com.co/search?q=residuos+solidos+rkd>, (San Juan de Pasto), 2012.

**Cuadro 7.** Sitios de disposición final de residuos autorizados durante el periodo (2010 y 2017).

ESCOMBRERA	RESPONSABLE	LOCALIZACION
Santander	Álvaro Mauricio Santander	Las Palmas
San Sebastián	Alfredo Hiniestosa	Briceño
Antanas	Emas Pasto S.A.E.S.P	Km 13 vía Buesaco
El Carmelo	Alfredo Gavilanes	El Rosario Mocondino
San Antonio	Sara María Pasantes Bonilla	San Antonio de Mapachico
Portilla	Humberto Portilla	Briceño
San Javier	Javier Acersio Daza	Vuelta Larga Mapachico

**Fuente:** Alcaldía de Pasto (en línea). En: [pasto.gov.co](http://pasto.gov.co) secretaria de Gestión Ambiental. (Pasto) 2005 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en la dirección electrónica: <https://www.pasto.gov.co/>.

Por cumplir su capacidad, incumplimiento del plan de manejo ambiental o decisión del propietario, los sitios de disposición final San Javier, Portilla, San Antonio, El Carmelo, San Sebastián cerraron su funcionamiento al terminar vigencia 2017.

De acuerdo a operativos de control realizados en coordinación con la policía Ambiental y Ecológica, los sitios de disposición no autorizados e ilegales con capacidad superior a los 20.000m<sup>3</sup> durante los siete años fueron:

**Cuadro 8.** Sitios de disposición final de residuos no autorizados e ilegales.

ESCOMBRERA ILEGAL	LOCALIZACION
Escombrera doce de octubre	Barrio doce de octubre
Escombrera Toro Alto	<u>Torobajo</u>
Escombrera km 6 salida Norte	Km6 Salida al Norte
Escombrera Rio Blanco	Sector Gallinacera-Comuna 10
Escombrera km 9 salida Norte	Sector <u>Chachatoy</u>
Escombrera Morasurco	Km 8 salida norte
Escombrera Jongovito	Corregimiento Jongovito

**Fuente:** Alcaldía de Pasto (en línea). En: [pasto.gov.co](http://pasto.gov.co) secretaria de Gestión Ambiental. (Pasto) 2005 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en la dirección electrónica: <https://www.pasto.gov.co/>.



A partir del 1 de enero de 2018 y en cumplimiento de lo establecido en la resolución 0472 de 2017, la competencia de la autorización de sitios de disposición final RCD la asumió Corponariño y de acuerdo a la información brindada en la actualidad, los sitios para la disposición final de RCD autorizados son:

**Cuadro 9.** Sitios de disposición final de residuos no autorizados e ilegales.

	PROPIETARIO	CELULAR	DIRECCION	NOMBRE DEL SITIO RCD	INICIA	TERMINA	ESTADO
<b>PASTO</b>	Oscar Santander	3225868380	Las Palmas- <u>Obonuco</u>	Escombrera Santander- capacidad 80.000 m3	21/07/2020	21/07/2021	<b>AUTORIZADA</b>
<b>PASTO</b>	Empresa metropolitana de aseo <u>Emas</u> Pasto	3177005613	KM 13 <u>via</u> Buesaco	Parque Ambiental Antanas- capacidad 60.000 m3	25/09/2020	25/09/2021	<b>AUTORIZADA</b>
<b>PASTO</b>	Julio Cesar Delgado Erazo.	3105149528	Km7 salida al sur- Catambuco	Escombrera <u>Rosapamba</u> - capacidad 2.000.000 m3	19/11/2019	18/11/2020	<b>AUTORIZADA</b>

**Fuente:** Alcaldía de Pasto (en línea). En: [pasto.gov.co](https://www.pasto.gov.co) secretaria de Gestión Ambiental. (Pasto) 2005 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en la dirección electrónica: <https://www.pasto.gov.co/>.

Otro vertedero que fue autorizado temporalmente y exclusivo para desalojo de tierra de la construcción vial del Sur en la obra doble calzada Rumichaca-Catambuco.

De acuerdo a la información suministrada por la secretaria de Gestión Ambiental del municipio de Pasto, en los últimos años se ha estimado la generación de los residuos de construcción y demolición alrededor de 180.000m<sup>3</sup>/año. Con base al seguimiento que estas entidades les han realizado a los vertederos autorizados, denominados escombreras, las estaciones de transferencia, sitios de disposición ilegal y la recolección de material en puntos críticos; en la siguiente tabla se establecen los últimos años:

**Cuadro 10.** Sitios de disposición final de residuos no autorizados e ilegales.

AÑO	CANTIDAD (m3)
2015	225,000
2016	223,720
2017	153,126
2018	162,881
2019	152,100

**Fuente:** Alcaldía de Pasto (en línea). En: [pasto.gov.co](https://www.pasto.gov.co) secretaria de Gestión Ambiental. (Pasto) 2005 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en la dirección electrónica: <https://www.pasto.gov.co/>.

La generación de cantidades mayores de RCD durante los años 2015 y 2016 correspondió al proceso de demolición de viviendas sobre la carrera 27 para la implementación del sistema estratégico de movilidad en el Municipio de Pasto, el auge de la construcción de manera vertical por la densificación de la ciudad, los procesos de renovación urbana. Durante los años 2017, 2018, y 2019 se presentó un proceso de desvaloración en la construcción del 10% para Pasto, de acuerdo al análisis del contexto económico de la construcción.

## 2.4 CLASIFICACIÓN DE LOS RCD

Los RCD pueden ser clasificados en dos grupos, según su procedencia y naturaleza (Andrade y Coba. 2013), tal como lo representa detalladamente a continuación:

**Figura 16.** Clasificación de los RCD



**Fuente:** Alcaldía de Pasto (en línea). En: [pasto.gov.co](https://www.pasto.gov.co) secretaria de Gestión Ambiental. (Pasto) 2005 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en la dirección electrónica: <https://www.pasto.gov.co/>.

#### 2.4.1 Residuos sólidos según su procedencia

- Residuo de derribo o demolición: considera toda materia u objeto procedente de estructuras que han cumplido su vida útil, provenientes de liberaciones, demoliciones y desmontajes, que conllevan a un nivel de riesgo.
- Residuo de construcción: toda materia u objeto originado en cualquier proceso constructivo, ya sea una obra nueva, rehabilitación o reparación.
- Residuo de excavación: se considera a toda materia u objeto que es generado en todo trabajo de excavación, previo al inicio de una obra.

#### 2.4.2 Residuos sólidos según su naturaleza

- Residuo inerte: toda materia u objeto considerado generalmente como no peligroso, que no experimenta transformación física, química o biológica.
- Residuo no especial: toda materia u objeto que, luego de ser tratado, puede ser almacenado sin necesitar un cuidado especial.
- Residuo especial: toda materia u objeto proveniente de todo lo producido en la industria que, por sus características de alto riesgo, requieren un tratamiento y cuidado especial.

### 2.5 CARACTERIZACIÓN DE LOS RCD

Existen tres etapas del proceso constructivo: "demolición, excavación y construcción: demolición, excavación y construcción"<sup>23</sup> en la demolición se derriban o deshacen las estructuras existentes, en la excavación se realiza la remisión del suelo o de las estructuras viales, la construcción está relacionada con el montaje de estructuras que involucran el manejo en grandes volúmenes de concreto (edificaciones, patrones, puentes, pavimentos rígidos, entre otros).

Con proceso en la investigación, los escombros se pueden reciclar de una forma particular, el aprovechamiento de los residuos en la obra o el reciclaje en el sitio generador y los agregados de ser los clasifica en grupos de la siguiente manera:

**2.5.1 Grupo 1:** Materiales compuestos de cemento, cal, arena y piedra: hormigón, argamasas, bloques de concreto y cerámicos.

**2.5.2 Grupo 2:** Materiales cerámicos: tejas, tubos, ladrillos, baldosas.

---

<sup>23</sup> ALARCÓN, Ceveriche. (2014) "Guía ambiental para la elaboración del plan de gestión integral de residuos de construcción y demolición - RCD en la obra", (en línea). [https://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](https://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). (Bogotá D.C), 2012:

**2.5.3 Grupo 3:** Escombros no reciclables para agregado de construcción, compuesto por materiales como: tierra, yeso, metal, madera, papel, plástico, materia orgánica y vidrio.

Se denomina gran generador al que cumple con las siguientes condiciones, en el primer lugar, cuando requiere la expedición de licencia de construcción en cualquier de sus modalidades o licencias de intervención en cualquiera de sus modalidades o licencias de intervención y ocupación del espacio público, y en segundo lugar cuando la obra tenga un área construida igual o superior a 2.000 m<sup>3</sup>, se denomina pequeño generador al que cumple con alguna de las siguientes condiciones, que en primer lugar no se requiere la expedición de una licencia de construcción en cualquiera de sus modalidades y o licencia de construcción en cualquiera de sus modalidades y/o licencia de intervención y ocupación del espacio público, segundo requiere la expedición de licencia de construcción en cualquiera de sus modalidades y/o licencia de intervención y ocupación de espacio público y la obra tenga un área a construir inferior a 2.000 m<sup>3</sup> .

A continuación, mostraremos una clasificación de los RCD según su procedencia y cómo será su separación, su clasificación se la realiza en tres partes: RCD aprovechables, RCD no aprovechables, otros; lo que nos facilita conocer sus propiedades de los residuos que llegan al vertedero y conocer la materia prima que resultara beneficioso para la investigación.

**Cuadro 11.** Clasificación de los residuos según su procedencia.

CLASIFICACION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION. (RCD)			
CATEGORIA	GRUPO	CLASE	COMPONENTES
RCD APROVECHABLES	I. RESIDUOS MEZCLADOS	Residuos petreos	Concretos, ceramicos, ladrillos, arenas, gravas,cantos,bloques o fragmentos de roca, baldosin, mortero y materiales no pasantes
	II. Residuos de material fino	Residuos finos ceramicos	Arcilla, limos y residuos inertese que sobrepasan el tamiz #200
		Residuos finos expansivos.	Arcillas y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plasticos y expansivos que sobrepasen el tamiz #200
	III. Otros residuos.	Residuos no pretreos.	Platicos, PVC, maderas, papel, siliconas, vidrios, cauchos.
		Residuos de carácter metalico.	Acero,hierro, cobre, aluminio.
		Residuos organicos.	Residuos de tierra negra.
		Residuos organicos vegetales	Residuos vegetales y otras especies bioticas.
RCD NO APROVECHABLES	IV.Residuos peligrosos	Residuos corrosivos, reactivos, radioactivos, explosivos, toxicos y patogenos.	Desechos de productos quimicos, emulsiones, alquitran, pinturas, disolventes organicos, aceites, resinas, plastificantes, tintas, betunes.
	V. Residuos especiales.	No definida	Poliestireno, icopor, carton, yeso (Drywall)
	VI. Residuos contaminados con otros residuos	Residuos contaminados con residuos peligrosos	Materias pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos peligrosos.
		No definida	Residuos contaminados con otros residuos que hayan perdido las características propias de su aprovechamiento
Otros	VII. Otros residuos.	No definida	Residuos que por requisitos tecnicos no es permitido su reuso en obras.

**Fuente:** Alcaldía de Pasto (en línea). En: [pasto.gov.co](http://pasto.gov.co) secretaria de Gestión Ambiental. (Pasto) 2005 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en la dirección electrónica: <https://www.pasto.gov.co/>.

Caracterización técnica por tipo de escombros de construcciones contemporánea realizadas en tapia pisada y adobe; igualmente con las construcciones modernas realizadas en hormigón y concretos.

**Cuadro 12.** Caracterización construcciones contemporáneas en tierra.

<b>MATERIAL</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
Tierra.	69
Madera.	16,5
Piedras mayores a 4 pulgadas.	4,8
Vidrio.	1,25
Teja de barro o arcilla.	4,75
Asbesto cemento.	0,25
Cobre.	0,125
Accesorios eléctricos.	0,3
Ladrillo cuadrilongo	3

**Fuente:** Fadheso. (en línea). En: issuu.com Caracterización construcciones contemporáneas en tierra. (Pasto) 2010 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en la dirección electrónica: [https://issuu.com/sda2015/docs/vf\\_junio\\_cartilla\\_plan\\_rcd\\_\\_2015](https://issuu.com/sda2015/docs/vf_junio_cartilla_plan_rcd__2015)

**Cuadro 13.** Caracterización construcciones modernas en hormigón.

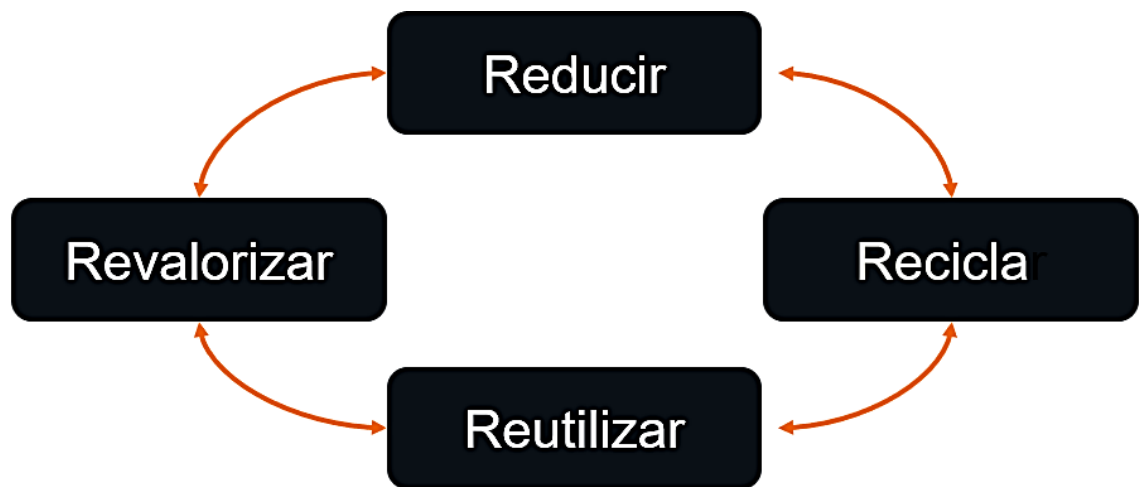
<b>MATERIAL</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
Agregado grueso de la estructura.	51,2
Agregado fino	3,8
Arena	25,4
Hierro estructural	6,3
Aluminio	1,1
Tubería PVC	0,8
Polímeros	0,3
cobre	0,1
Accesorios eléctricos	0,4
Ladrillo	10,6

**Fuente:** Fadheso. (en línea). En: issuu.com Caracterización construcciones contemporáneas en tierra. (Pasto) 2010 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en la dirección electrónica: [https://issuu.com/sda2015/docs/vf\\_junio\\_cartilla\\_plan\\_rcd\\_\\_2015](https://issuu.com/sda2015/docs/vf_junio_cartilla_plan_rcd__2015)

Los residuos de construcción y demolición (RCD) se destacan siendo uno de los impactos ambientales negativos más significativos en el ecosistema, en las obras por su gran volumen y heterogeneidad. La primera razón acelera el proceso de disminución de vida útil de las escombreras; la segunda, dificulta las opciones de valorización del residuo, debido a que se incrementa el coste posterior del reciclaje.

El orden jerárquico para la gestión eficiente de RCD es la reducción, reutilización, reciclado y otras formas de revalorización, para efectos de aumentar la calidad de vida en la población y velar por un ambiente sano.

**Figura 17.** Orden jerárquico para la gestión eficiente de RCD en la ciudad.



**Fuente:** Esta investigación.

De acuerdo a la estrategia nacional de economía circular-nuevos modelos de negocio, la transformación productiva y cierre de ciclos de materiales promovida por la administración del gobierno colombiano en el periodo 2018-2022, existen oportunidades para la economía circular favorables para optimizar la eficiencia de los materiales de construcción; consisten en mejorar los instrumentos para facilitar el cierre de ciclos, aumentar el aprovechamiento de escombros generados en las obras y proyectos de demolición, desarrollar asociación a través del uso de material nuevo de canteras para el uso en la construcción.

## 2.6 MINA ESCOMBRERA ROSAPAMBA

En el corregimiento de Catambuco se encuentra ubicada la mina Rosapamba, la cual cuenta con 7 hectáreas de área aproximadamente, con capacidad disposición final de alrededor de 2'000.000 metros cuadrados de RCD y una vida útil de 11,11 años son aprovechamiento; este predio es de propiedad del señor Julio César Delgado, actualmente funciona como mina de materiales de excavación y sitio de disposición final de RCD, cuanta con todos los permisos legales y funcionamiento. La extensión del predio se puede ver en la figura a continuación.

**Figura 18.** Predio-localización mina Rosapamba.



**Fuente:** Google Earth. (en línea). En: Google Earth.co Localización mina Rosapamba. (Pasto) 2010 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en la dirección electrónica: <https://www.google.com/Earth/@1.1927552,-77.2702208,15z?hl=es>.

### 2.6.1 Disponibilidad y costo de mano de obra

El corregimiento de Catambuco cuenta con aproximadamente 10.000 habitantes y una densidad poblacional de 40 habitantes por hectárea, la población apta para trabajar tradicionalmente se ha encargado de realizar actividades de agricultura y ganadería, sin embargo, se pudo identificar que en la zona hay presencia de actividad industrial, puntualmente minería y fabricación de mampostería artesanal actividades que son fácilmente comparables en cuanto actividades dentro de una planta de aprovechamiento de RCD. Adicionalmente la mina se encuentra en un punto intermedio entre el corregimiento de Catambuco y el corregimiento de Jongovito.



### **2.6.2 Proximidad de las fuentes de suministro**

Actualmente la mina Rosapamba se encuentra activa para la producción de arenas, bases y sub bases, por lo cual para la actividad de la planta de aprovechamiento de RCD es complementaria a la producción de agregados naturales, además existen alrededor varias canteras legalmente constituidas y con explotación activa de materias primas.

### **2.6.3 Factores ambientales y ordenamiento**

La mina escombrera Rosapamba tiene permiso de uso de suelos establecido, este predio cuenta con autorización vigente para la disposición final de RCD y adicionalmente cuenta con el permiso de la agencia minera para la explotación del suelo.

Al tener permisos vigentes se puede establecer que cumple con los parámetros establecidos en el plan de manejo ambiental.

### **2.6.4 Control de generación**

Dado de que la planta de aprovechamiento tiene varios propósitos (transformación, comercialización y disposición final), se debe de tener en cuenta que todos los residuos producidos por el municipio deben estar dirigidos allí desde la ciudad de Pasto, sus alrededores y viceversa con los materiales procesados y fabricados, para tener en cuenta un punto estratégico se tomó como referencia la plaza de Nariño, la distancia a la ciudad de Pasto a este lote es de 7, 8 km, tomando cerca de 23 minutos, con velocidad promedio de 21.6 km/h. La figura muestra una aproximación de lo anterior utilizando la herramienta Google maps.

Es importante mencionar que una de las ventajas con las que cuenta el predio es que puede tener otras vías alternas de acceso en caso de emergencia, que son por el corregimiento de Jongovito y el corregimiento de Obonuco y el Corrimiento de Gualmatan, son vías destapadas pero muy buenas condiciones de circulación lo cual los tres corregimientos tienen conexión perimetral rural.

### **2.6.5 Costo y disponibilidad de terrenos**

Existe viabilidad por parte del propietario del predio señor Julio César Delgado, de la implementación de realizar un acopio para el estudio de reutilización de los RCD, sin embargo, el propietario manifestó estar dispuesto e interesado en participar activamente de la implementación, generando de que su vertedero pueda producir y comercializar el material a través de una alianza, cabe resaltar que existe un vínculo de amistad cercana familiar, por tal razón el apoyo es de gran importancia para la realización exitosa de la investigación presente.

## 2.7 TOPOGRAFÍA DE SUELOS

La topografía de este terreno es plana y estable a pesar de sus enormes movimientos de tierra presentes, por lo cual la instalación de alguna maquinaria será sencilla, no se llevaría adecuaciones extensas para la producción del material. Este predio ha sido explotado para la extracción de materiales de construcción alrededor de 20 años aproximadamente, convirtiéndolo en una zona para la disposición de material encajonada y con una degradación de capacidad productiva muy severa.

**Figura 19.** Topografía suelos Rosapamba.



**Fuente:** Esta investigación.

### 2.7.1 Disponibilidad de aguas, energía y otras suministro

La maquinaria para la realización del proceso que se tiene que llevar a cabo para la producción de residuos, la mina Rosapamba cuenta con energía industrial de 15 kva, además, cuenta con concesión de agua vigente, expedido por la Corporación Autónoma Regional de Nariño-Corponariño, con una vigencia de 5 años, y un permiso de vertimientos por su instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

### 2.7.1 Disponibilidad de aguas, energía y otras suministro

En la actualidad la mina cuenta con zonas que deben comenzar a ser llenadas con material estructural, dicho material en ciertas ocasiones no puede ser suministrado para el material a emplear, por lo cual la disposición final de ciertos

materiales no estructurales se realizaría en sitio, este predio cuenta con espacio suficiente para la disposición de materiales no estructurales o residuos de construcción y demolición, según el plan de manejo ambiental presentado para el funcionamiento de sitio de disposición final de RCD, sobre el predio caben alrededor de 2'000,000 metros cuadrados de RCD.

**Figura 20.** Mina Rosapamba.



**Fuente:** Esta investigación.

### **3.REVISIÓN SISTÉMICA DE LITERATURA SOBRE EXPERIENCIAS EXITOSAS EN EL USO DE LOS RCD PARA EL DISEÑO DE MAMPUESTOS PREFABRICADOS**

La presente investigación adopta una estrategia bibliográfica en la búsqueda de experiencias exitosas en la reutilización de los RCD en el campo de la construcción, la investigación toma como guía la revisión sistemática de literatura, lo cual tiene como objetivo principal proporcionar un resumen exhaustivo de literatura que dispone a lo pertinente a una o varias preguntas de investigación, en este caso, sobre especies de la reutilización de los RCD a tres escalas Macro(mundial), Meso(nacional), MICRO (regional).

¿Qué es la revisión sistémica de literatura SLR? Las revisiones sistémicas de literatura (RSL) también referidas como revisiones sistémicas, se trata de que cada una de las fases en las que se pretende dividir este proceso a tres escalas con su alto porcentaje de reutilización de RCD nos ayuda a planificar el proceso de la revisión, conducir la revisión y por último realzar un informe, así como también nos disponen las herramientas de búsqueda necesarias para la investigación. También trata de realizar mapeos como técnica para contextualizar un lector y un complemento sustancial para el exponente, por esta razón se lleva a cabo este proceso investigativo para realizarlo de la mejor manera.

#### **3.1 RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN ESCALA MACRO (NIVEL MUNDIAL)**

La construcción se ha ido incrementando, por consiguiente es un medidor de desarrollo, por lo que genera un sin número de problemas a nivel global, ya sean ambientales o sociales, debido a que la ejecución de obras de infraestructura y edificaciones, de acuerdo por los datos generados por la ONU la construcción por año genera un 30% de emisión de gases efecto invernadero, 40% de consumo de energía, 40% generación de residuos urbanos, y se extrae un tercio de materiales existentes del medio ambiente.<sup>24</sup>.

En este argumento, los residuos sólidos de la construcción y demolición tienen un potencial relevante a otros residuos inertes, pues pueden transformarse mediante ciertos tratamientos, y así generar materiales fragmentados para ser utilizados como agregados reciclados, y ser incorporados en la industria de la construcción. Su uso constituye un beneficio importante para el mundo, ya que representa un

---

<sup>24</sup> GRUZEKI, Albeiro. "Construction demolition waste (CDW) a perspective of achicement for the city of Barranquilla since its management model". (En línea). //efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/852/85252030015.pdf, (Europa), 2016.

aprovechamiento económico y una contribución a la preservación de los recursos naturales.

