

**Diseño de mezclas de concreto de bajo impacto ambiental, con la incorporación del material granular extraído de los RCD para la vereda Barzalosa del Municipio de Girardot.**

**Angello Nicolas Silva Lindarte**

**Katherine Bedoya Ramírez**

**Manuela Cardozo Rojas**

**Corporación Universitaria Minuto de Dios- UNIMINUTO**

**Rectoría Cundinamarca - Centro Regional Girardot**

**Programa de Ingeniería Civil**

**Noviembre de 2022**

**Diseño de mezclas de concreto de bajo impacto ambiental, con la incorporación del material granular extraído de los RCD para la vereda Barzalosa del Municipio de Girardot.**

**Angello Nicolas Silva Lindarte**

**Katherine Bedoya Ramirez**

**Manuela Cardozo Rojas**

**Monografía presentada como requisito para optar el título de Ingeniero Civil**

**Asesor**

**Jackson Erminzul Monroy Gutiérrez**

**Ingeniero Civil, Maestría en Ingeniería Civil**

**María Nela Portillo Hernández**

**Economista, Líder de Emprendimiento**

**Corporación Universitaria Minuto de Dios**

**Rectoría Cundinamarca**

**Centro Regional Girardot**

**Programa de Ingeniería Civil**

**Noviembre de 2022**

### **Dedicatoria.**

Agradezco a Dios, por ser el motor de mi vida, a quien acudí muchas veces para que me brindara amor, esperanza y felicidad necesaria para querer salir adelante. A mi abuela

Filomena Sánchez, por la ayuda que me ha brindado, con el que he sentido total comprensión y paciencia necesaria para continuar. A mi amiga Liby Reyes, quien siempre me ha hecho sentir que soy parte de su familia y apoyándome en el largo camino de mis sueños haciéndolos realidad.

**Katherine Bedoya Ramirez**

Principalmente agradezco a Dios por darme sabiduría, fortaleza y vida para poder elaborar esta investigación y no desampararme en ningún momento. Te agradezco por darme la sabiduría y entendimiento para salir triunfante a lo largo de mi vida.

A mi señora madre Flor Lindarte por ser la luz y fuerza en mi vida, que día tras día me ha enseñado e inculcado buenos valores y haber confiado en mis capacidades para lograr lo imposible.

A mi hermano Carlos Silva QEPD que hasta último minuto estuvo apoyándome y enseñándome a superarme como persona, y sé que desde el cielo me estará guiando y será mi ángel guardián.

A toda mi familia, amigos y personas que me estuvieron apoyando y aconsejaron durante este proceso, para que se volviera realidad, infinitas gracias.

**Angello Nicolas Silva Lindarte**

Agradezco a Dios por darme una nueva oportunidad de vida y ayudarme a superarme día a día, por haberme otorgado una familia maravillosa unos padres y abuelos ejemplares los cuales me han enseñado ser la persona que soy en la actualidad; quienes han creído en mí siempre dándome el ejemplo de superación, humildad y sacrificio; también agradezco a las personas que hicieron parte de este sueño muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos. Muchas

gracias con amor Manuela Cardozo

**Manuela Cardozo Rojas**

## **Agradecimientos**

A Dios primero que todo, a los profesores e ingenieros de la Corporación universitaria Minuto de Dios, sede Girardot quienes dieron el mayor empeño en brindarnos los conocimientos necesarios para superar los obstáculos que enfrentamos durante este largo proceso y formarnos como profesionales íntegros; también a todas las personas que nos brindaron la amistad, apoyo y nos acompañaron durante el camino por la universidad.

### **Katherine Bedoya Ramirez**

Agradezco a Dios por la sabiduría y la salud que me ha dado para poder llegar hasta este punto tan importante de mi vida. Al cuerpo docente de la corporación universitaria Minuto de Dios sede Girardot, por el apoyo que nos brindaron para poder llegar a ser unos grandes profesionales, principalmente a la Ing. Maria Claudia Vera y al Mag. Jackson Monroy, por ser pacientes y guiándonos para poder ser capaces de enfrentarnos a cualquier problema que se nos presente en nuestra vida profesional, quienes con su esfuerzo, dedicación y amor me han enseñado a superarme día tras día.

### **Angello Nicolas Silva Lindarte**

Doctores cuerpo docente universidad minuto de Dios Girardot Cundinamarca apreciadas personas quiero manifestar mis más sincero y fraternal reconocimiento a la labor que ustedes entregan a diario con el único propósito de capacitar entregar los conocimientos y métodos que tiene la ciencia para que seamos en el mañana unos verdaderos profesionales en las diferentes carreras que dicta la universidad Minuto de Dios y de esta manera contribuir al desarrollo social y económico de nuestro país.

### **Manuela Cardozo Rojas**

**Hoja de aprobación**

**NOTA DE ACEPTACION**

---

---

---

---

---

---

---

**FIRMA DE PRESIDENTE DE JURADO**

---

**FIRMA DE JURADO**

---

**FIRMA DE JURADO**

---

## 1 Tabla de contenido

2	Resumen.....	12
3	Introducción.....	16
4	Planteamiento del problema.....	24
5	Objetivos.....	27
5.1	General.....	27
5.2	Específicos.....	27
6	Alcance.....	28
7	Antecedentes.....	32
8	Justificación.....	37
8.1	Beneficios.