Países como potencias mundiales como Alemania, Holanda y Bélgica, según el informe del ‘*World Business Council for sustainable Development*’<sup>25</sup> de julio del 2009, han superado en un 90% el reciclaje de los RCD y los emplean como materias primas. Esta reutilización se debe a la escasez de fuentes naturales, y a la necesidad de obtener agregados finos para la elaboración de nuevos elementos, principalmente hormigón. Mientras, en América Latina, países como Chile, Colombia y Brasil han emprendido estudios en la reutilización de residuos de construcción, como una alternativa para reemplazar materias primas naturales en la fabricación de nuevos elementos prefabricados (bloque, adoquín)<sup>26</sup>. Estos datos son una referencia que incentiva a crear un modelo alternativo de aprovechamiento de RCD, que pueda incorporarse en una economía social, resaltando la importancia de una construcción más sostenible.

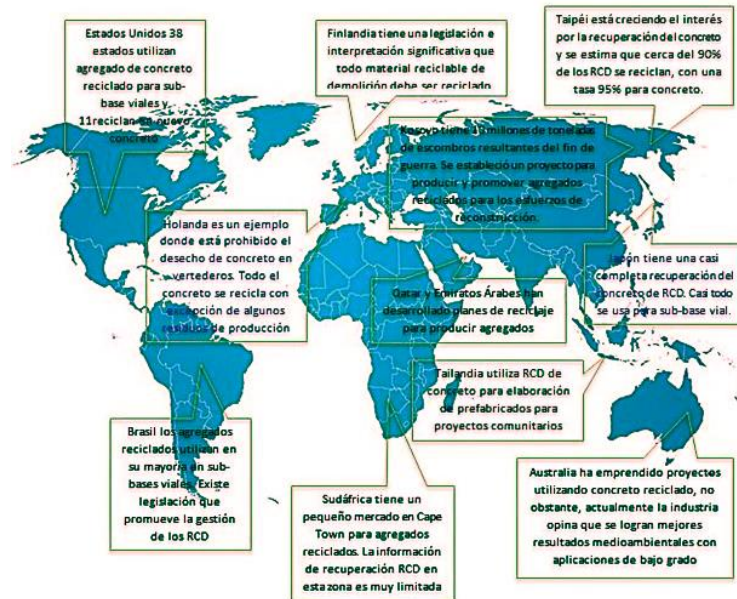
Hace varios años atrás no se habría pensado en reciclar y reutilizar residuos de construcción como materias primas en la elaboración de nuevos materiales. Según lo investigado hoy en día alrededor del mundo, un gran número de estudios y proyectos han demostrado que los agregados de RCD pueden remplazar en forma satisfactoria a los agregados de canteras naturales, generando un modelo innovador de transformación de la industria de la construcción en una actividad de construcción sostenible.

---

<sup>25</sup> WBCSD. World Business Council for sustainable Development; Impulsadores del desarrollo sostenible para nuevas ideas en pro al medio ambiente. (En línea). <https://www.wbcsd.org/>, (Ginebra, Suiza), 2020.

<sup>26</sup> VALDES, Gonzalo. “aplicación de los residuos de hormigón en materiales de construcción”. (en línea). [uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/2880](http://uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/2880), (Barranquilla), 2020.

**Figura 21.** Ejemplos en el mundo para la reutilización de RCD de concreto.



**Fuente:** Google. Países. (en línea). En: Google.com referente WBCSD. (Países) 2021 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en la dirección electrónica: <https://www.interempresas.net/ObrasPublicas/Articulos/346474-Tecymacan-referente-maquinaria-calidad-sector-aridos-procesamiento-minerales.html>.

En la presente investigación se ha evidenciado que en el mundo los RCD representa una oportunidad como fuente de aprovechamiento. Prueba de ello es la variedad de estudios que han determinado la viabilidad de su uso en diferentes elementos de la construcción, orientados en el aprovechamiento y la reutilización de los residuos.

en su estudio “cualidades físicas y mecánicas de los agregados reciclados de concreto. Aplicación en concretos”<sup>27</sup> posibilita la reutilización de desechos de hormigón procedentes de las construcciones como material de agregados finos, incorporándolos en nuevos elementos de construcción para el uso en concreto y morteros. Los autores concluyen que al remplazar un 20% de árido natural por material reciclado en tamaños inferiores a 4mm, se puede emplear en hormigón estructural sin perder sus propiedades mecánicas. Así, se provechan las propiedades mecánicas. Así, se provechan las propiedades físicas y mecánicas de los materiales reciclados, óptimos y factibles para su práctica, con un ahorro de energía y mejoras al medio ambiente.

<sup>27</sup> GÓMEZ José; ANGULO, Luis y VÁSQUEZ, Eric. “Cualidades físicas y mecánicas de los agregados reciclados de concreto Aplicación en concretos. (en línea). <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/2270/ARTICULO%20concreto%20y%20tecnologia%20C3%ADa.pdf>, (España), 2012.



En el artículo científico “Concrete Building Blocks made with recycled demolition agregare” sus autores Marios Soutsos, Kangkang Tang y Stephen Millard, analizar el uso de agregados reciclados de concreto (RCD) y mampostería (RMA) en la fabricación de bloques de hormigón prefabricados. En sus conclusiones establecen que:

La sustitución adecuada de agregados gruesos reciclado es:

- 60% de RCA para bloques de clase 1.
- 20% de RMA para bloques de clase 2 con tamaños nominales de 6mm.

El porcentaje de agregado fino es:

- 20% RCA para bloques de clase 1.
- 20% de RMA para bloques de clase 2 con tamaños nominales de 4 mm con tendencia a polvo.

Este tipo de bloques alcanza resistencias entre 14.5 N/mm<sup>2</sup> y 16.7 N/mm<sup>2</sup>, similares a los bloques con agregados naturales.

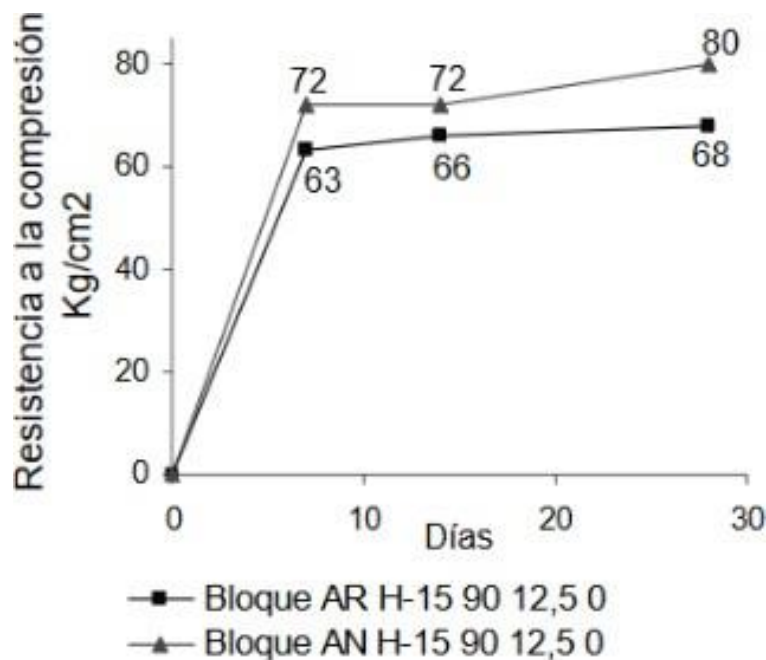
Los autores C.S Poon S.C kou y L. Lam, en el artículo científico “Use of recycled agregates in molded concrete bricks and blocks” inventan ladrillos y adoquines de hormigón con residuos de construcción provenientes de diferentes lugares de Hong Kong. Ellos concluyen que el uso de agregados reciclados en ladrillos de hormigón, en porcentajes del 25 y 50% alcanzan una resistencia de compresión de 15,9 y 16,7 Mpa respectivamente, con una resistencia transversal de 1,75 y 1,80 Mpa. Por otra parte, al sustituir del 100% de agregados reciclados con agregados naturales, su resistencia a compresión disminuye a 11,4 Mpa, y su resistencia transversal aumenta a 1,94 Mpa. Igualmente, al sustituir agregados reciclados por agregados naturales en un 50% en los adoquines de hormigón, se alcanza una resistencia a la compresión de 62,1 Mpa, y una resistencia transversal de 3,74 Mpa. En cambio, al sustituir el 100% de agregados naturales por los agregados reciclados, su resistencia a la compresión disminuye a 51,2 Mpa, mientras que su resistencia transversal aumenta a 3,8 MPa. Por esto, la sustitución de agregados reciclados por agregados naturales podría alcanzar satisfactoriamente un 100% y al mismo tiempo obtener resultados de adoquines de hormigón a los 28 días con resistencia menor a 49 MPa.

En el artículo científico “Concrete paving blocks and flogs made with crushed brick as aggregate” realizado en el institute for Testing materials de la República de Serbia, sus autores Ksenia Jankovic, Dragan Nikolic y Dragan Bojovic, plantean el uso de ladrillo como material reciclado para la fabricación de bloques y pavimentos de hormigón (adoquines). Los autores concluyen que la aplicación del ladrillo reciclado como agregado, caracterizado por sus densidades de menor densidad, resistencia y mayor adsorción, alcanzaron bloques de hormigón con su resistencia a compresión de 5,3 MPa, al remplazar un 32,5% de agregado natural. Por otra parte, la aplicación en pavimentos de hormigón (adoquines) logro una resistencia a compresión de 2,5 MPa, al remplazar un 65% de agregado natural, cumpliendo

la normativa europea EN1338 (concrete paving blocks) y EN1339 (concrete paving flags). Es por consiguiente que la producción de pavimentos de hormigón dependerá de la cantidad de agregado natural reemplazando por agregados reciclados, donde 65% es el proceso óptimo.

En Latinoamérica, exactamente en el país de Chile, Gonzalo Valdés, en su estudio "aplicación de los residuos de hormigón en materiales de construcción"<sup>28</sup> analiza el uso de los agregados reciclados para la fabricación de bloques de hormigón reciclados. Estos alcanzaron una resistencia a compresión del 15%, menor a la de los bloques fabricados completamente con áridos naturales, por lo cual no cumple con lo requerido en la norma chilena NCh181.Of1965 (bloques huecos de hormigón para muros divisorios). Valdés determina que el uso óptimo del agregado grueso reciclado es 36%, para obtener una mejor el trabajo y resistencia requerida, con resistencias a compresión superior a 80 Kg/cm<sup>2</sup>, según determina la norma, tal como se muestra a continuación.

**Figura 22.** Resistencia a la compresión del bloque con áridos reciclados y naturales.



**Fuente:** Google Earth. (en línea). En: Google Earth.co Localización mina Rosapamba. (Pasto) 2010 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en la dirección electrónica: <https://www.google.com/Earth/@1.1927552,-77.2702208,15z?hl=es>.

<sup>28</sup> VALDES, Gonzalo. Cualidades físicas y mecánicas de los agregados reciclados de concreto, aplicación en concretos; Ingeniería y Desarrollo, 29(1), 17-33. (en línea). <https://goo.gl/XCnDiS>, (Europa),2011.



Por otra parte, Lepe Domínguez y Emilio Martínez en su estudio "Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de las viviendas"<sup>29</sup>. hecho en México, muestra resultados de resistencia de adoquines entre 1.6 MPa y 1.8 MPa. Esto determina la importancia de hacer investigaciones en el resto de regiones, en favor a la inclusión de los RCD como agregados y aprovechar las propiedades de estos materiales. Así, de una cierta manera se reducirá el daño ambiental, conformado nuevos elementos constructivos con menos costo e impacto en el medio ambiente.

Por lo tanto, El aprovechamiento de los RCD en diferentes lugares del mundo impulsa tener una visión clara de su aprovechamiento, y así tener un punto de partida para una investigación exhaustiva que permita conocer las características de los RCD locales. De esta forma, se los puede emplear en un modelo de gestión y aprovechamiento sostenible, a través del uso de estas materias primas alternativas en nuevos elementos prefabricados.

### **3.2 REFERENCIAS DE ESTUDIO DE LOS RCD EN COLOMBIA**

Actualmente en Colombia se encuentran investigaciones en realizar plantas de tratamiento, donde su única finalidad sea aprovechar al máximo los RCD, ya que en estos residuos se encuentran residuos que se pueden reciclar, las investigaciones en plantear nuevas alternativas, en generar un agregado fino a pasar ser un material empleado nuevamente en la construcción son escasos, por lo que no se encuentran investigaciones en la realización de prefabricados, pero aun así, la metodología de investigación y la búsqueda rigurosa me encontré con el autor Sergio que en su estudio "Uso de agregados reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD) provenientes de la ciudad de Cali como material para la construcción de elementos prefabricados de concreto, caso adoquines"<sup>30</sup> realizado en Colombia, examina el uso de agregados reciclados de la construcción en la fabricación de adoquines, en el propósito de identificar la potencialidad de estos materiales en nuevos elementos. El autor concluye que al reemplazar el 100% de agregados naturales con agregados reciclados, se alcanzan resistencias de adoquines de 1.2 y 1.6 MPa. Por tal motivo, está muy lejos de lo requerido en la norma colombiana NTC-2017 (Adoquines de concreto para pavimentos, (pags.1-5). De esta forma, se prioriza una mayor investigación de los materiales

---

<sup>29</sup> MARTÍNEZ, Edmundo y DOMÍNGUEZ, Luis. Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas. Ingeniería, 11, 43-55; Obtenido de Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas. (en línea), <https://goo.gl/XCnDjS>, (desconocido),2007.

<sup>30</sup> CAICEDO Sergio (2017) "Estudio del uso agregados reciclados de residuos de construcción y demolición RCD provenientes de la ciudad de Cali como material para la construcción de elementos prefabricados de concreto, caso de los adoquines - RCD en la obra". (Cali), 2012: (en línea) disponible en la siguiente dirección electrónica <http://repositorio.ausjal.org/handle/11522/3146?locale-attribute=en>

reciclados, con proporciones que conllevan a cumplir con las exigencias de las normas.

Por otro lado, en Barranquilla se encuentra una investigación científica de los autores Carlos Pacheco, Luis Guillermo Fuentes con su trabajo "Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de Barranquilla desde su modelo de gestión"<sup>31</sup> en el documento científico se encontró una visión amplia de cómo se encuentra la ciudad de Barranquilla por su falta de planificación urbana en cuanto al manejo de los RCD de la ciudad, ellos con su documento promueven e incentivan que los constructores puedan manejar sus residuos de una manera adecuada y por tal razón plantean un plan de gestión técnica para los RCD, la ciudad tiene un alto grado de importancia en el país, Barranquilla sufre un desarrollo descontrolado y está llamada a ser pionera a nivel nacional y de la costa atlántica de Colombia en que se adecue el manejo de los RCD, por lo que espera que el documento proporcione información necesaria para formular correctamente el plan de gestión y así convertir a Barranquilla en ejemplo para las demás capitales de la región norte del país.

La reutilización de los RCD como materias primas ha fomentado ciertas investigaciones en el país, como lo realizó el autor Nick Brian Sánchez con su trabajo de grado "Reutilización de residuos de construcción y demolición (RCD) en la industria de la construcción"<sup>32</sup> el autor en este presente artículo contempla nuevamente las problemáticas relacionadas con los residuos de la construcción de obras civiles, lo cual lo vinculan con la falta de gestión que se realiza en los materiales, siendo dispuestos en vertederos ilegales, generando focos de contaminación que afectan las propiedades y características del suelo y posibles cuerpos hídricos cercanos, el autor en este propósito encontró un método óptimo de logística inversa para el aprovechamiento de los RCD debe iniciar desde la obra por medio de la demolición selectiva, separación en la fuente, clasificación manual y mecánica, disposición en obra de manera independiente por tipo de material, transporte seleccionado, procesos de reclasificación en planta, por medios de tamizaje y cribado, separación magnética y por medios hidráulicos, seguido de procesos de trituración en diferentes tamaños, lavado y desgaste de agregado grueso de ser necesario para mejorar acabado. En cuanto a la reutilización de los RCD de manera masiva eficiente, utilizando el 92% de los

---

<sup>31</sup> FUENTES Luis (2017) "Estudio de los residuos de construcción y demolición RCD, una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de Barranquilla desde su modelo de gestión. (Barranquilla universidad del norte). (En línea) disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85252030015>

<sup>32</sup> SANCHEZ Brian (2020) " Reutilización de residuos de construcción y demolición (RCD) en la industria de la construcción" (universidad militar nueva granada) (Bogotá D.C) (en línea) [hrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36112/SanchezPachecoNickBrian2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36112/SanchezPachecoNickBrian2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

residuos, lo cual contribuye con la disminución de la explotación de los recursos naturales como lo son los materiales nuevos, resaltando la relación de estas dos importantes variables.

### **3.3 REFERENCIAS DE ESTUDIO DE LOS RCD EN NARIÑO-PASTO**

Actualmente, en la ciudad de Pasto se lleva a cabo un estudio lo cual lo lidera la Empresa metropolitana de aseo EMAS, el proceso es lo realiza en las instalaciones del parque ecológico Antanas donde reciben un porcentaje de los residuos sólidos de la ciudad de Pasto, la empresa realiza una clasificación meticulosa, pues lo cual solo emplea en sus prefabricados desechos de hormigón tipo concreto, los desechos son procesados para obtener un agregado fino para la elaboración de los materiales, los materiales son sometidos a controles de calidad ya que quieren cumplir con la normatividad NTC 4024 lo cual hace que los materiales generen confianza dentro del campo de la construcción.

La empresa lleva su proceso de investigación lo cual aún no se encuentran documentos o algún información legible, pero se encuentran videos de su proceso de producción lo cual describen su fabricación de los prefabricados a base de los RCD, la presente investigación realiza una hipótesis a partir de la información obtenida y plantea una estadística a partir de lo caracterización de los RCD que la presente realiza mediante porcentajes, por ende, se obtiene que la empresa metropolitana de aseo EMAS utiliza agregado grueso de las estructura lo cual en una construcción moderna en hormigón contiene el 51,2% de los residuos y otros desechos como arenas y sobrantes de obra que es el 25,4%, lo cual, nos da un total de 76,6% del aprovechamiento del RCD mientras que el resto de residuos seguirán siendo acopios para relleno sanitarios. Por tal razón, se observa que la capacidad de una reutilización mayor al 90% que la realizan los paisas desarrollados no se la está empleando en la investigación presente y no existen otros tipos de estudios en la región. Es decir que existe un campo abierto para investigar y contribuir al correcto aprovechamiento de estos residuos, en favor de la protección del ecosistema de la ciudad.

### **3.4 OBRAS DE CONSTRUCCIÓN CON RCD EN EL MUNDO (CEDEX,2014)**

El aprovechamiento de los RCD en el mundo ha generado una valorización de los desechos ocasionados por la industria de la construcción, pues mediante el reciclado y la reutilización se ha producido un cambio de escenario. En este nuevo contexto se evidencia la disminución de la extracción de los recursos no renovables, gracias a la sustitución del aprovechamiento de los RCD. Todo esto motiva una práctica ambiental positiva con una visión de sostenibilidad en el mundo.

Según lo investigado en la presente investigación, European Thematic Network, Alemania hace uso de agregados reciclados desde 1950, incorporándolos en la construcción de viviendas. Entre 1996 y 1997 la ciudad de Itzehoe genero 50.000

toneladas de escombros de cerámica provenientes de un fuerte militar, la misma que se utilizó para la nueva construcción de esta zona (págs. 12-15). Adicionalmente, en su publicación Cedex determina que entre 1993 y 1994 se empleó áridos reciclados, para la conformación de elementos estructurales de hormigón en la construcción de la sede de la Fundación Alemana para el Medio Ambiente (Deutsche Bundesstiftung Umwelt). La misma utilizó  $290 \text{ Kg/m}^3$  de cemento Portland CEM I 42,5 R; árido grueso reciclado con tamaños nominales entre 4 y 32 mm; árido fino con arena natural;  $70 \text{ kg/m}^3$  de cenizas volantes y plastificante; y  $201 \text{ kg/m}^3$  de agua, con lo cual se obtuvo una resistencia cúbica de  $35 \text{ N/mm}^3$ .

**Figura 23.** Edificio Deutsche Bundesstiftung Umwelt



**Fuente:** CEDEX. (en línea). En: [bundesfinanzministerium.de](https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Bundesvermoegen/Privatisierungs_und_Beteiligungspolitik/Beteiligungspolitik/deutsche-bundesstiftung-umwelt.html) Edificio Deutsche Bundesstiftung Umwelt (Europa) 2014 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en la dirección electrónica: [https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Bundesvermoegen/Privatisierungs\\_und\\_Beteiligungspolitik/Beteiligungspolitik/deutsche-bundesstiftung-umwelt.html](https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Bundesvermoegen/Privatisierungs_und_Beteiligungspolitik/Beteiligungspolitik/deutsche-bundesstiftung-umwelt.html).

Sin embargo, el Reino Unido en 1995 experimentó la primera práctica con el uso de material reciclado en la construcción de un bloque de oficinas en la ciudad de Watford. Para esto uso  $985 \text{ kg}$  de hormigón triturado proveniente de un edificio de 12 pisos derrocado en el centro de Londres,  $330 \text{ kg/m}^3$  de cemento, relación agua/cemento  $< 0.50$ , escorias de horno alto entre 50 y 70% para la cimentación, pilares y forjado. Con lo cual se consiguió resistencias ente  $25 \text{ N/mm}^2$  y  $35 \text{ N/mm}^2$ . Por otra parte, en 1996 hubo un proyecto de obra civil con áridos reciclados mezclados (hormigón y ladrillo) en la construcción de la segunda losa armada con espesor  $0.50 \text{ m}$  de un edificio en la ciudad de Cardineton. Este empleo un total de

100 toneladas (50% ladrillo) con una resistencia de 60 N/mm<sup>2</sup>, similar a la resistencia de la primera losa del edificio que fue elaborada con áridos naturales.

Los países bajos en cambio usaron 500 m<sup>3</sup> de hormigón reciclado para la construcción de un viaducto cerca de Meppel. En otro viaducto de la misma zona, en 1990 aprovecharon el 20% de árido grueso reciclado para la elaboración de hormigón empleado en toda la construcción, que consistió en total de 11.000 m<sup>3</sup>. Desde 1991, este país exige utilizar el 20% del árido grueso de hormigón reciclado en todos los proyectos que utilicen hormigón, excepto las estructuras de hormigón prensado. Otros países que ha experimentado con el uso de hormigón reciclado es Bélgica desde 1987. Esto fue a causa de demolición de estructuras (muros) de puerto de Antwerp, reutilizando todo el escombros generado (80.000 m<sup>3</sup>) en un nuevo hormigón para la edificación de una nueva compuerta en la misma zona. Este nuevo hormigón tuvo una resistencia a compresión de 35 N/mm<sup>2</sup>, una retracción inferior a 150 mm, y una mayor trabajabilidad al pre-saturar todos los residuos incorporados en la mezcla. Después de 15 años, esta estructura no ha mostrado problemas de durabilidad por factores ambientales.

Cedex refiere que la construcción del puente Great Belt Link en Dinamarca significó uno de los proyectos más significativos generados en esta zona, marcando el mayor uso de escombros de demolición de estructuras, entre las que figuraba un puente de hormigón armado. Este proyecto llevó a cabo una serie de investigaciones en técnicas de demolición y utilización del hormigón triturado para la fabricación de nuevos hormigones, que fueron empleados en la construcción del proyecto "Casa reciclada". La misma constaba de 14 departamentos en dos plantas ubicada en el centro de la ciudad de Odense, hecha de materiales como hormigón y tejas trituradas con fracciones de 4–16mm para elementos no estructurales, y 16-32mm para capas de drenaje, obteniendo así resistencias que oscilan entre 5 y 20 N/mm<sup>2</sup>.

**Figura 24.** Puente Great Belt Link-Dinamarca.



**Fuente:** CEDEX. Deutsche Bundesstiftung Umwel, (en línea). [https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Bundesvermoegen/Privatisierungs\\_und\\_Beteiligungspolitik/Beteiligungspolitik/deutsche-bundesstiftung-umwelt.html](https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Bundesvermoegen/Privatisierungs_und_Beteiligungspolitik/Beteiligungspolitik/deutsche-bundesstiftung-umwelt.html), (Europa), 2014.

En 2004 en Barcelona, España, se ejecutó el puente de Marina Seca, una de las obras emblemáticas de este lugar, de hormigón reciclado, con más del 95% de árido reciclado de hormigón. Dicho hormigón reciclado poseía 1% de finos de 0.063mm, 10% de finos de 4 mm, 10% y 20% de árido reciclado previamente pre saturado con el 80 y 90%, con lo que consiguió una resistencia a compresión de 47,8 N/mm<sup>2</sup>. Así mismo, Morel, Gallias, Bauchard, Mana y Rousseau citan en artículo que la consolidación de la ciudad Olímpica de Barcelona, en 1987, es una de las pocas experiencias puesta en obra del uso de materiales reciclados mixtos para hormigón no estructural. La misma produjo una gran cantidad de demolición de edificaciones del barrio de Icaria, perteneciente a la zona, con lo que se logró una cantidad aproximada de escombros de 1,5 millones de toneladas. Para ello se empleó únicamente hormigón, piedra, cerámicos y ladrillo, que fueron separados in situ para construir calles, carreteras, y estructuras de escollera en la línea litoral. Es de admiración y sobre todo un ejemplo en los países a desarrollarse que el uso de los RCD en el mundo es una muestra clara del beneficio que se pueden encontrar en estos proyectos, que los residuos pueden ser una materia prima para nuevas edificaciones que a la vez representan una solución constructiva sostenible, de beneficio económico, ambiental y, sobre todo, una manera de reinsertar estos elementos en un nuevo ciclo de vida, que aporte no solamente a la sociedad, sino también beneficie al medio natural en que vivimos.

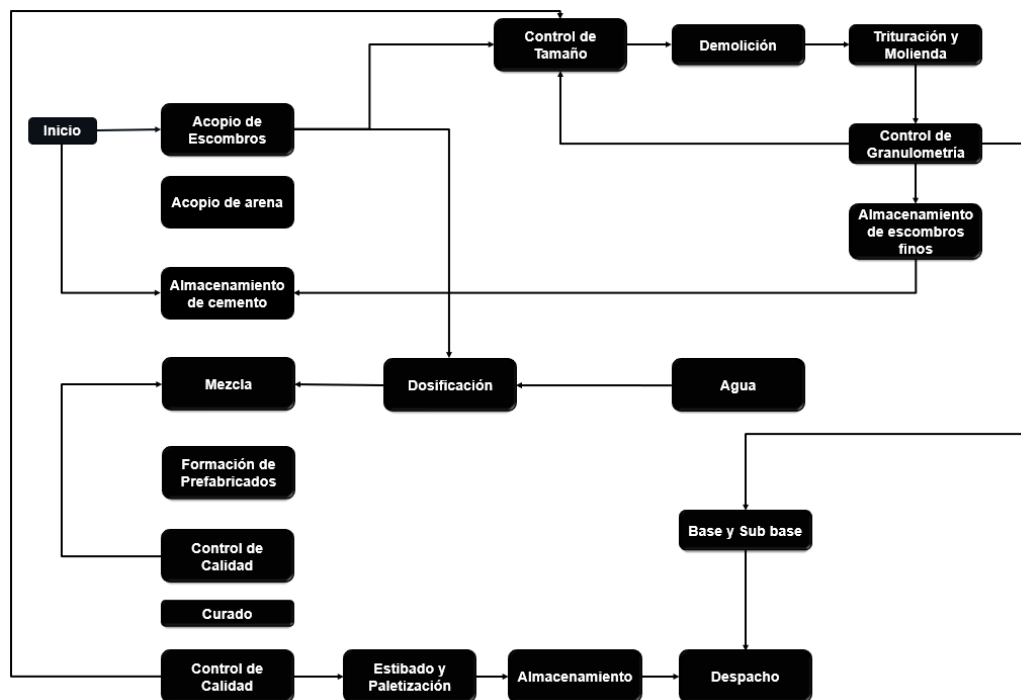


#### 4.DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE PREFABRICADO TRANSFORMADOR PARA LA APLICACIÓN DE MUROS DIVISORIOS NO PORTANTES EN LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS, CON MATERIALES RECICLADOS PÉTREOS Y CERÁMICOS

Teniendo en cuenta que sus propietarios del predio Rosapamba existe la disponibilidad y colaboración para los acopios de RCD, además es el predio que mejor se adecua a las necesidades y requerimientos para la extracción de los RCD, al tener las cantidades promedios al ingreso en las estaciones de transferencia de Pasto en las ciencias 2018, 2019, 2020 se obtiene un promedio de 1055 m<sup>3</sup>/mes de materiales para poder trabajar en procesos de aprovechamiento.

De acuerdo a la caracterización realizada para la fabricación del nuevo prefabricado es viable recuperar el 91% de los RCD que se obtienen en una demolición, por lo tanto, obtiene una cantidad de  $(1055 \text{ m}^3/\text{mes}) \times (0.94)$  es igual a 992 m<sup>3</sup>/mes.

**Figura 25.** Flujograma de producción con aprovechamiento de RCD.



**Fuente:** Google, Planteamiento de un sistema de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición producidos por pequeños generadores en el municipio de pasto. (en línea). En: google.com, (Pereira) 2020 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/8cfee93f-cb5d-46ab-9ef8-21cbd965de08/content](https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/8cfee93f-cb5d-46ab-9ef8-21cbd965de08/content).

#### **4.1 DEFINICIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN**

Esta investigación de pregrado busca integrar al reciclador, incentivando al conocimiento para innovar, un sistema logístico que pueda ser un conjunto de procesos que se relacionen entre sí para procesar materias primas e insumos, convirtiéndolos en el producto definitivo, en el caso del aprovechamiento de residuos de construcción y demolición de los procesos que se realizan son trituración y molienda, mezcla, producción de prefabricados, curado de concreto, estibado y almacenamiento.

#### **4.2 TRITURACIÓN Y MOLIENDA**

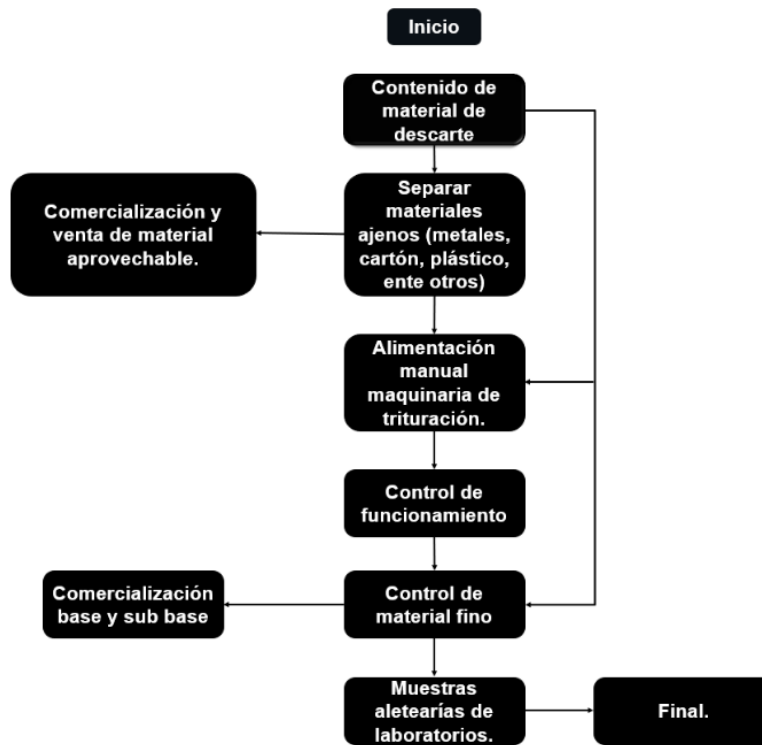
El proceso se llevó a cabo potenciar la transformación de los residuos de construcción y demolición, para convertirlos en material granulado tipo arena, para ser usado como materia prima en la producción de los diferentes productos.

El procedimiento se realizó llevando procesos de control a las materias primas, para evitar materiales no deseados como el acero, cartón, plástico o madera que pueda dañar su proceso relativo, el material apto para la trituración es puesta en un acopio que se llevara de manera manual al molino, dicha operación entregara el material reducido a un tamaño menor a 1 pulgada para alimentar a la segunda maquina compactadora, el molino de martillos, el cual pulveriza el material en partículas de no más de 3/8 de pulgada. El material sale y de manera manual se llevará a otro acopio que será dispuesto para el desarrollo del material prefabricado.

Es importante verificar la calidad del material con el fin de validar el cumplimiento del estándar de tamaño y, por último, se realizará tomas los aleatoriamente para verificar el funcionamiento de la máquina trituradora de los RCD.



**Figura 26.** Flujograma trituración y molienda.



**Fuente:** Google, Planteamiento de un sistema de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición producidos por pequeños generadores en el municipio de pasto. (en línea). En: google.com, (Pereira) 2020 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/8cfee93f-cb5d-46ab-9ef8-21cbd965de08/content](https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/8cfee93f-cb5d-46ab-9ef8-21cbd965de08/content).

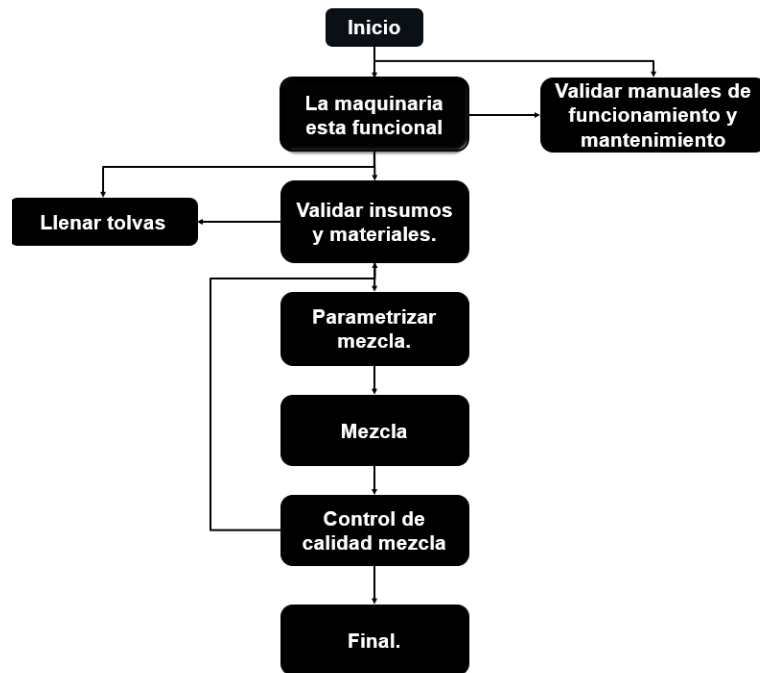
### 4.3 DISEÑO DE MEZCLA

En la presente investigación se hace referenciado en estudios y diseños de mezclas existentes de hormigón, su principal fundamento es garantizar la calidad del producto a partir de la mezcla que se obtenga a diferentes insumos y materiales, controlado siempre las diferentes variables de las materias provenientes de la trituración y molienda para tener una mezcla homogénea.

Para llevar a cabo este proceso se requieren de unos parámetros de calidad frente a la producción, ejecutándolas como la revisión preventiva de la maquinaria al principio y al final de la jornada laboral, seguir de manera idónea las fichas de mezcla que se emplearan de acuerdo a los planes de producción, mantener las cantidades de mezcla de acuerdo con los requerimientos y planes de producción;

el procedimiento se llevara a cabo de una maquinaria que será el proceso de la trituración de acuerdo a la ficha técnica de la mezcla, confirmar la existencia de los insumos y materiales necesarios, parametrizar la dosificación en maquina realizando verificación constante atendiendo las modificaciones a las medidas parametrizadas para obtener homogeneidad solicitada con el fin de garantizar la calidad de la mezcla y el producto final.

**Figura 27.** Flujograma del diseño de mezcla.



**Fuente:** Google, Planteamiento de un sistema de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición producidos por pequeños generadores en el municipio de pasto. (en línea). En: google.com, (Pereira) 2020 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/8cfee93f-cb5d-46ab-9ef8-21cbd965de08/content](https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/8cfee93f-cb5d-46ab-9ef8-21cbd965de08/content).

#### 4.4 PRODUCCIÓN DEL PREFABRICADO MAMPUESTO

En la presente investigación se realiza una maquinaria con ideas básicas de las existentes más conocidas como mesas vibratorias, la línea de la producción de prefabricados se proyecta cambiarla, realizando en si una maquinaria innovadora de una idea propia familiar, lo cual su producción masiva de 6 mampuestos seria ventaja para la producción de los prefabricados, además los materiales creados se regirán a las condiciones de calidad y exigencias de los clientes, norma técnica colombiana y las políticas de la planta de aprovechamiento.

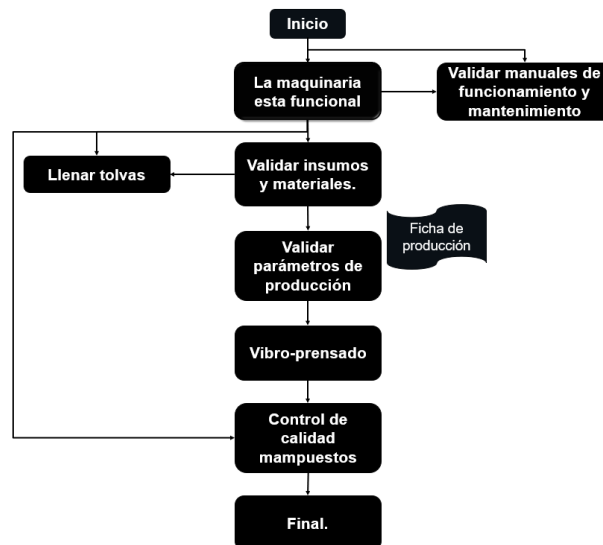
**Figura 28.** Maquinaria para la realización de prefabricados.



**Fuente.** Esta Investigación.

La elaboración de la maquina se realizó con la ayuda de Carlos Obando padre del investigador. Tras varios procesos de ensayo y diseño de la misma, para la eficiencia de la producción del nuevo material de construcción, la idea ha ido evolucionando con el transcurso del avance en la investigación; para llevar a cabo este proceso se requieren de unos parámetros de calidad frente a la producción, ejecutándolas como la revisión preventiva de la maquinaria al principio y al final de la jornada laboral, realizar los controles al final del proceso de formación para minimizar el porcentaje de material de descarte, dar un cumplimiento de acuerdo a las metas con la planeación de producción y revisar el conteo diario de producto para ajustarlo a la planeación, procedimientos que ayudan a la verificación y concertar el buen beneficio de la maquina vibro-compactara, validar la ficha técnica y la ficha de producción, confirmar la existencia de las materias primas para luego parametrizar la maquina e iniciar la formación; es fundamental hacer posteriormente la verificación y control del buen funcionamiento de la maquinaria, la calidad del producto y nuevamente parametrizar si es necesario, por último, se tomas las muestras.

**Figura 29.** Flujograma de producción.



**Fuente:** Google, Planteamiento de un sistema de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición producidos por pequeños generadores en el municipio de pasto. (en línea). En: google.com, (Pereira) 2020 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en: [chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcgicfindmkaj/https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/8cfee93f-cb5d-46ab-9ef8-21cbd965de08/content](https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/8cfee93f-cb5d-46ab-9ef8-21cbd965de08/content).

#### 4.5 CURADO DEL CONCRETO, ESTIBADO Y ALMACENAMIENTO

En la presente investigación se realizó un proceso meticuloso para obtener la resistencia del producto para ser manipulado y transportado de manera que conserve sus características y cualidades garantizando la calidad y exigencia por el cliente, las políticas internas y la norma técnica de colombiana de resistencia y transporte Norma Técnica Colombiana 476.

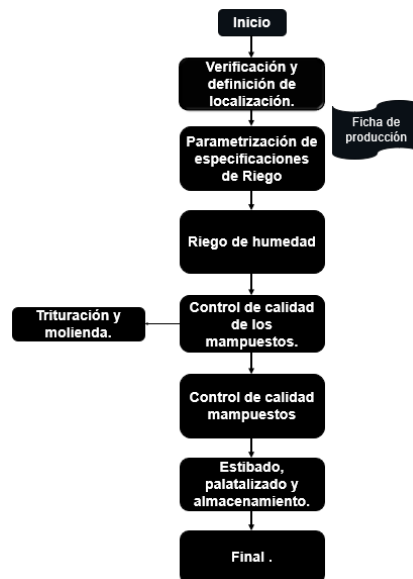
Para llevar a cabo este proceso se requieren de unos parámetros de calidad frente al proceso de conservar el nivel de humedad del producto para que el curado tenga la curva de endurecimiento de acuerdo con los parámetros establecidos a realizar los controles en el proceso de curado para minimizar el porcentaje de material de descarte, ajustando los parámetros de humedad, cumpliendo así una meta de acuerdo con la planeación de producción, revisar el conteo constante del producto para ajustarlo a la planeación.

Cumplir los estándares de seguridad al estibar y esparcir el material de manera que pueda ser transportado interna y externamente, esto de acuerdo con NTC que aplique al procedimiento igualmente al curado del concreto, por otra parte, al

verificar los estándares ambientales de las cabinas de curado cumpliendo con los parámetros definidos en la ficha de producción, adecuar los materiales necesarios y realizar la humectación de los productos, luego de realizar un control de humedad, resistencia, verificación visual de textura y propiedades. El procedimiento debe ser repetido hasta lograr la resistencia necesaria para ser manipulados.

Alcanzada la resistencia mínima de manipulación establecida deben cumplir estándares de peso y altura que apliquen para el transporte urbano y rural, Por último, se procede a almacenar el material en una zona abierta definida por logística de manera tal que el material con más tiempo tenga prioridad en la lista de despachos, para los clientes de este tipo de material en el municipio de pasto y sus alrededores.

**Figura 30.** Flujoograma de curado, estibado y almacenamiento.



**Fuente:** Google, Planteamiento de un sistema de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición producidos por pequeños generadores en el municipio de pasto. (en línea). En: google.com, (Pereira) 2020 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/8cfce93f-cb5d-46ab-9ef8-21cbd965de08/content](https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/8cfce93f-cb5d-46ab-9ef8-21cbd965de08/content).

#### 4.6 DEFINICIÓN DE PRODUCTOS

En derivación a los protocolos de desarrollo urbano sostenible recomendados por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible y teniendo en cuenta los procesos de remodelación de los andenes del centro histórico del municipio de

Pasto, de las zonas comunes de las nuevas construcciones de edificios y conjuntos cerrados, algunos de los materiales propuesto para la fabricar y comercializar en la planta de aprovechamiento de RCD pueden distintos prefabricados a base de los residuos de construcción y demolición.

Los agregados de RCD para concreto deben cumplir con la Norma Técnica Colombiana NTC 174 que trata sobre las especificaciones de los agregados para el concreto. Recientemente se ha incursionado de manera formal en el uso de agregados reciclados para concretos con la aplicación específicas y novedosas, como la producción de prefabricados mampuestos no portantes.

Los requisitos que exige la norma colombiana para bloques o ladrillos (NTC4026) menciona que los requisitos de estos materiales que los componen y requisitos físicos para unidades de mampostería, perforadas o macizas de concreto; aplicando métodos de diseño de mezclas de concreto no estructural y realizando el mejor ensamble granulométrico entre las arenas y las gravas que componen la mezcla de concreto y con la ayuda de adictivos reductores de agua, es posible reemplazar hasta el 100% de agregado grueso por material reciclado, así como un porcentaje del agregado fino.

Como resultado de los diferentes controles que conllevan este tipo de prefabricados, en cada una de las etapas de producción, es posible obtener prefabricados con altos estándares tanto de calidad como de durabilidad, lo cual es comprobado mediante los ensayos de laboratorio de producto terminado, entre los que se encuentran los muestreos y ensayos de prefabricados de concreto en la NTC 4024. Estos ensayos validan el cumplimiento de las diferentes normas aplicables a cada producto adicionando la certificación de usos de material reciclado agregando una conciencia ecológica aportando a preservar el medio ambiente.

En derivación a los protocolos de desarrollo urbano sostenible recomendados por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible y teniendo en cuenta los procesos de remodelación de los andenes del centro histórico del municipio de Pasto, de las zonas comunes de las nuevas construcciones de edificios y conjuntos cerrados, algunos de los materiales propuesto para la fabricar y comercializar en la planta de aprovechamiento de RCD pueden distintos prefabricados a base de los residuos de construcción y demolición.

Los agregados de RCD para concreto deben cumplir con la Norma Técnica Colombiana NTC 174 que trata sobre las especificaciones de los agregados para el concreto. Recientemente se ha incursionado de manera formal en el uso de agregados reciclados para concretos con la aplicación específicas y novedosas, como la producción de prefabricados mampuestos no portantes.

Los requisitos que exige la norma colombiana para bloques o ladrillos (NTC4026) menciona que los requisitos de estos materiales que los componen y requisitos físicos para unidades de mampostería, perforadas o macizas de concreto; aplicando métodos de diseño de mezclas de concreto no estructural y realizando el mejor ensamble granulométrico entre las arenas y las gravas que componen la mezcla de concreto y con la ayuda de aditivos reductores de agua, es posible reemplazar hasta el 100% de agregado grueso por material reciclado, así como un porcentaje del agregado fino.

Como resultado de los diferentes controles que conllevan este tipo de prefabricados, en cada una de las etapas de producción, es posible obtener prefabricados con altos estándares tanto de calidad como de durabilidad, lo cual es comprobado mediante los ensayos de laboratorio de producto terminado, entre los que se encuentran los muestreos y ensayos de prefabricados de concreto en la NTC 4024. Estos ensayos validan el cumplimiento de las diferentes normas aplicables a cada producto adicionando la certificación de usos de material reciclado agregando una conciencia ecológica aportando a preservar el medio ambiente.

#### **4.7 ELEMENTO PREFABRICADO ENTREGABLE**

**4.7.1 Mampuesto (bloque aligerado):** Son elementos no aligerados en su masa, de concreto, prefabricados, con forma de rectángulo, cuyas bases son polígonos de forma prismática, permiten conformar una división (muros-paredes) en la espacialidad de un edificio o también la piel del mismo. Al ser un prefabricado, pueden existir varios modelos de bloque de hormigón que puedan cumplir la misma funcionalidad, pero como fabricantes y en el ámbito del mercado existen tipologías que se representa de la siguiente manera:

**4.7.2 De gafa:** Son el modelo más común, deben ser posteriormente revestidos con algún tratamiento superficial (normalmente incluidos en paramentos interiores, y enfoscados en los exteriores). También se emplean con los huecos horizontales con el fin de crear celosías que no impidan totalmente la visión o el paso del aire con el exterior.

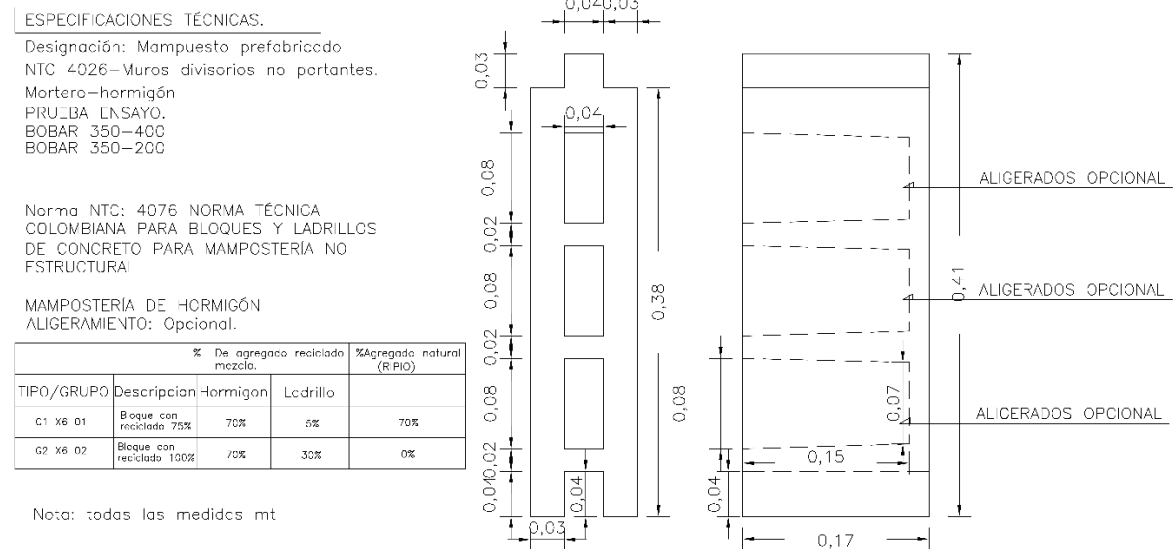
**4.7.3 Multicámara:** sus huecos internos están compartimentados. Estos bloques se utilizan en frecuentemente cuando se pretende construir una pared de una sola hoja. Las dimensiones internas aíslan el aire en distintas cámaras, por lo que aumentan el aislamiento de la pared. Son similares en concepto a los bloques de termo-arcilla.

**4.7.4 De carga:** son más macizos, y se emplean cuando el muro tiene funciones estructurales (esto es: cuando soporta el forjado superior).

**4.7.5 Armados:** diseñados como encofrado perdido de muros macizos de hormigón. Presentan rebajas interiores para apoyar la armadura de acero.

**4.7.6 Cara vista:** son bloques con al menos una de las caras especialmente preparadas para no precisar revestimiento.

**Figura 31.** Especificaciones mampuesto prefabricado.



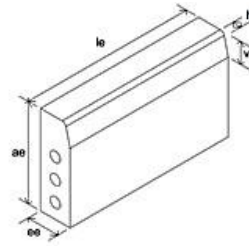
**Fuente.** Esta investigación.

## 4.8 BORDILLOS

El bordillo se lo conoce como el lugar de unión entre la zona de tránsito peatonal y la zona de tránsito vehicular, normalmente contempla un escalón ente ambas superficies con el fin de evitar que los vehículos acceden a la zona peatonal, algunas especificaciones técnicas y básicas son:



**Figura 32.** Especificaciones bordillo.

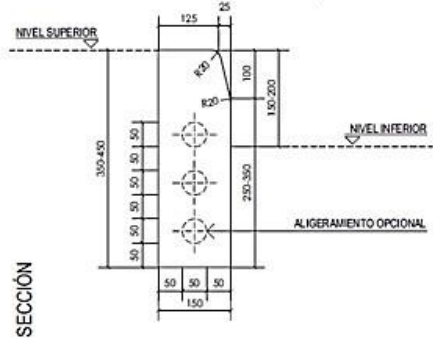


**Especificaciones Técnicas**

Designación: Bordillo Barrera Recto.  
 Serie 350 Para Pavimentos Monolíticos  
 (Concreto, asfalto)  
 BOBAR 350-800  
 BOBAR 350-400  
 BOBAR 350-200

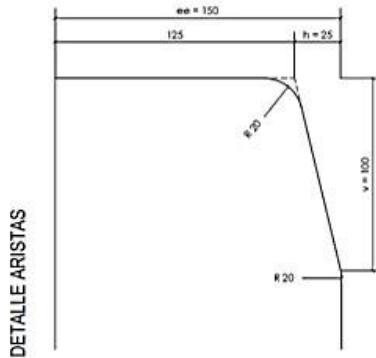
Serie 450 Para Pavimentos Segmentados  
 (Adoquines, losetas)  
 BOBAR 450-800  
 BOBAR 450-400  
 BOBAR 450-200

NORMA NTC: 4 109 - Bordillos ... de Concreto  
 ALIGERAMIENTO: Opcional



NOTA: Todas las medidas en mm.

- ln: longitud nominal.
- le: longitud estándar.
- ae: altura estándar.
- ee: espesor estándar.
- v: proyección vertical del chaflán.
- h: proyección horizontal del chaflán.



Serie 350	BOBAR 350	Perforaciones Horizontales, máx. 2				
DIMENSIÓN	ln	le	ae	ee	v	h
BOBAR 350- 800	800	790	350	150	100	25
BOBAR 350- 400	400	390	350	150	100	25
BOBAR 350- 200	200	190	350	150	100	25

Serie 450	BOBAR 450	Perforaciones Horizontales, máx. 3				
DIMENSIÓN	ln	le	ae	ee	v	h
BOBAR 450- 800	800	790	450	150	100	25
BOBAR 450- 400	400	390	450	150	100	25
BOBAR 450- 200	200	190	450	150	100	25

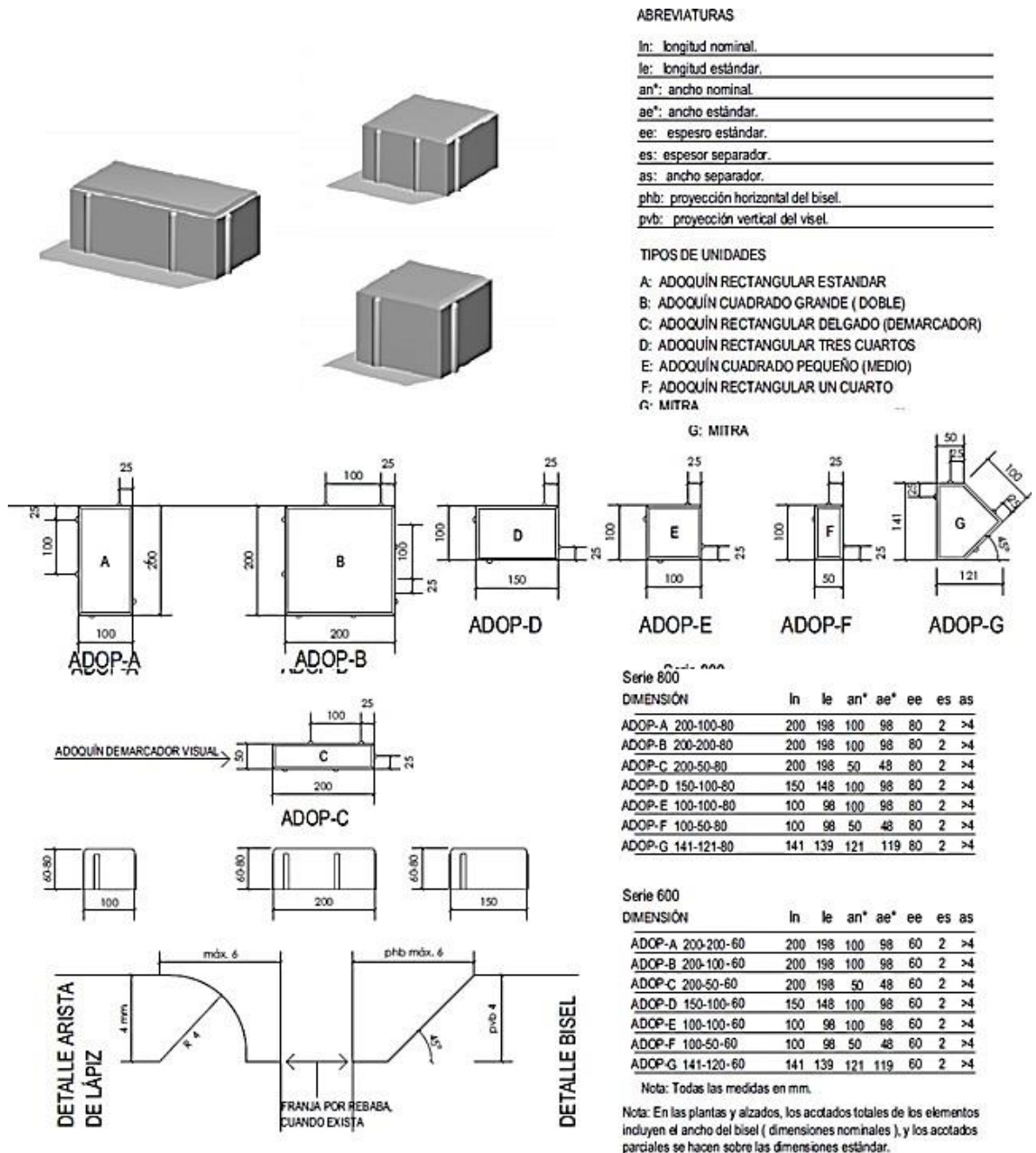
Nota: Todas las medidas en mm.

**Fuente:** MEP, Manual de espacio público. (en línea). En: google .com (Medellín) 2010 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en la dirección electrónica: [https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/astrea/docs/d\\_alcamed\\_0113\\_2017.htm](https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/astrea/docs/d_alcamed_0113_2017.htm)

**4.9 ADOQUINES**

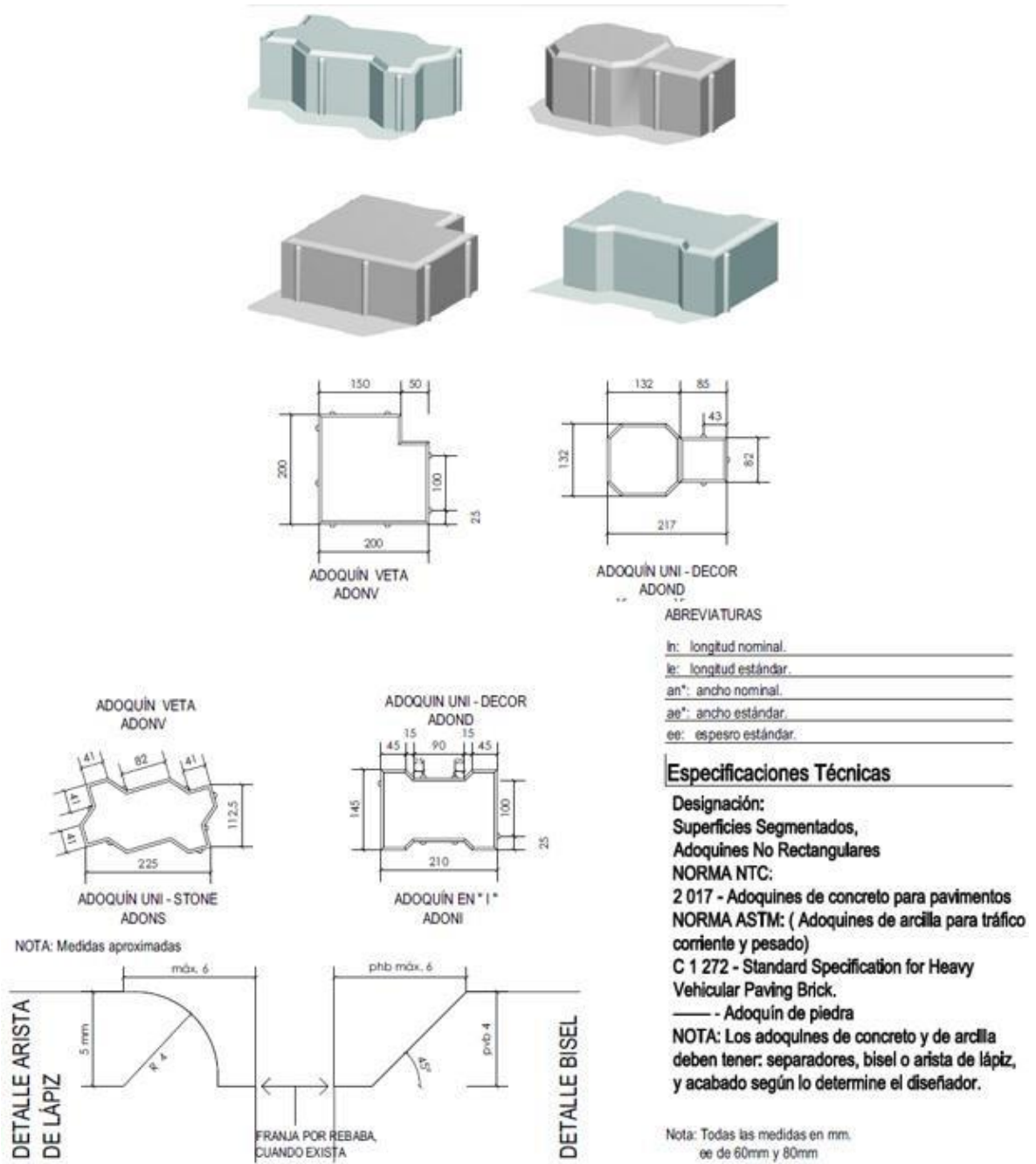
Los adoquines de concreto son los elementos superficiales de rodadura de cualquier tipo de pavimento, en su construcción son principalmente colocados sobre una copa de arena y sellados con la misma, los más utilizados son los rectangulares e irregulares, algunas superficies técnicas básicas son:

**Figura 33.** Especificaciones adoquines rectangulares.



**Fuente:** MEP, Manual de espacio público. (en línea). En: google .com (Medellín) 2010 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en la dirección electrónica: [https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/astrea/docs/d\\_alcamed\\_0113\\_2017.htm\\_](https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/astrea/docs/d_alcamed_0113_2017.htm_)

**Figura 34.** Especificaciones adoquines irregulares.



**Fuente:** MEP, Manual de espacio público. (en línea). En: google .com (Medellín) 2010 (consultada: 13, junio, 2021). Disponible en la dirección electrónica: [https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/astrea/docs/d\\_alcamed\\_0113\\_2017.htm](https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/astrea/docs/d_alcamed_0113_2017.htm)

La presente investigación experimental examino en laboratorio facilitado por el Ingeniero Juan Carlos Trujillo para comprobar el uso de los RCD para fabricar mampuestos fabricados. Esta evaluación comenzó con el análisis de las propiedades mecánicas y física de los materiales reciclados, para determinar las características finales del bloque en su presentación final.

Las propiedades de los RCD se alcanzaron a través de la implementación de las exigencias y normativas colombianas como: NTC 5758 Método de prueba estándar para densidad, densidad relativa (gravedad específica), o gravedad API del petróleo por el método del hidrómetro, NTC 174 y NTC 176; método de ensayo para determinar la densidad y la absorción de agregado grueso, además de subcapítulos como: NTC 32-1991 tamices de tejido de alambre para ensayos, NTC 77-1994, Ingeniería civil y arquitectura método para tamizado para agregados finos y gruesos, NTC 129-1995, ingeniería civil y arquitectura, practicado para la toma de muestras y agregados.

El desarrollo de la investigación experimental se realiza mediante un proceso sucesivo, que inicio en la recolección de RCD, en el recorrido que se realizó sobre la carretera que dirige a escombrera Rosapamba se recolecto unos residuos que habían sido depositados en lugares inadecuados, lo cual afecto de manera considerable el entorno, con la ayuda Carlos Obando padre del investigador, se realizó dicha recolección.

**Figura 35.** Reciduos RCD – vía Jongovito.



**Fuente:** Investigación propia.



## 5. DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS, ASÍ COMO TAMBIÉN EL COSTO DE PRODUCCIÓN DEL MAMPUESTO FABRICADO

Para la presente investigación se determina las propiedades físicas mecánicas para verificar que el nuevo elemento de mampostería no portante, además, la presente investigación se basa en la norma NTC 4026 de ingeniería civil y arquitectura, unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería no estructural interior y chapas de concreto; la norma establece requisitos para unidades de mampostería no portante, ya sean macizas o perforadas (bloques o ladrillos), de concreto, elaborada con cemento hidráulico, agua, agregados minerales y aditivos, con la inclusión o no de otros materiales que en esta caso son agregados derivados de los residuos de construcción y demolición (RCD).

Las derivaciones de la norma mencionada especifican temas de adición de materiales, resistencia a esfuerzos de compresión, adición de agua o humedad según el porcentaje de agregados para el diseño de mezcla.

### 5.1 RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE LOS RCD

La recolección del material RCD se realizó mediante el uso de maquinaria como: retro-cargador, que está a cargo Carlos Obando (padre del investigador) y volqueta como método de transporte, recopilando un total de 750 kg de hormigón y 150 kg de residuo de ladrillo que provienen de repellos o pañetes de una construcción que había sido demolida.

**Figura 36.** Residuos recolocados RCD hormigón a la izquierda y a la derecha residuo de ladrillos de arcilla.



**Fuente:** Investigación propia.

El material que se recolecto se traslada y almacena en un lugar seco y limpio donde se separa de forma manual, de tal manera que se eliminan materiales no funcionales como: hierro, tubería, conductos de PVC, cables eléctricos, sobrantes de papel, botellas plásticas, madera entre otros, es de vital importancia realizar adecuadamente el proceso de separación de material para su respectivo procesamiento.

## 5.2 TRITURACIÓN DE LOS RCD

La falta de maquinaria adecuada para la trituración de los RCD dificultó el proceso, primeramente, se realizó de forma manual un triturado con el fin de reducir las partículas de los materiales granulares, seguido de este proceso se utilizó maquinaria de construcción para obtener finalmente tamaños finos de material RCD requeridos para este tipo de proceso como primer paso; donde el hormigón debe ser menores  $<1''$  (25,4 mm) a  $3/4$  (19,05 mm). Posteriormente a ello, se ejecuta una segunda trituración con tamaños no mayores de  $3/8$  (8,51), por medio de un molino que se utiliza para hacer ladrillo artesanal con el fin de lograr un agregado fino de tamaños menores de  $3/8$  (8,51 mm) y sea similar a la arena.

**Figura 37.** Método de trituración primaria y maquinaria secundaria.



**Fuente:** Investigación propia.

**Figura 38.** Materiales de RCD triturado de hormigón y ladrillo.



**Fuente:** Investigación propia.

**Cuadro 14.** Requisitos para el contenido de humedad en las unidades de mampostería tipo 1.

<b>Contracción lineal por secado<sup>A</sup>, %</b>	<b>Condiciones de humedad máximo, como un % del valor total de la absorción de agua promedio de 3 unidades.</b>		
	<b>Condiciones de humedad en la obra o en el sitio de uso de las unidades B.</b>		
	<b>Humedad</b>	<b>Intermedia</b>	<b>Seca</b>
<b>De menos de 0,03</b>	45	40	35
<b>De 0,03 hasta menos de 0,045</b>	40	35	30
<b>De 0,045 hasta 0,065 (como máximo)</b>	35	30	25

**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 4076. (en línea). En: google.com (Bogotá D.C) 2010 (consultada: 20, septiembre, 2022). Disponible en la dirección electrónica: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://metroblock.com.co/wp-content/uploads/2019/11/bloques-estructurales-y-no-estructurales.pdf.

Según la norma con respecto a su contenido de agregados, se pueden agregar materiales finos de peso liviano, de peso normal o de ambas, por ser una mampostería no portante puede variar este tipo de contenido, de igual manera sus características pueden variar según sus rasgos particulares de apariencia, tales como la textura, el acabado, el color u otras propiedades como la clasificación por peso, una mayor resistencia a la compresión, la resistencia al fuego, y al desempeño térmico o acústico, los puede especificar el comprador por separado.

La resistencia a la compresión es un factor importante que tocar ante este tema al igual que la granulometría y el contenido de humedad en el diseño de mezcla, porque todo depende de las variables mencionadas anteriormente, si una cantidad se adicionada en porcentajes iguales a una mezcla los resultados serán favorables, que al momento de producir la unidad de mampostería cumpla con las exigencias que la norma establece, cabe resaltar que en nuevo entregable de mampostería va hacer realizado con el 100% de su porcentaje de agregados reciclables derivados de los residuos sólidos de la construcción y demolición (RCD).

La NTC especifica en una tabla el requisito que será sometido dicha unidad a un esfuerzo de compresión, según la variabilidad de la resistencia que contenga la pieza propuesta el requisito se lo determina en el siguiente cuadro:

**Cuadro 15.** Requisito de resistencia a la compresión.

<b>Resistencia a la compresión a los 28 días (Rc28) <sup>A</sup>, evaluada sobre el área neta promedio.</b>	
<b>Mínimo, MPa</b>	
<b>Promedio de 3 unidades</b>	<b>Individual</b>
6.0	5.0

**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 4076. (en línea). En: google.com (Bogotá D.C) 2010 (consultada: 20, septiembre, 2022). Disponible en la dirección electrónica: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://metroblock.com.co/wp-content/uploads/2019/11/bloques-estructurales-y-no-estructurales.pdf>.

## **5.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Para esta presente investigación por sus determinaciones de agregados derivados de los residuos de construcción y demolición (RCD), el estudio se ve en la necesidad de realizar estos laboratorios para conocer cantidades de agregados según el proceso de trituración. La calibración de las partículas en función a sus



tamices es someter el agregado en distintos pasos cuyas aberturas de las mallas depende según su calibre, donde sus características se ajustan a la norma NTC 174 200-06-21, para concretos según especificaciones de los agregados para concreto.

Para esta norma se designan el número de tamices que está en correspondencia a los calibres de la malla, medidas que se encuentran en milímetros o en micras. Se toma en consideración a favor de la presente investigación los tamices que cumpla la relación 1:2 de la abertura, los tamices que se usen frecuentemente para evitar intervalos muy grandes entre dos mallas contiguas.

**Figura 39.** Tamices de ensayo granulométrico laboratorios Juan Carlos Trujillo.



**Fuente:** Investigación propia.

### 5.3 MASA UNITARIA SUELTA Y COMPACTADA

En este caso de ensayo se determina que el contenido de humedad por la determinación de masa por unidad del volumen total de agregados finos que en este caso son los residuos de la construcción y demolición, y en este caso varía el volumen de partículas individuales y el volumen de vacíos entre partículas. El agregado que resulta de los residuos, se obtiene en un molde con capacidad adecuada en tres capas iguales, en el que se acaba de proceder a enrasar y pesar.

La norma determina que para la masa unitaria compactada se requiere de 25 golpeteos con una varilla lisa por capa, después de realiza el cálculo de la masa unitaria suelta o compactada del agregado fino (peso/volumen) y contenidos de humedad que lo especifica la norma NTC 92.

**Figura 40.** Equipo para ensayo de masa unitaria suelta y compacta de los RCD.



**Fuente:** Investigación propia.

#### 5.3.1 Granulometría

La presente investigación utiliza este ensayo de granulometría regido a las normativa colombiana NTC 174 200-06-21, para concretos según especificaciones de los agregados finos y gruesos para concreto, para los áridos provenientes de canteras según las especificaciones, en este caso son materia prima, que por consiguiente se basa en la norma según los áridos obtenidos del hormigón y restantes de la construcción que se consideran tamaños nominales máximos de 3/8 (9.50 mm) y de 2.36 mm, para áridos provenientes de los residuos arcillosos como lo es el ladrillos y tejas. El resultado que se obtiene para los RCD de hormigón y residuos de construcción están dentro de los límites establecidos normativamente. La granulometría de los RCD de hormigón cumple con las

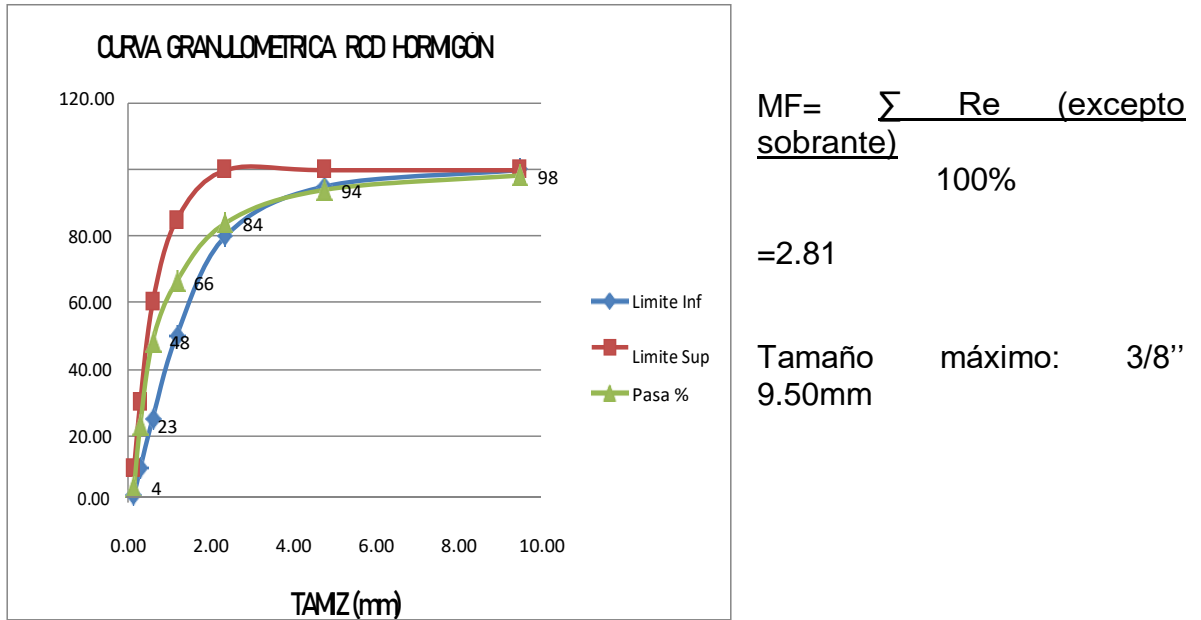
especificaciones de la norma después de a ver sido sometido a un proceso de trituración manual, lo cual muestra una mayor parte de este material reciclado con un tamaño nominal máximo de 9.50 mm.

**Cuadro 16.** Muestreo de granulometría de los residuos de hormigones y desperdicios de las construcciones.

GRANULOMETRÍA RCD HORMIGÓN		MAMPOSTERÍA FABRICADA CON LA APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CIUDAD DE PASTO: CASO DE ESTUDIO VERTEDERO ROSAPAMBA						
NORMA NTC 174 NTC 32, NTC 77, NTC 129								
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO								
mm	Tamices	Parcial (gr) PROMEDIO	Acumulado (gr)	%Retenido	%Pasa	Limites	Límite Inferior	Límite Superior
9.50	3/8"	8.00	8.00	2	98	100.00	100.00	100.00
4.75	No.4	22.00	30.00	6	94	95-100	95	100
2.36	No.8	50.00	80.00	16	84	80-100	80	100
1.18	No.16	88.00	168.00	34	66	50-85	50	85
0.60	No.30	92.00	258.00	52	48	25-60	25	60
0.30	No.50	125.00	384.00	77	23	30-10	10.00	30.00
0.15	No.100	92.00	479.00	96	4	2-10	2	10
	Bandeja	21.00	500.00	100	0			
		500.00						

**Fuente:** Investigación propia.

**Figura 41.** Curva según las características de agregados tamizados de hormigón.



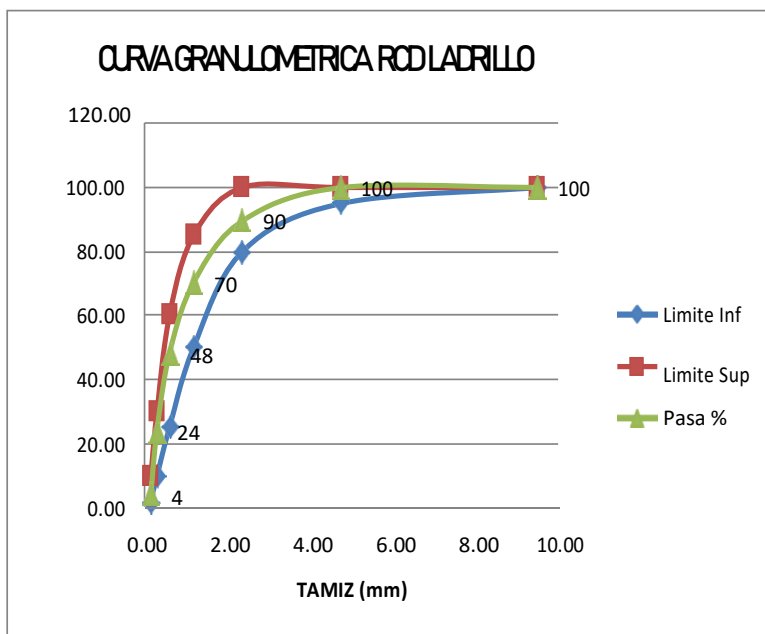
**Fuente:** Investigación propia.

Por otro lado, los residuos de ladrillo muestran una mayor cantidad de finos en su proceso de tamizado, colocándolo este agregado dentro de los límites (inferior y superior) granulométrico establecido en la norma que la presente investigación toma referencias para generar un agregado confiable para el uso del prefabricado. Por consiguiente, se resalta que la granulometría del RCD de ladrillo, ser sometido a un proceso de trituración manual y posteriormente a uno mecánico, finalmente pasa por un molino de tierra suministrado por el corregimiento de Jongovito.

**Cuadro 17.** Muestreo de Granulometría de los residuos cerámicos de ladrillo y tejas.

TIPO DE ENSAYO:		TRABAJO DE GRADO							
GRANULOMETRIA RCD DE LADRILLO y Tejas.		MAMPOSTERÍA FABRICADA CON LA APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CIUDAD DE PASTO: CASO DE ESTUDIO VERTEDERO ROSAPAMBA							
NORMA NTC 174 NTC 32, NTC 77, NTC 129									
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO									
mm	Tamices	Parcial (gr) PROMEDIO	Acumulado (gr)	%Retenido	%Pasa	Limites	Límite Inferior	Limite Superior	
9.50	3/8"	0	0.00	0	100	100.00	100.00	100.00	
4.75	No.4	0	0.00	0	94	95-100	95	100	
2.36	No.8	52.00	52.00	10	84	80-100	80	100	
1.18	No.16	92.00	158.00	34	70	50-85	50	85	
0.60	No.30	112.00	258.00	52	48	25-60	25	60	
0.30	No.50	125.00	384.00	77	23	30-10	10.00	30.00	
0.15	No.100	100.00	479.00	96	4	2-10	2	10	
	Bandeja	21.00	500.00	100	0				
		500.00							

**Fuente:** Investigación propia.



**Figura 42.** Curva según las características de agregados tamizados de ladrillo y tejas.

$$MF = \frac{\sum Re \text{ (excepto sobrante)}}{100\%}$$

=2.81

Tamaño máximo: 3/8" 9.50mm

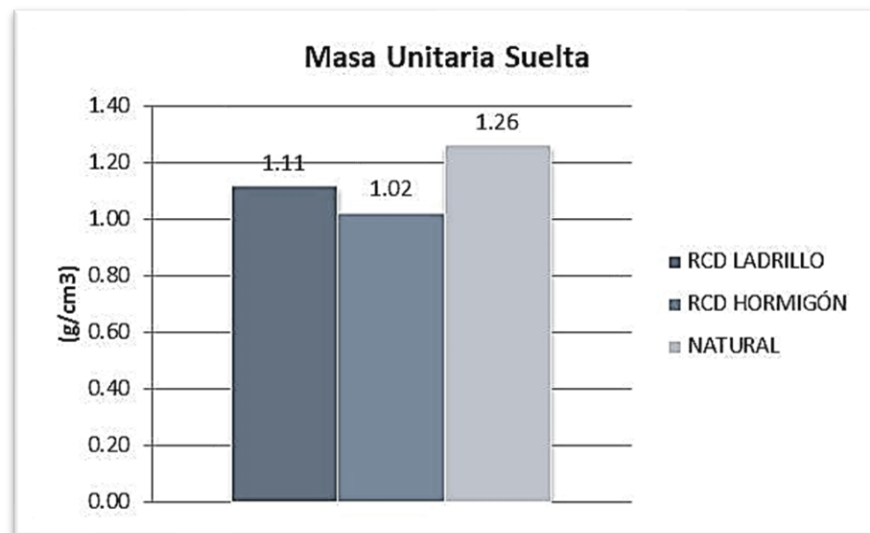
**Fuente:** Investigación propia.

### **5.3.2 Masa unitaria suelta**

La masa unitaria producida de los residuos sólidos de construcción y demolición ante los agregados naturales seleccionados, indica que estos materiales tienen un mayor contenido de vacíos en sus partículas al igual que la masa unitaria compacta, es por esto que posee un menor peso en relación entre masa y volumen, se deduce que los residuos tienen un valor menor al agregado seleccionado de canteras.

Se menciona en la presente investigación que cada uno de los residuos tienen diferentes tamaños nominales, lo que provoca un mayor contenido de vacíos, debido a la compactación o masa unida entre partículas, generando una variable entre los residuos y agregados base.

**Figura 43.** Resultado masa unitaria de los agregados.



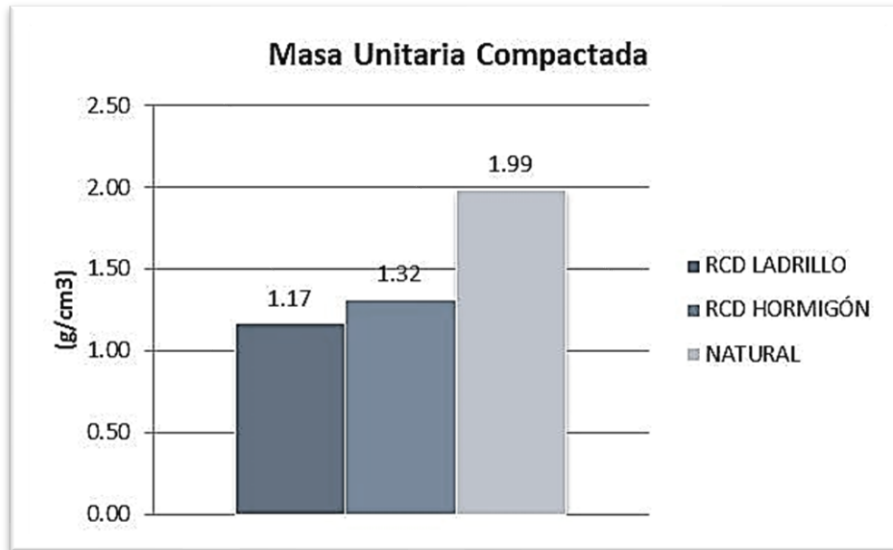
**Fuente:** Investigación propia.

### 5.3.3 Masa Unitaria Compactada

La masa unitaria suelta de los residuos sólidos de construcción y demolición ante los agregados naturales seleccionados, indica que estos materiales tienen un mayor contenido de vacíos en sus partículas al igual que la masa unitaria compacta, es por esto que posee un menor peso en relación entre masa y volumen, de lo que se deduce que resulta que los residuos tienen un valor menor a agregado seleccionado de canteras.

Se menciona en la presente investigación que cada uno de los residuos tienen diferentes tamaños nominales, lo que provoca un mayor contenido de vacíos, debido a la compactación o masa unida entre partículas, generando una variable entre los residuos derivados de los RCD a los agregados primarios.

**Figura 44.** Resultado masa unitaria compacta de los agregados.



**Fuente:** Investigación propia.

### 5.3.4 Diseño de mezcla

La presente investigación toma referencia de la *norma técnica colombiana* NTC 3356 para concretos, mortero premezclado para mampostería, ya que la norma establece requisitos que debe cumplir todo mortero premezclado, seco o húmedo, empleado en la construcción de mampostería simple o reforzada o en otros usos estructurales como es en este caso para la mezcla tipo para la realización del mampuesto prefabricado; los valores de rigen de acuerdo con el sistema internacional de unidades NTC 1000.

**Cuadro 18.** Clasificación de los morteros según sus características mecánicas y físicas.

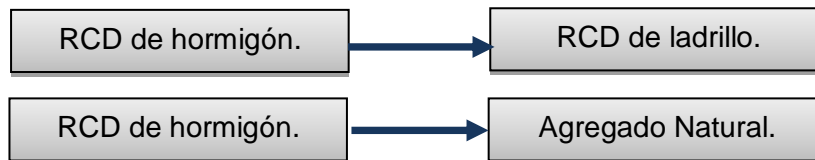
Tipo de Mortero	Resistencia a la compresión $f_{cp}$ MPA <sup>(1)</sup>	Retención mínima de agua %
M	17,5	75
S	12,5	75
N	7,5	75

**Fuente:** Norma técnica Colombia NTC. (en línea). En: google.com (Bogotá D.C) 2010 (consultada: 20, septiembre, 2022). Disponible en la dirección electrónica: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://metroblock.com.co/wp-content/uploads/2019/11/bloques-estructurales-y-no-estructurales.pdf.



A partir de la información obtenida mediante la norma, el diseño de mezcla se desarrolla en función de ensayos de densidades. Por consiguiente, se investiga agregados derivados de los residuos sólidos de la construcción y demolición, de la siguiente manera:

**Figura 45.** Diseño de mezcla.



**Fuente:** Investigación propia.

Con las siguientes proporciones de agregados que a continuación demostraremos en el Cuadro 21, donde se conseguir la máxima densidad optima aparente y los porcentajes de agregados finos para la conformación de los bloques, a partir de cada mezcla y en relación a cada densidad.

**Figura 46.** Equipo para ensayo de masa unitaria suelta y compacta de los RCD.



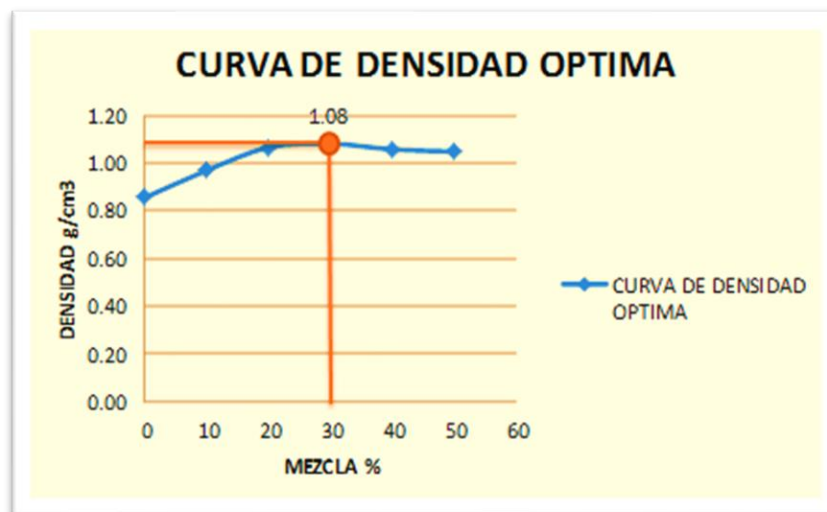
**Fuente:** Investigación propia.

**Cuadro 19.** Porcentajes densidad optima RCD hormigón vs arena.

Aplicación de residuos con distintos porcentajes de residuos vs materiales nuevos							
TIPO DE ENSAYO:		TRABAJO DE GRADO					
Densidad Optima para agregados investigación + norma		MAMPOSTERÍA FABRICADA CON LA APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CIUDAD DE PASTO: CASO DE ESTUDIO VERTEDERO ROSAPAMBA					
Masa inicial: 12700 g		volumen: 33200 cm <sup>3</sup>					
Datos y resultados del ensayo en laboratorios							
Mezcla g		Masa g		Agregado fino a añadir g	Masa Rec+Mezcla	Masa Mezcla g	Densidad Aparente g/cm <sup>3</sup>
Agregado grueso	Agregado fino	Agregado grueso	Agregado fino				
100	0	35000.00			41100	28400	0.86
90	10	35000.00	3888.90	3888.90	44900	32200	0.97
80	20	35000.00	8750.00	4861.10	48100	35400	1.07
70	30	35000.00	15000.00	6250.00	48600	35900	1.08
60	40	35000.00	23300.30	8300.30	47800	35100	1.06
50	50	35000.00	35000.00	11699.70	47500	34800	1.05
<b>Densidad Máxima</b>		1.08					
<b>Densidad Optima</b>		1.08					
<b>%A. Grueso (D. Re hormigón)</b>		70					
<b>%A. Fino (Re Arcillosos)</b>		30					

**Fuente:** Resultados de laboratorio investigación.

**Figura 47.** Curva densidad RCD hormigón vs arena.



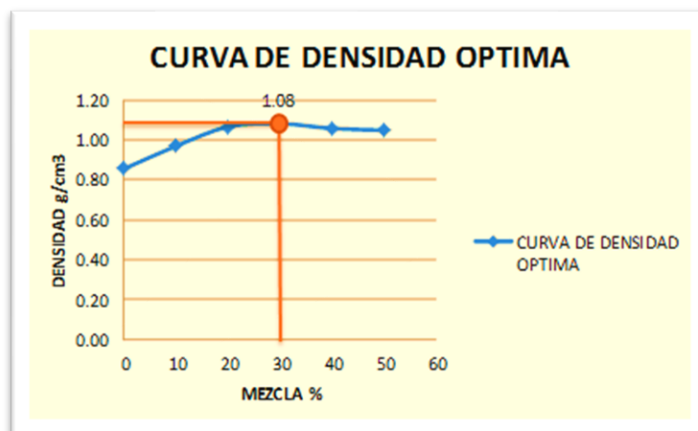
**Fuente:** Resultados de laboratorio investigación.

**Cuadro 20.** Porcentajes densidad optima RCD hormigón vs ladrillo.

Aplicación de residuos con distintos porcentajes de residuos vs materiales nuevos							
TIPO DE ENSAYO:	TRABAJO DE GRADO						
<b>Densidad Optima para agregados investigación + norma</b>	MAMPOSTERÍA FABRICADA CON LA APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CIUDAD DE PASTO: CASO DE ESTUDIO VERTEDERO ROSAPAMBA						
Masa inicial:	12700 g			volumen: 33200 cm <sup>3</sup>			
Datos y resultados del ensayo en laboratorios							
Mezcla g		Masa g		Agregado fino a añadir g	Masa Rec+Mezcla	Masa Mezcla g	Densidad Aparente g/cm <sup>3</sup>
Agregado grueso	Agregado fino	Agregado grueso	Agregado fino				
100	0	35000.00			41100	28400	0.86
90	10	35000.00	3888.90	3888.90	44900	32200	0.97
80	20	35000.00	8750.00	4861.10	48100	35400	1.06
70	30	35000.00	15000.00	6250.00	48600	35900	1.08
60	40	35000.00	23300.30	8300.30	47800	35100	1.05
50	50	35000.00	35000.00	11699.70	47500	34800	1.04
<b>Densidad Máxima</b>		1.08					
<b>Densidad Optima</b>		1.08					
<b>%A. Grueso (D. Re hormigón)</b>		70					
<b>%A. Fino (Re Arcillosos)</b>		30					

**Fuente:** Resultados de laboratorio investigación.

**Figura 48.** Curva densidad RCD hormigón vs ladrillo.



**Fuente:** Resultados de laboratorio investigación.

### 5.3.4 Tipo de mezcla

En la presente investigación se tuvo como principal objetivo los resultados obtenidos en el estado del arte mediante investigaciones exitosas en el uso de RCD mayores al 36% de residuos sólidos, junto a valores de densidad óptima encontradas en los ensayos realizados en las anteriores tablas sobre las propiedades físicas-mecánicas de los residuos sólidos de construcción y demolición. De tal forma que se propuso el uso de cantidades de residuos sólidos del 76% y 100%, fundamento en que, al usar mayores porcentajes de agregados reciclados, el costo es totalmente diferente. Atendiendo el cumplimiento de la resistencia que la norma nos establece para que el material a proponer sea utilizado en distintos campos de la construcción y su uso sea de manera eficiente.

**Cuadro 21.** Porcentajes de agregados utilizado para diseño de mezcla.

Porcentaje de agregados utilizado para el diseño de mezclas evaluadas				
TIPO	Descripción	% de agregado reciclado mezcla		% Agregado Natural (macadán)
		Hormigón	Ladrillo	
<b>AGRE. H-A</b>	Mampuesto con reciclado 75%	70%	5%	25%
<b>AGRE. H-C</b>	Mampuesto con reciclado 100%	70%	30%	0%

**Fuente:** Resultados de laboratorio investigación.

### 4.3.5 Diseño de dosificación

Según el diseño que se realiza en la presente investigación, la dosificación para los bloques de tipo **AGRE. H-A** (agregados de hormigón RCD con Arena natural) **AGRE.H-C** (Agregados de hormigón con agregados cerámicos reciclados) se realizó a los porcentajes de agregados, los mismos que se plantearon en con los diseños de mezclas para la elaboración del mampuesto. Además, se considera que, por cada material obtenido al peso específico, masa unitaria suelta, masa unitaria compactada, porcentaje de agregado y por ultimo las densidades óptimas del mismo RCD), la resistencia exigida para el elemento y relación con el agua//cemento.

A continuación, se verán tablas sobre el diseño detallado de la dosificación de materiales entre los residuos de construcción y demolición:

**Cuadro 22.** Diseño de dosificación para el bloque tipo **AGRE.H-A**

TIPO DE ENSAYO:		TRABAJO DE GRADO				
<b>Dosificación Mampuesto AGRE. H-A (Agregados de hormigón-Arena natural) 75% residuo.</b>	MAMPOSTERÍA FABRICADA CON LA APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CIUDAD DE PASTO: CASO DE ESTUDIO VERTEDERO ROSAPAMBA					
<b>DATOS Y RESULTADOS</b>						
	Dosificación	Apc	%Abs	%Humedad	M.S	% Ingreso
A. GRUESO (Residuo Horm):	1.91	-	10.18	0.61	1.02	70
A. FINO (arena natural)	2.18	-	11.03	0.91	1.48	25
Agregado fino (Ladrillo)	1.92	-	21.61	0.12	1.92	5
Mezcla	1.08					
Cemento			Resistencia Requerida (Mpa)		Relación A/C	
%Cemento	2.99		4.00		1.04	
ADITIVO+CEMENTO	0.98					

Dosificación inicial para el mampuesto prefabricado a elaborar (Kg)

A	C	A.E	A.G (Arena. Hormigón RCD)	A.F (Arena. Ladrillo)
2.07	1.48	2.64	6.15	0.12

**Fuente:** Resultados de laboratorio investigación.

**Cuadro 23.** Diseño de dosificación para el bloque tipo **AGRE.H-C**

TIPO DE ENSAYO:		TRABAJO DE GRADO				
<b>Dosificación Mampuesto AGRE.H-C (Agregados de hormigón-Res. Cerámicos) 100% residuo.</b>	MAMPOSTERÍA FABRICADA CON LA APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CIUDAD DE PASTO: CASO DE ESTUDIO VERTEDERO ROSAPAMBA					
<b>DATOS Y RESULTADOS</b>						
	Dosificación		%Abs	%Humedad	M.S	% Ingreso
A. GRUESO (Residuo Horm):	1.91	-	10.18	0.61	1.02	70
A. FINO (arena natural)	2.18	-	11.03	0.91	1.48	0
Agregado fino (Ladrillo)	1.92	-	21.61	0.12	1.92	30
Mezcla	1.08					
Cemento			Resistencia Requerida (Mpa)		Relación A/C	
%Cemento	2.99		4.00		1.04	
ADITIVO+CEMENTO	0.98					

Dosificación inicial para el mampuesto prefabricado a elaborar (Kg)

A	C	A.E	A.G (Arena. Hormigón RCD)	A.F (Arena. Ladrillo)
2.12	1.12	0.14	6.15	2.26

**Fuente:** Resultados de laboratorio investigación.

### 5.3.6 Elaboración de la mezcla

En el presente proceso se realiza una mezcla manualmente, pero en la idea de realizarlo mecánicamente para la producción en grandes porcentajes, en este caso se lo realizo manualmente con un equipo de trabajo para el premezclado. Consiguiente a este proceso, se manifiesta que se tuvo en cuenta las anteriores características de los agregados para el diseño de la dosificación entre la relación de agua/cemento para la elaboración del entregable mampuesto.

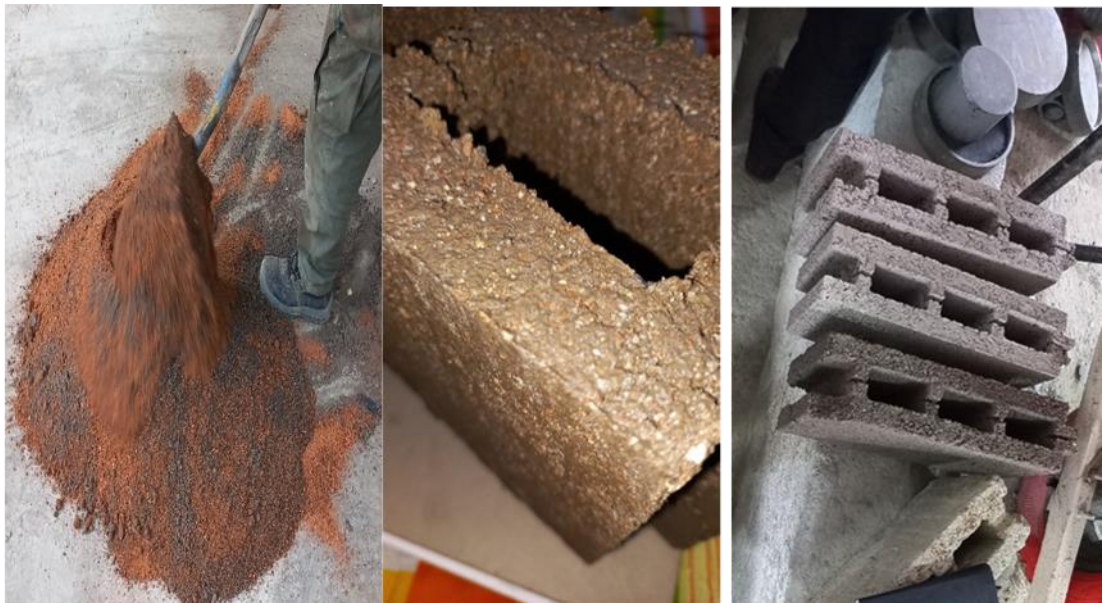


**Figura 49.** Elaboración de mezcla para mampuestos **AGRE.H.A**, (agregados de hormigón + arena natural) 76% residuos.



**Fuente:** Investigación propia.

**Figura 50.** Elaboración de Mezcla para Mampuestos **AGRE.H.C** (Agregados de Hormigón + Agregados Cerámicos) 100% residuos.



**Fuente:** Investigación propia.

### 5.3.7 Elaboración de los entregables (mampuestos tipo bloques)

Para los bloques mencionados anteriormente realizados 100% con residuos y otros con el 75% de los mismos RCD, cabe resaltar que para este proceso se lo realiza mediante una maquina vibro compactadora que se realizó en colaboración de Carlos Obando padre del investigador, lo cual se dispone una superficie plana en una cubierta lo cual la maquina reproducirá estos mampuestos en el piso.

Para el siguiente proceso se utilizo servicio de manufactura de 2 personas, como referencia se toma tablas las cantidades de los agregados para una adecuada elaboración de la mezcla en proporción de agua/cemento y de la mismas forma uniformidad de los agregados. Durante la elaboración del mampuesto se procedió a mover la mezcla para que la misma tengo homogeneidad con un contenido de humedad mínimo (casi seca), lo que prosigue al final introducir el material preparado en la máquina para finalizar realizando la pieza del mampuesto.

**Figura 51.** Elaboración de prefabricados con el 75% de RCD **AGRE.H.A.**



**Fuente:** Investigación propia.



### 5.3.8 Fraguado de los entregables (Bloque)

Finalizado el proceso de fabricación, el lugar de producción está en condiciones protegidas del ambiente exterior para su correcto secado, donde se deja reposar 14 horas.

**Figura 52.** Área de producción mampostería.



**Fuente:** Investigación propia.

### 5.3.9 Curado de mampostería

En esta etapa de la elaboración del mampuesto propuesto, consiste en adicionarle agua con un esparcidor por todas sus superficies durante 7 días, hasta alcanzar una resistencia del 60% al 65%. Durante este periodo se evitan los movimientos o algunos cambios de posición, el cuidado de la unidad de mampostería con respecto a su resistencia depende del cuidado del mismo.

**Figura 53.** Área de producción mampostería.



**Fuente:** Investigación propia.

### 5.3.10 Determinación de resistencia aplicando esfuerzos de compresión

En este proceso investigativo la resistencia es el sometimiento a esfuerzos de compresión para determinar su calidad, este tipo de determinación se lo determina a los 7, 14, 21 y 28 días de realización de la unidad de mampuesto, con relación a la carga máxima que soporta el elemento antes de romperse. Esto resulta con las fórmulas que detalla la norma NTC4076 para mampostería no estructural:

$$\text{Volúmen neto } (Vn), (\text{mm}^3) = \frac{Md}{D} = (Ms - Mi) \times 10^6$$

$$\text{Área neta promedio } (An), (\text{mm}^2) = \frac{Vn}{h}$$

**Vn:** es el volumen neto de la unidad ( $\text{mm}^3$ ).

**Md:** es la masa de la unidad seca al horno (kg).

**D:** es la densidad de la unidad seca al horno ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

**Ms:** es la masa de la unidad saturada (kg).

**Mi:** es la masa de la unidad sumergida (kg)f.

**An:** es el área neta promedio de la unidad ( $\text{mm}^2$ ).H: es la altura promedio de la unidad (mm).

A continuación, se demostrará la carga máxima que se observó en las instalaciones de laboratorios de Carlos Obando padre del investigador según el ensayo como lo muestra la siguiente imagen:

**Figura 54.** Maquina dispuesta por laboratorios Trujillo para pruebas de compresión.



**Fuente:** Resultados de laboratorio investigación.

**Figura 55.** Resultados de ensayo cargas máximas de las unidades de mampostería dispuestas en laboratorio.



**Fuente:** Resultados de laboratorio investigación.



**Figura 56.** Unidad de mampostería luego de someterse a compresión.



**Fuente:** Resultados de laboratorio investigación.

### **5.3.11 Determinación absorción de agua y densidad de las unidades**

En la presente investigación se determina la cantidad de agua que la unidad de mampostería se empapa después de haber sido sometido a una saturación durante 24 horas y posteriormente se seca al aire. A través de esto, se obtiene el porcentaje de absorción, por diferencia de masas en relación a la masa seca del bloque. Esto determina la filtración, por diferencia de masas, en relación a la masa seca del bloque. Esto determina la absorción y densidad con las fórmulas que lo estipula la norma colombiana:

### **Cálculo de absorción de agua:**

$$\text{Absorción (kg/m}^3\text{)} = \frac{M_s - M_d}{M_s - M_i} \times 1000$$

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{M_s - M_d}{M_d} \times 100$$

#### **Donde:**

**M<sub>s</sub>**: es la masa de la unidad saturada (kg).

**M<sub>i</sub>**: es la masa de la unidad sumergida (kg).

**M<sub>d</sub>**: es la masa de la unidad seca al horno (kg).

#### **Calculo de densidad:**

$$\text{Densidad (D), (kg/m}^3\text{)} = \frac{M_d}{M_s - M_i} \times 1000$$

**M<sub>s</sub>**: es la masa de la unidad saturada (kg)

**M<sub>i</sub>**: es la masa de la unidad sumergida (kg)

**M<sub>d</sub>**: es la masa de la unidad seca al horno (kg)

## **5.5 RESULTADO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACIÓN**

El resultado de la investigación ha sido de gran esfuerzo, tanto económico como de agotamiento personal, los bloques han sido realizados en base a los residuos sólidos de construcción y demolición, la búsqueda en la perfección y el cumplimiento con la norma colombiana, se han creado variedad de resultados a partir de distinto diseño de mezcla, donde han sido pruebas y ensayos para obtener con éxito el resultado a alcanzar.

## 5.6 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL BLOQUE

### 5.6.1 Análisis de la Resistencia a la Compresión

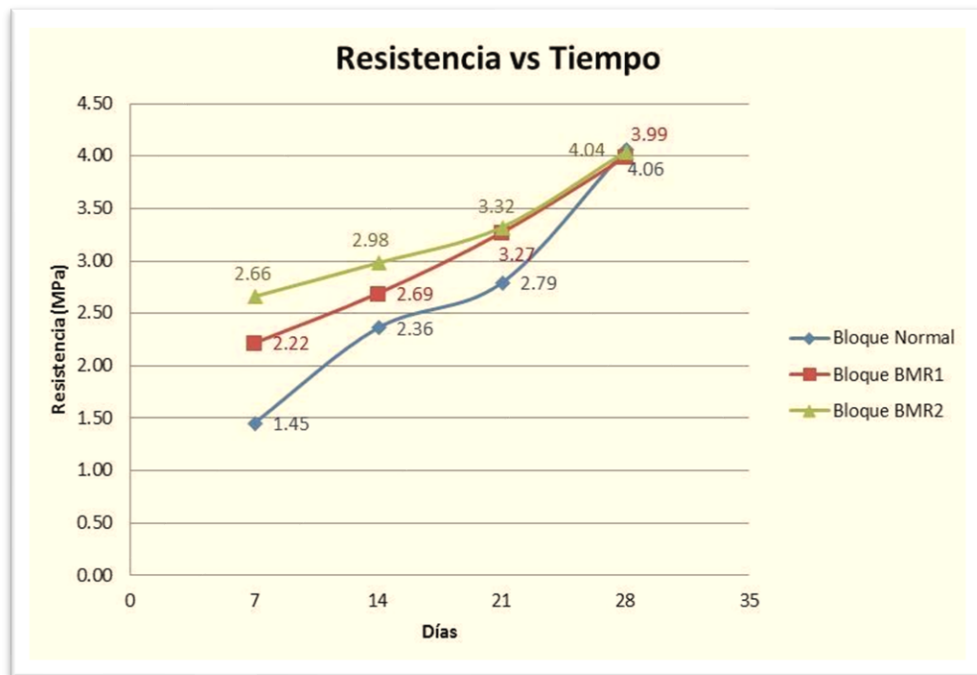
En este proceso experimental, se comprueba la resistencia a la compresión de los bloques a edades de 7, 14, 21 y 28 días que lo establece la norma, por ende, lo demostraremos en la siguiente tabla según los resultados obtenidos:

**Cuadro 24.** Resultados Resistencia a Compresión.

Días	Normal	AGRE. H. A	AGRE. H.C
7	1.45	2.22	2.66
14	2.36	2.69	2.98
21	2.79	3.27	3.32
28	4.06	3.99	4.04

**Fuente:** Resultados de laboratorio investigación.

**Figura 57.** Curva de resistencias a compresión de los bloques sometidos a laboratorio.



**Fuente:** Resultados de laboratorio investigación.

**Cuadro 25.** Resistencia mínima a la compresión en bloques de hormigón a 28

<b>Descripción</b>	<b>Resistencia neta mínima a la compresión simple (MPa)</b>		
	<b>Clase A</b>	<b>Clase B</b>	<b>Clase C</b>
<b>Promedio de 3 bloques</b>	13.8	6.0	1.7
<b>Por bloque</b>	12.4	5.0	1.4
<b>1 MPa=10,2 Kg/cm<sup>2</sup></b>			

**Fuente:** Resultados de laboratorio investigación.

## 6. COSTO DE PRODUCCIÓN DEL MAMPUESTO FABRICADO

### 6.1 ANÁLISIS DE LOS COSTOS PARA ESTA INVESTIGACIÓN

Para la presente investigación se realizó para cada caso de estudio de los dos mampuestos elaborados con distintos porcentajes de agregados de RCD, para así concluir y crear un análisis final que compare los dos casos. De igual forma se pudo determinar que el costo del bloque de mayor beneficio para el cliente.

La presente investigación realiza un análisis de costos para conocer y apreciar el valor para la venta al público. Es por esto que se identifica el valor económico de cada recurso que se ha invertido para la elaboración de la investigación al igual que a la unidad del prefabricado, por ende, se presenta un análisis que se considera favorable en los siguientes ítems:

1. Equipo y herramientas.
2. Mano de Obra.
3. Materiales.
4. Servicios básicos.
5. Personal Administrativo.

### 6.2 COSTO DIRECTO E INDIRECTO

#### 6.2.1 Costo Directo

Los siguientes costos son realizados para la realización del trabajo, como lo es el equipo o herramienta de trabajo, mano de obra, materiales y transporte.

#### 6.2.2 Equipo de Trabajo

**Cuadro 26.** Costo de equipo por unidad de mampostería.

EQUIPO	Costo Real	Depreciación 10 años	Costo Día	Numero de Bloques Diarios	Costo de Bloque
Herramientas menores 5% de MANO FACTURA					
Prensa de bloques	8'500.000	8'500.000	265.000	500	2000
Palendras	250.000	120.000	5.000	500	2000
Buggies	115.000	85.000	9.000	500	2000
Retrocargador	180.000.000	180.000.000	100.000	500	2000
Triturador tipo molino	4.000.000	4.000.000	60.000	500	2000
					2.500

**Fuente:** Investigación propia.



### 6.2.3 Mano de Obra

**Cuadro 27.** Costo de Mano de Obra por Unidad de Bloque.

Mano de Obra DESCRIPCION	Costo Mensual	Costo Hombre/Dia	Numero de Bloques Diarios	Costo Bloque
Obrero	900.000	30.000	500	0.05
				0.05

**Fuente:** Investigación propia.

### 6.2.4 Materiales

**Cuadro 28.** Costo de Materiales por Unidad de Bloque con Agregados de Hormigón + Cerámicos.

AGRE. H.C				
MATERIALES DESCRIPCION	Unidad	Precio Unitario \$	Cantidad por Bloque.	Precio por Bloque.
Residuo Hormigón Triturado	M3	0.00	600	0.00
Arena	M3	15.000	0.02	0.013
Residuo Ladrillo	M3	0.00	0.00	0.00
Cemento	Kg	33.500	1.450	0.25
Agua	M3	0.300	0.02	0.06
				1.800

**Fuente:** Investigación propia.

**Cuadro 29.** Costo de Materiales por Unidad de Bloque con Agregados de Hormigón + Arena.

AGRE. H.A				
MATERIALES DESCRIPCION	Unidad	Precio Unitario \$	Cantidad por Bloque.	Precio por Bloque.
Residuo Hormigón Triturado	M3	0.00	600	0.00
Arena	M3	15.000	0.02	0.013
Residuo Ladrillo	M3	0.00	0.00	0.00
Cemento	Kg	33.500	1.450	0.25
Agua	M3	0.300	0.02	0.06
				1.800

**Fuente:** Investigación propia.

#### 6.4.2 Costo de Venta al Publico

**Cuadro 30.** Costo por Unidad de Bloque.

COSTO DIRECTO	
EQUIPO	0.14
MANO DE OBRA	0.24
MATERIALES	0.16
TRANSPORTE	0.025
COSTO INDERECTO	
SERVICIOS BÁSICOS DE ENERGÍA Y AGUA	0.024
<b>TOTAL</b>	<b>2.500</b>

**Fuente:** Investigación propia.

## 7. CONCLUSIONES

Una vez obtenida la pieza del nuevo elemento para la construcción, los ensayos de laboratorio realizados permiten comprobar la hipótesis de investigación HI, es decir, que el porcentaje de aprovechamiento de los RCD utilizados en el diseño de un mampuesto a partir de los residuos generados en la escombrera Rosapamba es igual o superior al 90%, ya que en el proceso investigativo se obtuvo un aprovechamiento en distintos tipos de mezclas, ya que en una unidad se utilizó el 100% de residuos en sus agregados y en otro diseño de mezcla del 76% lo que nos conlleva a deducir que se está aprovechando más del 92%.

Tras los ensayos de prueba y error del nuevo elemento obtenido, se sometieron mampuestos a laboratorio para comprobar los materiales reciclados de la ciudad de Pasto, se han determinado los determinantes de laboratorio los cuales pueden identificar que la trituración de los materiales para que el agregado cumpla los requerimientos para el diseño de mezcla, por otro lado, la importancia de los laboratorios fueron de gran relevancia según los porcentajes de contenidos de humedad y absorción de los agregados, donde el agregado de RCD de ladrillo (21,61%) y el hormigón (10,18%) evidencian mayor porosidad, por lo cual sus cavidades absorben agua en mayor cantidad, mientras que los agregados naturales (2,21%) son menos porosos, en cambio, que el RCD de ladrillos sobresale como el material de mayor tendencia de absorción por ser cerámico.

Tras luego de varios ensayos y pruebas, el sometimiento a compresión del nuevo prefabricado en base de los residuos de construcción y demolición RCD, se identifica que pueden cumplir con las normas colombianas NTC 4076, capítulo D de la NSR10 (norma sísmo-resistente colombiana) por ello, el bloque con mayor contenido de residuo 100% es el mejor, caracterizado con una resistencia a compresión de 4.04 MPa, superior a lo que requerido en la norma (4.0 MPa); y con un porcentaje de absorción de 23.53 kg/m<sup>3</sup>, que es menor al porcentaje máximo en la norma.

Emplear el RCD en elementos prefabricados reduce el impacto ambiental de lo que hablaba anteriormente, lo cual es causado por la eliminación de residuos de construcción en botaderos. Al utilizarlos, también se favorece la conservación del medio ambiente, a la vez que se incentiva una sociedad con una visión sostenible.

## 8. RECOMENDACIONES

Al finalizar la presente investigación se sugiere:

Continuar realizar investigaciones sobre los RCD para que un mejor aprovechamiento de estos residuos, para que estos puedan ser reinsertados en la industria de la construcción en nuevos elementos constructivos, y generar otras investigaciones que aporte conocimiento a las ladrilleras artesanales cambien su método de producción de ladrillo en el corregimiento de Jongovito.

Además, se desea ampliar la investigación para que los estos puedan realizarse y ser utilizados las obras de construcción y porque no. La realización de otros materiales. Además, se debe considerar que todos los parámetros necesarios para volver utilizar los residuos sólidos de construcción y demolición, bajando el consumo excesivo de materiales nuevos de canteras.

se debe aclarar la recomendación sobre las normativas son fundamentos claves para la determinación del hogar donde a partir de una certificación de la misma se impulsar microempresas para que el aprovechamiento de RCD como una política de gestión integral involucrada en la ciudad de Pasto

Además, las normativas deben ser creadas para mejorar su clasificación de los RCD como materiales primos factibles para su uso en las construcciones, puesto que son necesarias para garantizar su manejo óptimo en nuestro país y tenga una certificación de un plan de mejoramiento para la clasificación de los mismos.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

ALARCÓN, W., CEVERICHE, J., FIGUEROA, Y., GÓMEZ, F., OROZCO, C., RICO, K., PINTO, N., ZAMBRANO, V. Y ELORZA, Y. Guía ambiental para la elaboración del plan de gestión integral de residuos de construcción y demolición - RCD en la obra, Publicación electrónica Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia, [En línea], Bogotá; (consultada: 15, noviembre, 2021). Disponible en: [https://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](https://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).

ALCALDÍA DE MEDELLÍN, Astrea - Biblioteca Jurídica Virtual del Municipio de Medellín. MEP Manual de espacio público de Medellín. (en línea). En: medellin.gov.co. Publicación electrónica portal Alcaldía de Medellín, [En línea], Medellín; (consultada: 20, noviembre, 2021). Disponible en: [https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/astrea/docs/d\\_alcamed\\_0113\\_2017.htm](https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/astrea/docs/d_alcamed_0113_2017.htm)

ALCALDÍA MUNICIPAL DE PASTO, Administrado por Alcaldía de Pasto. Información general Alcaldía de Pasto. Publicación electrónica Actualización del plan de gestión integral de residuos sólidos del Municipio de Pasto, [En línea], Pasto; (consultada: 20, noviembre, 2021). Disponible en: [https://www.pasto.gov.co/index.php/component/phocadownload/category/135-planes-ambientales?download=14838:actualizacion plan de gestion integral de residuos solidos](https://www.pasto.gov.co/index.php/component/phocadownload/category/135-planes-ambientales?download=14838:actualizacion%20plan%20de%20gestion%20integral%20de%20residuos%20solidos)

BOTASSO, H.Y FESEL, E. Proyecto para el uso sistemático de residuos de construcción, demolición y procesos industriales, [En línea], Argentina; (consultada: 20, noviembre, 2021). Disponible en: [tudylib.es/doc/1177438/proyecto-para-el-uso-sistem-tico-de-residuos-de-construcc](http://tudylib.es/doc/1177438/proyecto-para-el-uso-sistem-tico-de-residuos-de-construcc).

BUSTOS, P., ALBEIRO, C., PUMAREJO, F., RONDÓN, H. Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión, [En línea], Barranquilla; (consultada: 20, noviembre, 2021). Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/852/85252030015.pdf>

CASTAÑO, D., RODRÍGUEZ, C., LASSO, A., CABRERA, E. Y OCAMPO, S. Residuos de construcción y demolición, [En línea], España (consultada: 28, noviembre, 2021). Disponible en: [http://www.cedexmateriales.es/upload/docs/es\\_RESIDUOSDECONSTRUCCION\\_Y\\_DEMOLICIONNOV2014.pdf](http://www.cedexmateriales.es/upload/docs/es_RESIDUOSDECONSTRUCCION_Y_DEMOLICIONNOV2014.pdf)

VACA, H Y TORRES, E. Diseño de un Sistema de Gestión para el Departamento de Desechos Sólidos del Ilustre, [En línea], Municipio de Riobamba Ecuador;

(consultada: 28, noviembre, 2021). Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1428>.

DIN, G. Decreto 586 de 2015 por medio el cual se adopta el modelo de eficiencia y sostenible de gestión de los residuos de construcción y demolición-RCD [En línea], Bogotá; (consultada: 28, noviembre, 2021), Disponible en: <https://www.educacionbogota.edu.co/>

Domínguez, J., Martínez, Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas, [En línea], México; (consultada: 10, noviembre, 2021), Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46711305.pdf>

GÓMEZ, A., Y VÁZQUEZ, S, Cualidades físicas y Mecánicas de los agregados reciclados de concreto. Aplicación en concretos [En línea], desconocido, (consultada: 10, noviembre, 2021), Disponible en electrónica: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/2270/ARTICULO%20concreto%20y%20tecnolog%C3%ADa.pdf>

MACHADO, C, Lineamientos de gestión ambiental urbana para la reutilización de materiales de construcción y demolición (RCD) en proyectos de infraestructura, [En línea], Bogotá; (consultada: 18, noviembre, 2021), Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/483>

BRAVO, A., BRAVO, I., MESA, J., RAMÍREZ, A, Mechanical Properties of Concrete Using Recycled Aggregates Obtained from Old Paving Stones, [En línea], Bogotá; (consultada: 2, noviembre, 2021), Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/483>

SUÁREZ, S., BETANCOURT, C., MOLINA, J., MAHECHA, L. La gestión de los residuos de construcción y demolición en Villavicencio: estado actual, barreras e instrumentos de gestión [En línea], Villavicencio; (consultada: 8, noviembre, 2021). Disponible en la dirección electrónica: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/entramado/article/view/5408>

SANTOS, D., MONERCILLO, B., GARCÍA, A, Gestión de residuos en las obras de construcción y demolición, [En línea], España; (consultada: 8, noviembre, 2021). Disponible en: <https://libreria.fundacionlaboral.org/ExtPublicaciones/GestionResiduos2.pdf>

SOLUTOS, T., MILLAR, D., En: [libreria.fundacionlaboral.org](http://libreria.fundacionlaboral.org) 4. Residuos de Construcción y Demolición (RCD) [En línea], Cataluña; (consultada: 11, noviembre, 2021). Disponible en: [https://www.tenerife.es/planes/PTEOResiduos/adjuntos/Anexo01\\_Info04.pdf](https://www.tenerife.es/planes/PTEOResiduos/adjuntos/Anexo01_Info04.pdf)

VELASCO, L. [repositorio.utp.edu.co](http://repositorio.utp.edu.co) formulación de una propuesta de gestión ambiental para la recuperación y reciclaje de materiales de construcción y

demolición. [En línea], Pereira; (consultada: 11, noviembre, 2021). Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/items/0a41de19-9563-4853-a331-ad81b13b5bad>.

VENTÉRE, p. [www.annales.org](http://www.annales.org) l'éco-conception : une démarche préventive (allemagne) 2000 [En línea], <https://repositorio.utp.edu.co/items/0a41de19-9563-4853-a331-ad81b13b5bad>

VELIZ, J. Repository.unimilitar.edu.co reutilización de residuos de construcción y demolición (rcd) en la industria de la construcción, [En línea], Bogotá (consultada: 11, noviembre, 2021), Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36112/SanchezPachecoNickBrian2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

CORPONARIÑO. Resolución 909 de 2008 del ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, [En línea], Colombia; [consultada: 11, noviembre, 2021]. Disponible en: <http://corponarino.gov.co/notificaciones/resoluciones/>

CORPONARIÑO. Por lo cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles y contaminantes a la atmosfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones, [En línea], Colombia; [Citado Jul-2-2020]. Disponible en: <http://corponarino.gov.co/expedientes/juridica/2008resolucion909.pdf>

#### **INVESTIGACION PROPIA Y VISITA A JONGOVITO:**

OBANDO, CRISTIAN. Visita al sector de jongovito con la intención de conocer su proceso de fabricación del ladrillo, [En línea], Colombia; [consultada: 11, noviembre, 2021]. Disponible en: <https://prezi.com/6djeg-xl4znh/edit/#0>

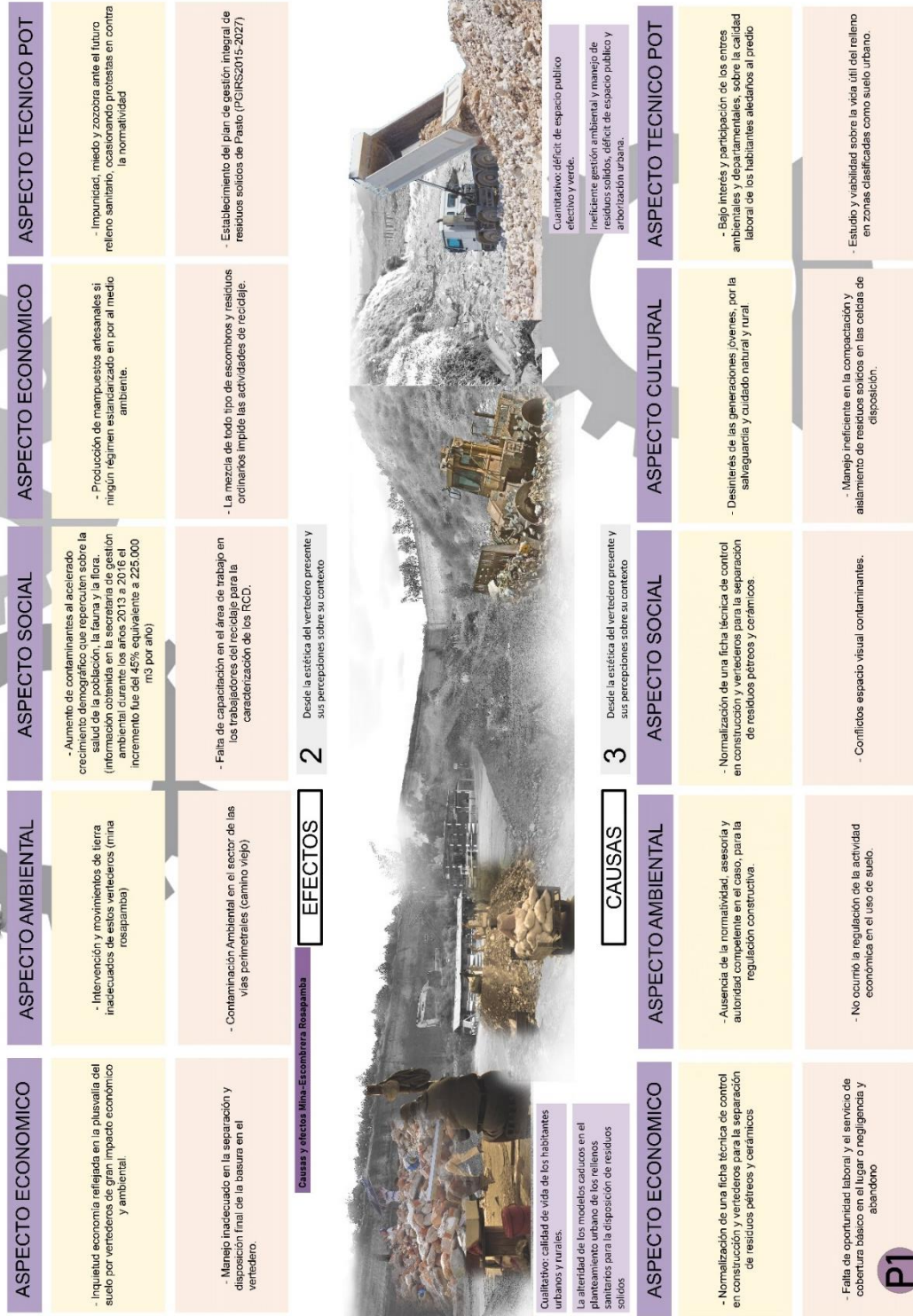
#### **REVISTAS CIENTIFICAS EN BASES DE DATOS:**

HOLMBERG, AUGUSTO. Grandes ventajas para los proyectos, [En línea], Santiago de Chile; [Citado Ago-16-2020]. Disponible en: <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=3133&ni=prefabricados-de-hormigon-grandes-ventajas-para-los-proyectos>

MARTÍNEZ, MARÍA DEL CARMEN. ELEMENTOS PREFABRICADOS EN CONCRETO, [En línea], Ciudad de México D.F; [Citado Ago-16-2020]. Disponible en: <http://www.revistacyt.com.mx/index.php/contenido/posibilidades-del-concreto/749-elementos-prefabricados-de-concreto>







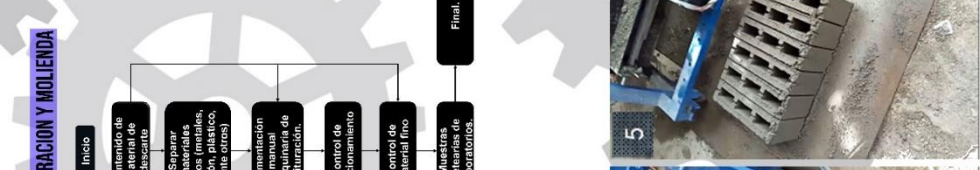
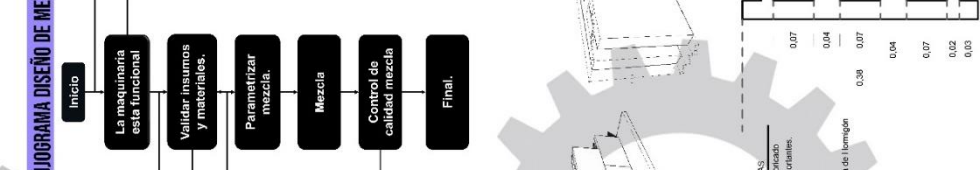
Causas y efectos Mina-Escombrera Rosapamba

Cualitativo: calidad de vida de los habitantes urbanos y rurales.  
La alteridad de los modelos caducos en el planteamiento urbano de los rellenos sanitarios para la disposición de residuos sólidos

Cuantitativo: déficit de espacio público efectivo y verde.  
Ineficiente gestión ambiental y manejo de residuos sólidos, déficit de espacio público y arborización urbana.

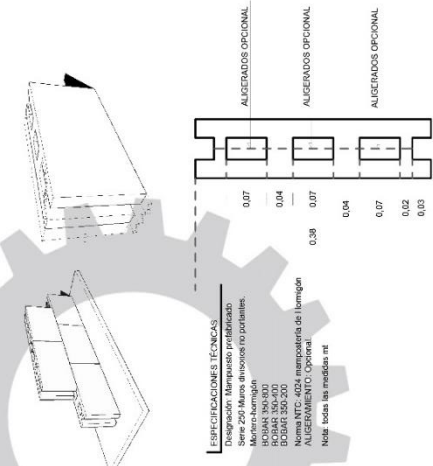






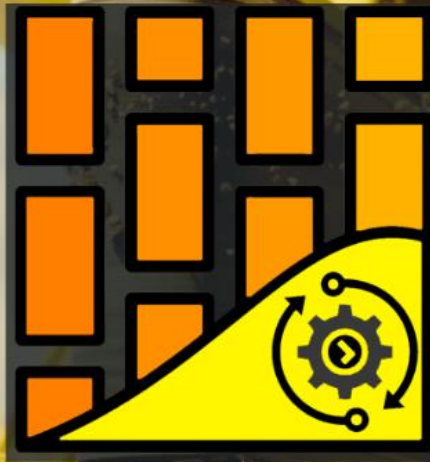
3.4

5.4



MAMPUUESTO PREFABRICADO.

P2



**MAMPOSTERÍA FABRICADA  
CON LA APLICACIÓN DEL USO  
DE RESIDUOS DE LA  
CONSTRUCCIÓN Y  
DEMOLICIÓN EN LA CIUDAD  
DE PASTO: CASO DE ESTUDIO  
VERTEDERO ROSAPAMBA**

**ESTUDIANTE: CRISTHIAN DAVID OBANDO  
TULCÁN**



## OBJETIVO

### GENERAL

EMPLLEAR RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD PETREOS Y CERAMICOS) DE LA CIUDAD DE PASTO PARA LA ELABORACIÓN DE UN NUEVO FABRICADO, COMO UNA ALTERNATIVA VIABLE Y SUSTENTABLE PARA EL DESARROLLO DE LA CONSTRUCCIÓN.

CERO DESPERDICIOS EN LA ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN: REPENSAR, REDUCIR, REUTILIZAR Y RECICLAR.



MÁS INFORMACIÓN, DESCARGUE

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

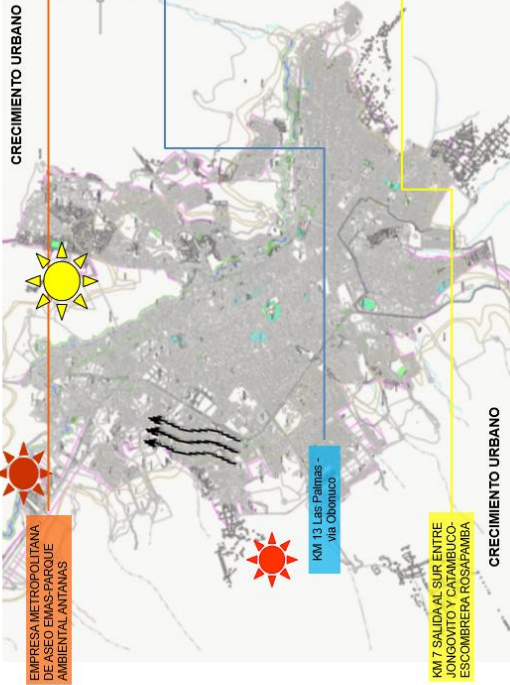
- CARACTERIZAR LA CAPACIDAD Y LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) QUE RECIBE EL VERTEDERO ROSAPAMBA, UBICADO EN EL KILÓMETRO 7 VÍA CATAMBUCO - JONGOVITO, Y LAS DIMENSIONES DEL LOTE PARA ESTE PROPOSITO.
- EFECTUAR UNA REVISIÓN A TRES ESCALAS (MACRO, MESO, MICRO) DE LITERATURA SOBRE EXPERIENCIAS EN EL USO DE LOS RCD PARA LA FABRICACIÓN DE MAMPUESTOS.
- DISEÑAR UN PROTOTIPO DE MAMPUESTO TRANSFORMADOR PARA LA APLICACIÓN DE MUROS DIVISORIOS NO PORTANTES EN LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS, CON MATERIALES RECICLADOS PETREOS Y CERÁMICOS.
- DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS, ASÍ COMO TAMBIÉN EL COSTO DE PRODUCCIÓN DEL MAMPUESTO FABRICADO.





# MAMPOSTERIA PREFABRICADA CON RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION. RCD.

COLOMBIA NARIÑO SAN JUAN DE PASTO



## DATOS GENERALES

**POBLACION:**  
 Censo zona urbana 2020 452.589 habitantes (84%)  
 Censo zona rural 2017 74.310 habitantes (16%)  
**TOTAL: 450.645 habitantes**

**PROYECCION 2020**  
 Zona Urbana 4.242 habitantes (85%)  
 Zona Rural 73.725 habitantes (16%)  
**TOTAL: 464.967**

**PROYECCION 2040**  
 Zona Urbana 485.871 habitantes (86%)  
 Zona Rural 79.096 habitantes (14%)  
**TOTAL: 564.967**

**ECONOMIA:**  
 INDUSTRIA 11,1%  
 COMERCIO 60%  
 SERVICIOS 28,9%

**CLIMA:**  
 Altitud: 2.527 msnm  
 Temperatura: 13,8 ° C  
 Precipitacion: 800 mm  
 Humedad: 60% a 88%

**CULTURA:**  
 Festividades  
 Religioso  
 Histórico

	PROPIETARIO	CELULAR	DIRECCION	NOMBRE DEL SITIO RCD	INICIA	TERMINA	ESTADO
PASTO	Oscar Santander	3225868380	Las Palmas-Obonuco	Escombrera Santander	21/07/2020	21/07/2021	AUTORIZADA
PASTO	Empresa metropolitana de aseo Emias Pasto Julio Cesar Delgado Erazo.	3177005613	Km 13 via Buesaco	Parque Ambiental Antanas	25/09/2020	25/09/2021	AUTORIZADA
PASTO		3105149528	Km7 salida al sur- Catambuco	Escombrera Rosapamba	19/11/2019	19/11/2020	AUTORIZADA





## MAMPOSTERÍA PREFABRICADA CON RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN. RCD.

**REALIZAR EL DIAGNÓSTICO DE LOS VERTEDEROS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CIUDAD DE PASTO.**  
PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO.

Los vertederos en vigencia 2009 la corporación autónoma Regional de Nariño expidió la resolución 0816 de 2009 por medio de la cual estableció los términos de referencia para el funcionamiento de escombreras, para un buen funcionamiento de sitios de disposición final de carácter privado en puntos estratégicos de la ciudad para disminuir distancia y facilitar el acceso a conductores y generadores de RCD a sitios autorizados.

**LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN NO AUTORIZADOS E ILEGALES CON CAPACIDAD SUPERIOR A LOS 20.000 M3 DURANTE LOS 7 AÑOS:**

ESCOMBRERA ILEGAL	LOCALIZACIÓN
Escombrera doce de octubre	Barrio doce de octubre
Escombrera Toro Alto	Torobajo
Escombrera Km 6 salida Norte	Km6 Salida al Norte
Escombrera Río Blanco	Sector Chachatoy
Escombrera Km 9 salida Norte	Km 14 Corregimiento Morasurco
Escombrera Morasurco	K8 Salida al Norte
Escombrera Jongovito	Corregimiento Jongovito

Fuente: Alcaldía de Pasto-Secretaría de Gestión Ambiental(2020)

A partir del 01 de enero de 2018 y cumplimiento de lo establecido en la resolución 0472 de 2017, la competencia de la autorización de sitios de disposición final RCD la asumió corporativo y de acuerdo a la información brindada en la actualidad, los sitios finales vigentes autorizados hoy en día son:

PASTO	PROPIETARIO	CELULAR	DIRECCIÓN	NOMBRE DEL SITIO RCD	INICIA	TERMINA	ESTADO
	Oscar Santander	3225868380	Las Palmas-Otonuco.	Escombrera Santander-capacidad 80.000 m3	21/07/2020	21/07/2021	AUTORIZADA
	Empresa metropolitana de aseo Emas Pasto	3177005613	KM 13 vía Buesaco	Parque Ambiental Antanas-capacidad 60.000 m3	25/09/2020	25/09/2021	AUTORIZADA
	Julio Cesar Delgado Erazo.	3105149528	Km7 salida al sur-Catambuco	Escombrera Rosapamba-capacidad 2.000.000 m3	19/11/2019	18/11/2020	AUTORIZADA

**LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL QUE FUNCIONARON Y FUERON AUTORIZADOS POR LA ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL, DURANTE EL 2010 Y 2017:**

ESCOMBRERA	RESPONSABLE	LOCALIZACIÓN
Santander	Alvaro Mauricio Santander	Las Palmas
San Sebastián Antanas	Alfredo Hinietosa Emas Pasto S.A.E.S.P	Briceño Km 13 vía Buesaco
El Carmelo	Alfredo Gavilanes	El Rosario Mocondino
San Antonio	Sara María Pasantes Bonilla	San Antonio de Mapachico
Portilla	Humberto Portilla	Briceño
San Javier	Javier Acer시오 Daza	Vuelta Larga Mapachico

Fuente: Alcaldía de Pasto-Secretaría de Gestión Ambiental(2020)

Por cumplir su capacidad, incumplimiento del plan de manejo ambiental y o decisión del propietario, los sitios de disposición final San Javier, Portilla, San Antonio, El Carmelo, San Sebastián cerraron su funcionamiento al terminar la vigencia 2017

**DATOS GENERALES**  
ZODIME: Concesionario vial del sur.N.D la Meced de Aranda  
ZOME: exclusivo para desalojo de tierra de la construcción vial del Sur en la obra doble calzada Rumichaca-Catambuco.

De acuerdo a la información suministrada por la secretaria de gestión ambiental del municipio de Pasto, en los últimos años se ha estimado la generación de residuos de construcción y demolición en alrededor de 180.000 m3/año promedio segundo corporativo. Con base en el seguimiento realizado en los últimos años, los sitios de disposición ilegal y la recolección de material en puntos críticos.

Durante los años 2015 y 2016 correspondió al proceso de demolición de viviendas sobre la carrera 27 para la implementación del sistema estratégico de movilidad en el municipio de Pasto, el auge de la construcción de manera vertical por la densificación de la ciudad, los procesos de renovación urbana y el plan maestro de acueducto y alcantarillado; durante los años 2017, 2018, 2019 se presentó un proceso de desaceleración en la construcción del 10% para Pasto, de acuerdo al análisis económico de Camacol 2020.

## CARACTERIZACION DE LOS RCD. RESIDUOS SOLIDOS DE LA CONSTRUCCION Y DEMOLICION.

CATEGORIA	GRUPO	CLASE	COMPONENTES
RCD APROVECHABLES	I. RESIDUOS MEZCLADOS	Residuos ptreos	Concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero y materiales no pasantes
	II. Residuos de material fino	Residuos finos cerámicos	Arcilla, limos y residuos inertes que sobrepasan el tamiz #200
		Residuos finos expansivos.	Arcillas y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasan el tamiz #200
	III. Otros residuos.	Residuos no pretreos.	Plásticos, PVC, maderas, papel, siliconas, vidrios, cauchos.
		Residuos de carácter metálico.	Acero, hierro, cobre, aluminio.
		Residuos orgánicos.	Residuos de tierra negra.
	IV. Residuos peligrosos	Residuos orgánicos vegetales	Residuos vegetales y otras especies bióticas.
Residuos corrosivos, reactivos, radioactivos, explosivos, tóxicos y patógenos.		Desechos de productos químicos, emulsiones, alquitran, pinturas, disolventes orgánicos, aceites, resinas, plastificantes, tintas, betunes.	
RCD NO APROVECHABLES	V. Residuos especiales.	No definida	Poliestireno, Isopor, cartón, yeso (drywall)
	VI. Residuos contaminados con otros residuos	Residuos contaminados con grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos peligrosos.	Materias pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos peligrosos.
		No definida	Residuos contaminados con otros residuos que hayan perdido las características propias de su aprovechamiento
Otros	VII. Otros residuos.	No definida	Residuos que por requisitos técnicos no es permitido su reuso en obras.

Fuente: Universidad del Norte-Barranquilla

**EN EL MUNICIPIO DE PASTO, LA FUNDACION HUMANO AMBIENTAL para el desarrollo sostenible FUNDESO realiza un estudio en la evaluación de alternativas organizacionales para la operación del sistema integral de escombros.**

**Efectuar la clasificación de los residuos sólidos de la construcción y demolición que se generan en la ciudad de Pasto. SEGUNDO OBJETIVO ESPECIFICO.**

Existen tres etapas del proceso constructivo: demolición, excavación y construcción (Alarcón et. Al, 2014), en la demolición se derriban o deshacen las estructuras existentes, en la excavación se realiza la remoción del suelo o de las estructuras de vía, y la construcción esta relacionada con el montaje de estructuras que involucran el manejo en grandes volúmenes de concreto (edificaciones, pontones, puentes, pavimentos rígidos, entre otros) (Bermejo, 2016).

Con proceso en la investigación, los escombros se pueden reciclar de una forma en particular, el aprovechamiento de los residuos en la obra o el reciclaje en el sitio generador y los productos se pueden agrupar así:

**GRUPO 1:** Materiales compuestos de cemento, cal, arena y piedra: hormigón, argamassas, bloques de concreto.

**GRUPO 2:** materiales cerámicos: tejas, tubos, ladrillos, baldosas.

**GRUPO 3:** Escombros no reciclables para agregado de construcción, compuesto por materiales como: tierra, yeso, metal, madera, papel, plástico, materia orgánica y vidrio.

### DATOS GENERALES

Según la resolución 472 de 2017, los residuos de construcción y demolición (RCD), susceptibles de aprovechamiento.

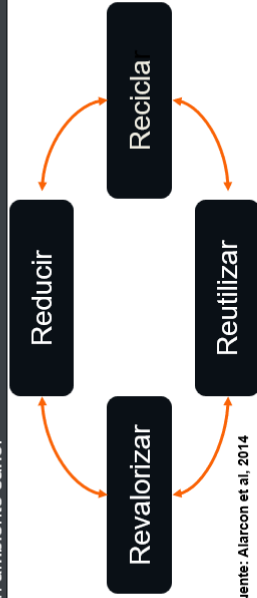
Los RCD se agrupan en residuos de demoliciones y residuos de excavaciones: material compuesto por suelo de tipo orgánico e inorgánico; escombros de construcción de estructuras, obra negra y acabados; residuos ordinarios y escombros de remodelación o adecuación: tejas, baldosín, ladrillos.

- Los productos de excavación y sobrantes de la adecuación de terreno: coberturas vegetales, tierras, limos y materiales pétreos productos de la excavación, entre otros.
- Productos de cimentaciones y pilotajes: arcillas, bentonitas y demás.
- Pétreos: hormigón, arenas, gravas, gravillas, cantos, pétreos asfálticos, troncos de ladrillos y bloques, cerámicas, sobrantes de mezcla de cementos y concretos hidráulicos, entre otros.



## NORMATIZACIÓN DE VERTEDEROS RCD

El orden jerárquico para la gestión eficiente de RCD es: reducción, reutilización, reciclado y otras formas de revalorización, para efectos de aumentar la calidad de vida de la población y velar por un ambiente sano.



Fuente: Alarcon et al, 2014

Los residuos sólidos de la construcción y demolición son materiales con un alto grado de ser reutilizados debido a sus composición de materiales, en aquellos lugares donde no se realizan separaciones de RCD se desaprovechan materias primas, que, con un adecuado tratamiento, podrían ser reciclados o reutilizados.

En Colombia a partir del 2010 surgió la producción de nuevos materiales de construcción producidos a partir del reciclaje de los RCD para la entrega a obras civiles, públicas y privadas, y con

ESCOMBRERA	RESPONSABLE	LOCALIZACIÓN
Santander	Álvaro Mauricio Santander	Las Palmas
San Sebastián	Alfredo Hinestroza	Briceño
Antanas	Emas Pasto S.A.E.S.P	KM 13 Via Buesaco
El carmelo	Alfredo Gavilanes	El rosario Mocondino
San Antonio	Sara Maria Pesantes	San Antonio de Mapachico
Portilla	Humberto Portilla	Briseño
San Javier	Javier Acersio Daza	Vuelta larga Mapachico

Vertederos que fueron autorizados administración Municipal 2010 7 2017. FUENTE: alcaldía de Pasto-secretaría de gestión ambiental (2020)

Como Una Materia Prima.  
DOCENTES: ARG ALDO CERON  
ARG EMILIO BELSGADO

CRISTIAN DAVID OBANDO TULCAN.  
MAESTRO EN INGENIERIA CIVIL Y OBRAS DE CONSTRUCCION DEBELLAS ARTES

Tabla 1. Caracterización construcciones viejas:

MATERIAL	PORCENTAJE (%)
Tierra.	69
Madera.	16,5
Piedras mayores a 4 pulgadas.	4,8
Vidrio.	1,25
Teja de barro o arcilla.	4,75
Asbesto cemento.	0,25
Cobre.	0,125
Accesorios eléctricos.	0,3
Ladrillo cuadrilongo	3

Fuente: Fadheso (2010)

Tabla 2. Caracterización construcciones modernas:

MATERIAL	PORCENTAJE (%)
Agregado grueso de la estructura.	51,2
Agregado fino	3,8
Arena	25,4
Hierro estructural	6,3
Aluminio	1,1
Tubería PVC	0,8
Polímeros cobre	0,3
cobre	0,1
Accesorios eléctricos	0,4
Ladrillo	10,6

Fuente: Fadheso (2010)

DE ACUERDO A LA ESTRATEGIA NACIONAL DE ECONOMIA CIRCULAR:

la innovación de modelos de negocio, transformación productiva y cierre de ciclos de materiales promovida por la administración del gobierno Colombiano en el periodo 2018-2022, existen oportunidades para la economía circular favorables para optimizar la eficiencia de los materiales de la construcción que consisten en mejorar instrumentos para facilitar el cierre de los ciclos, aumentar el aprovechamiento de escombros generados en las obras proyectos de demolición.

LA CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO EXPIDIO LA RESOLUCION 08 DE 2019:

Esta establecido los términos de referencia para el funcionamiento de escombreras y delejo a las alcaldías del departamento de Nariño la autorización de su funcionamiento en escombreras para la disposición final de residuos lo cual la ciudad de Pasto clausuro la escombrera Guachual que en ese entonces era la única autorizada y autorizo el funcionamiento de sitios de disposición fina de residuos de carácter privado en puntos estratégicos de la ciudad para disminuir distancia y facilitar acceso a conductores.

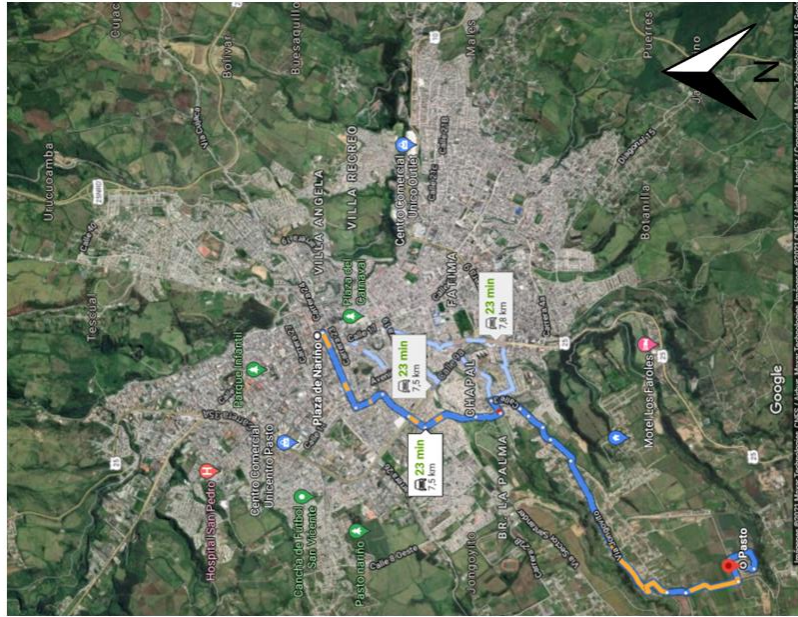
PLANCHAS No 5  
FECHA SEPTIEMBRE / 2021

INVESTIGACION  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y BELLAS ARTES  
PROGRAMA DE INGENIERIA EN PROYECTO DE PROYECTO IX



## ESCOMBRERA LEGALES MINA ESCOMBRERA ROSAPAMBA.

Este predio cuenta con una de las ventajas y es que cuenta con varias vías en un caso de emergencia, una que es por el corregimiento de Jongovito y la otra por el corregimiento de Obonuco, en su caso son vías destapadas.



Este predio cuenta con una de las ventajas y es que cuenta con varias vías en un caso de emergencia, una que es por el corregimiento de Jongovito y la otra por el corregimiento de Obonuco, en su caso son vías destapadas.

### ROSAPAMBA:

Ubicada en el corregimiento de Catambuco, límites con el corregimiento de Jongovito, cuenta con 7 hectáreas de área aproximadamente, con capacidad de disposición final de alrededor de 2'000.000 de m<sup>3</sup> de RCD y una vida útil de 11 años de aprovechamiento; este predio del señor Julio Cesar Delgado, actualmente funciona como mina de materiales de excavación y sitio de disposición final de RCD, cuenta con todos los permisos legales de funcionamiento.

Corregimiento de Catambuco cuenta con aproximadamente 10.000 habitantes y una densidad poblacional de 40 habitantes por cada hectárea, la población apta para trabajar tradicionalmente se ha encargado de realizar actividades de agricultura y ganadería, sin embargo, se pudo identificar que en la zona hay presencia de actividad industrial, puntualmente minería y fabricación de mampostería artesanal.

Para su acceso tomo como punto estratégico la plaza de Nariño, la distancia entre ciudad al lote es de 7,5 km, tomando cerca de 23 minutos, con velocidad promedio de 21.6 km/h. la imagen muestra una aproximación de lo mencionado con la herramienta Google Maps.

### • COSTO Y DISPONIBILIDAD DE TERRENOS:

Existe la viabilidad por parte del propietario del predio Sr. Julio César Delgado, de la implementación de una planta de aprovechamiento de RCD, sin embargo, sería necesario realizar un avalúo con una empresa legalmente constituida, además el propietario también manifestó estar dispuesto e interesado en participar activamente de la implementación de esta planta, a través de una alianza público - privada.

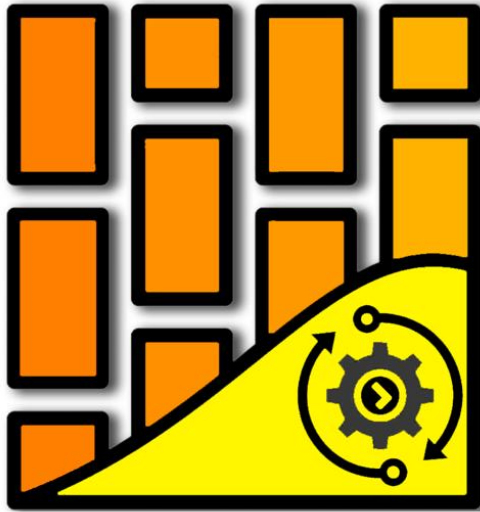
### • TOPOGRAFÍA DE LOS SUELOS:

La topografía de este terreno es plana y estable, por lo cual la instalación de la maquinaria conllevaría a mínimas adecuaciones para su correcto funcionamiento. Este predio ha sido explotado para la extracción de material por más de 20 años, convirtiéndolo en una zona para disposición de material encajonada y con una degradación de capacidad productiva muy severa.



**UNIVERSIDAD CESMAG**

Facultad de Arquitectura y Bellas Artes.



**Aesor:** JOSE ARMANDO QUIJANO BOTNIZA

**Docentes:** FRANCISCO EMILIO DELGADO  
ORTEGA-ALDO GUILLIANO CERON MEZA




# MAMPOSTERIA PREFABRICADA CON LA APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CIUDAD DE PASTO.

**CARTILLA DE INVESTIGACIÓN**

**Estudiante:** CRISTHIAN DAVID OBANDO TULCAN.



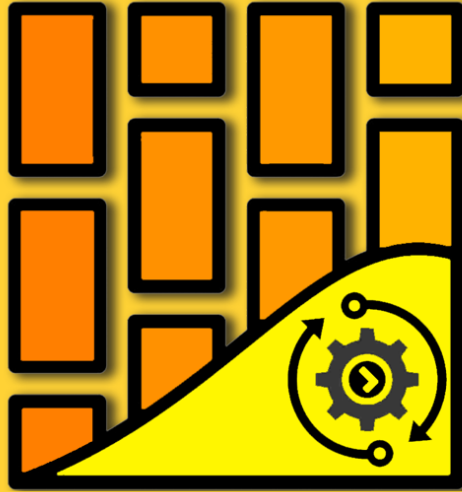
# CONTENIDO

 <b>Presentación</b> Semilleros Investigación Misión Visión Filosofía Productos a realizar	<b>3</b>	 <b>Experiencias del uso de RCD en el mundo</b> Escala Macro (Mundial) Escala Meso (Colombia) Escala Micro (Nariño-Pasto)
 <b>Hipótesis de Investigación</b> Preguntas Investigación Elementos que resaltar y normas	<b>13</b>	 <b>Laboratorios</b> Resumen Tablas de Ensayo Muestreo Procedimiento Anécdotas Preguntas y respuestas Entregable
 <b>RCD</b> Caracterización Clasificación Hipótesis de Investigación Resultados	<b>15</b>	





# 3



**MAMPOSTERIA PREFABRICADA CON LA APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CIUDAD DE PASTO.**

## ASPECTOS GENERALES

1. Presentación.
2. Influencia de RCD en la ciudad de Pasto.



## PRESENTACIÓN

En la presente cartilla se indica una investigación con el propósito de darle otra utilidad a los residuos de construcción y demolición (RCD) de la ciudad de Pasto y consiguientemente desarrollar un mampuesto prefabricado divisorio no portante en pro al cambio de realización y comercialización de mampuestos en la ciudad y corregimiento de Jongovito.

El propósito de este trabajo orienta en el estudio y aprovechamiento de los RCD generados por construcciones, su ejecución radica en la necesidad de un cambio en el consumismo de materiales nuevos, por lo que en su mayoría son no renovables, por lo que se pretende mitigar los impactos generados en el ecosistema que a través de la investigación se logra entender que dichos Residuos contiene un alto potencial de ser aprovechables, para finalmente, poner en práctica en un prefabricado mampuesto.

# 4

## ASPECTOS GENERALES

Para el desarrollo de la materia, se requiere un paradigma metodológico positivista, enfoque cuantitativo y método científico, llevando a cabo unos procesos que nos permitirán comprobar y determinar las propiedades físico, mecánicas y químicas del nuevo material que se obtiene a base los residuos (agregado fino), con un alto requerimiento de laboratorios para confrontar la teoría vs practica a través del método de elasticidad.

Finalmente se pretende obtener un agregado fino que cumpla con los requerimientos y permita resaltar el beneficio que se está dando a los residuos sólidos de la construcción y demolición en el municipio de Pasto, efectuando un prefabricado aligerado que cumpla con las exigencias de una construcción.



## MAMPOSTERÍA PREFABRICADA CON LA APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CIUDAD DE PASTO.



MISION

**Misión:** Producir y comercializar todo tipo de idea de prefabricados a base de los componentes de los RCD, de larga vida con estética y precios competitivos en sustitución de productos similares con agregados que no son renovables.



VISION

**Visión :** Mi reto es convertirme que un grupo de producción industrial y comerciales, además brindar a las ladrilleras de Jongovito alternativas de trabajo para para que la resolución 909 del Ministerio del Ambiente acabe con su economía



# MAMPOSTERÍA PREFABRICADA CON LA APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CIUDAD DE PASTO.





PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



FORMULACIÓN DEL PROBLEMA



OBJETIVO GENERAL



OBJETIVOS ESPECÍFICOS



ÁREA DE INVESTIGACIÓN



## ASPECTOS GENERALES

El problema de la contaminación por el irregular manejo y disposición final de los residuos de construcción en la ciudad de Pasto ha aumentado en los últimos años de acuerdo con lo manifestado por Corponariño, en la guía para la elaboración del plan de gestión integral de residuos de construcción y demolición (RCD). Es de aclarar que en los casos en los que los RCD son dispuestos en sitios no autorizados, además de que el traslado de estos no solo generan sobre costos, si no también se requieren realizar recorridos de grandes distancias por parte de los transportadores dado que los sitios de disposición final se ubican en la periferia de la ciudad de Pasto o fuera de la ciudad, generando adicionalmente una huella de carbono.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## ASPECTOS GENERALES

Después de la problemática formulada anteriormente, generada por los residuos de construcción y demolición (RCD), centrándose en los aspectos económicos y ambientales nos planteamos la siguiente pregunta:

¿Cómo aprovechar el residuo situado en la escombrera Rosapamba generado por las construcciones y demoliciones de la ciudad de pasto?



FORMULACIÓN DEL PROBLEMA



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



FORMULACIÓN DEL PROBLEMA



OBJETIVO GENERAL



OBJETIVOS ESPECIFICOS



ÁREA DE INVESTIGACIÓN

7







PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



FORMULACIÓN DEL PROBLEMA



OBJETIVO GENERAL



OBJETIVOS ESPECÍFICOS



ÁREA DE INVESTIGACIÓN



## ASPECTOS GENERALES

Emplear residuos de construcción y demolición (RCD PETREOS Y CERAMICOS) de la ciudad de Pasto para la elaboración de un nuevo prefabricado, como una alternativa viable y sustentable para el desarrollo de la construcción.



OBJETIVO GENERAL

## ASPECTOS GENERALES

En la presente investigación, se concentra en el estudio de fructificar los residuos sólidos generados en obras de construcción en la ciudad de Pasto, enfocándose en el área de materiales arquitectónicos con el desarrollo de un agregado fino derivado de los RCD, de manera que se analice las características físicas del innovador material alternativo, y sea aplicando con cierta confianza en distintas áreas de la construcción (morteros, pañetes entre otros) que en el caso de la investigación sea un mampuesto prefabricado para muros divisorios, de modo que su uso sea un plus positivo en rendimiento y calidad.



ÁREA DE INVESTIGACIÓN



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



FORMULACIÓN DEL PROBLEMA



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

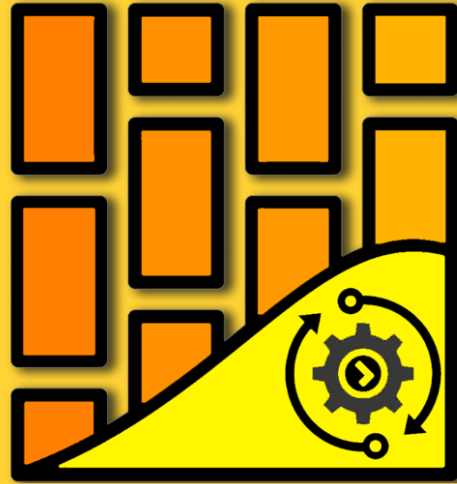


ÁREA DE INVESTIGACIÓN

11

## HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

1. Preguntas de Investigación
2. Elementos que resaltar y normas



MAMPOSTERÍA PREFABRICADA CON LA  
APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS DE LA  
CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA  
CIUDAD DE PASTO.

## MAMPOSTERÍA PREFABRICADA CON LA APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CIUDAD DE PASTO.

### HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN



¿QUÉ SE HACE EN EL ESTUDIO Y DONDE SE HACE?

Se genera un estudio para la incorporación de un cambio de la producción de mampuesto de la ciudad de Pasto.



¿PARA QUE SE HACE?

Para que la población alfarera pueda optar por otra producción en pro al medio ambiente.



¿CÓMO SE HACE?

Mediante la investigación, la cual dará fundamentos de la resolución 909 que obliga cambiar su modelo de combustión para la producción de ladrillo.



¿QUÉ SE HACE?

Se propone imponer un prefabricado mampuesto con el uso de la aplicación de los residuos solidos de la construcción y demolición para muros divisorios no portantes.

8



## MAMPOSTERÍA PREFABRICADA CON LA APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CIUDAD DE PASTO.



Países como Alemania, Holanda y Bélgica, según el informe del "World Business Council for sustainable Development" de julio del 2009, han superado en un 90% el reciclaje de los RCD.



En latino america usaron 500 m<sup>3</sup> de hormigón reciclado para distintos proyectos como en Chile para subase de vias, en 1990 aprovecharon el 20%.



En Colombia se encuentran investigaciones en realizar plantas de tratamiento, donde su única finalidad sea aprovechar al máximo los RCD, y entra a competir en el mercado como un país en pro al medio ambiente.

**HIPOTESIS DE INVESTIGACION.**



La resolución 909 de 2008 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial colombiano resuelve promulgar las disposiciones generales para la regulación en materia de emisión de gases GEI; esta regulación obliga a los ladrilleros del Corregimiento de Jongovito a ejercer control sobre la cantidad de material particulado emitido al ambiente por los hornos utilizados.



¿PARA QUE SE HACE?



# PLANES DE 2023



Realizar mi patente

Emprender

Dirigir mi propia empresa



 <p>UNIVERSIDAD <b>CESMAG</b> NIT: 800.109.387-7 VIGILADA MINEDUCACIÓN</p>	<b>CARTA DE ENTREGA TRABAJO DE GRADO O TRABAJO DE APLICACIÓN – ASESOR(A)</b>	<b>CÓDIGO:</b> AAC-BL-FR-032
		<b>VERSIÓN:</b> 1
		<b>FECHA:</b> 09/JUN/2022

San Juan de Pasto, 22 de noviembre de 2022

Biblioteca  
**REMIGIO FIORE FORTEZZA OFM. CAP.**  
Universidad CESMAG  
Pasto


Saludo de paz y bien.

Por medio de la presente se hace entrega del Trabajo de Grado denominado: “MAMPOSTERÍA FABRICADA CON LA APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CIUDAD DE PASTO: CASO DE ESTUDIO VERTEDERO ROSAPAMBA”, presentado por el autor Cristhián David Obando Tulcán del Programa Académico de Arquitectura al correo electrónico biblioteca.trabajosdegrado@unicesmag.edu.co. Manifiesto como asesor(a), que su contenido, resumen, anexos y formato PDF cumple con las especificaciones de calidad, guía de presentación de Trabajos de Grado, establecidos por la Universidad CESMAG, por lo tanto, se solicita el paz y salvo respectivo.

Atentamente,

*Armando José Quijano Vodniza*


-----  
**ARMANDO JOSÉ QUIJANO VODNIZA**  
C.C. 12.977.285  
Programa de Arquitectura  
Teléfono de contacto: 6027214672  
Correo electrónico: jaquijano@unicesmag.edu.co

 <b>UNIVERSIDAD CESMAG</b> <small>NIT: 800.109.387-7 VIGILADA MINEDUCACIÓN</small>	<b>AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE GRADO O TRABAJOS DE APLICACIÓN EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>CÓDIGO:</b> AAC-BL-FR-031
		<b>VERSIÓN:</b> 1
		<b>FECHA:</b> 09/JUN/2022

<b>INFORMACIÓN DEL (LOS) AUTOR(ES)</b>	
<b>Nombres y apellidos del autor:</b> CRISTHIAN DAVID OBANDO TULCAN	<b>Documento de identidad:</b> 1085334958
<b>Correo electrónico:</b> davidobando276@gmail.com	<b>Número de contacto:</b> 3242284224
<b>Nombres y apellidos del autor:</b>	<b>Documento de identidad:</b>
<b>Correo electrónico:</b>	<b>Número de contacto:</b>
<b>Nombres y apellidos del autor:</b>	<b>Documento de identidad:</b>
<b>Correo electrónico:</b>	<b>Número de contacto:</b>
<b>Nombres y apellidos del autor:</b>	<b>Documento de identidad:</b>
<b>Correo electrónico:</b>	<b>Número de contacto:</b>
<b>Nombres y apellidos del asesor:</b>	<b>Documento de identidad:</b>
<b>Correo electrónico:</b>	<b>Número de contacto:</b>
<b>Título del trabajo de grado:</b> MAMPOSTERÍA FABRICADA CON LA APLICACIÓN DEL USO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CIUDAD DE PASTO: CASO DE ESTUDIO VERTEDERO ROSAPAMBA.	
<b>Facultad y Programa Académico:</b> FACULTAD DE ARQUITECTURA Y BELLAS ARTES/ PROGRAMA DE ARQUITECTURA	

En mi (nuestra) calidad de autor(es) y/o titular (es) del derecho de autor del Trabajo de Grado o de Aplicación señalado en el encabezado, confiero (conferimos) a la Universidad CESMAG una licencia no exclusiva, limitada y gratuita, para la inclusión del trabajo de grado en el repositorio institucional. Por consiguiente, el alcance de la licencia que se otorga a través del presente documento, abarca las siguientes características:

- a) La autorización se otorga desde la fecha de suscripción del presente documento y durante todo el término en el que el (los) firmante(s) del presente documento conserve (mos) la titularidad de los derechos patrimoniales de autor. En el evento en el que deje (mos) de tener la titularidad de los derechos patrimoniales sobre el Trabajo de Grado o de Aplicación, me (nos) comprometo (comprometemos) a informar de manera inmediata sobre dicha situación a la Universidad CESMAG. Por consiguiente, hasta que no exista comunicación escrita de mi(nuestra) parte informando sobre dicha situación, la Universidad CESMAG se encontrará debidamente habilitada para continuar con la publicación del Trabajo de Grado o de Aplicación dentro del repositorio institucional. Conozco(conocemos) que esta autorización podrá revocarse en cualquier momento, siempre y cuando se eleve la solicitud por escrito para dicho fin ante la Universidad CESMAG. En estos eventos, la Universidad CESMAG cuenta con el plazo de un mes después de recibida la

 <p>UNIVERSIDAD <b>CESMAG</b> NIT: 800.109.387-7 VIGILADA MINEDUCACIÓN</p>	<p><b>AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE GRADO O TRABAJOS DE APLICACIÓN EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b></p>	<p><b>CÓDIGO:</b> AAC-BL-FR-031</p>
		<p><b>VERSIÓN:</b> 1</p>
		<p><b>FECHA:</b> 09/JUN/2022</p>

petición, para desmarcar la visualización del Trabajo de Grado o de Aplicación del repositorio institucional.


- b) Se autoriza a la Universidad CESMAG para publicar el Trabajo de Grado o de Aplicación en formato digital y teniendo en cuenta que uno de los medios de publicación del repositorio institucional es el internet, acepto(amos) que el Trabajo de Grado o de Aplicación circulará con un alcance mundial.
- c) Acepto (aceptamos) que la autorización que se otorga a través del presente documento se realiza a título gratuito, por lo tanto, renuncio(amos) a recibir emolumento alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y/o cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente autorización y de la licencia o programa a través del cual sea publicado el Trabajo de grado o de Aplicación.
- d) Manifiesto (manifestamos) que el Trabajo de Grado o de Aplicación es original realizado sin violar o usurpar derechos de autor de terceros y que ostento(amos) los derechos patrimoniales de autor sobre la misma. Por consiguiente, asumo(asumimos) toda la responsabilidad sobre su contenido ante la Universidad CESMAG y frente a terceros, manteniéndose indemne de cualquier reclamación que surja en virtud de la misma. En todo caso, la Universidad CESMAG se compromete a indicar siempre la autoría del escrito incluyendo nombre de(los) autor(es) y la fecha de publicación.
- e) Autorizo(autorizamos) a la Universidad CESMAG para incluir el Trabajo de Grado o de Aplicación en los índices y buscadores que se estimen necesarios para promover su difusión. Así mismo autorizo (autorizamos) a la Universidad CESMAG para que pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.


**NOTA:** En los eventos en los que el trabajo de grado o de aplicación haya sido trabajado con el apoyo o patrocinio de una agencia, organización o cualquier otra entidad diferente a la Universidad CESMAG. Como autor(es) garantizo(amos) que he(hemos) cumplido con los derechos y obligaciones asumidos con dicha entidad y como consecuencia de ello dejo(dejamos) constancia que la autorización que se concede a través del presente escrito no interfiere ni transgrede derechos de terceros.

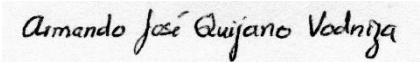
Como consecuencia de lo anterior, autorizo(autorizamos) la publicación, difusión, consulta y uso del Trabajo de Grado o de Aplicación por parte de la Universidad CESMAG y sus usuarios así:

- Permiso(permitimos) que mi(nuestro) Trabajo de Grado o de Aplicación haga parte del catálogo de colección del repositorio digital de la Universidad CESMAG por lo tanto, su contenido será de acceso abierto donde podrá ser consultado, descargado y compartido con otras personas, siempre que se reconozca su autoría o reconocimiento con fines no comerciales.

En señal de conformidad, se suscribe este documento en San Juan de Pasto a los 21 días del mes de NOVIEMBRE del año 2022.

	<p>Firma del autor</p>
<p>Firma del autor</p>	
<p>Nombre del autor: CRISTHIAN DAVID OBANDO TULCAN</p>	<p>Nombre del autor:</p>

 <p>UNIVERSIDAD <b>CESMAG</b> NIT: 800.109.387-7 VIGILADA MINEDUCACIÓN</p>	<p><b>AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE GRADO O TRABAJOS DE APLICACIÓN EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b></p>	<b>CÓDIGO:</b> AAC-BL-FR-031
		<b>VERSIÓN:</b> 1
		<b>FECHA:</b> 09/JUN/2022

Firma del autor	Firma del autor
Nombre del autor:	Nombre del autor:
	
<p>Nombre del asesor: ARMANDO JOSÉ QUIJANO VODNIZA</p>	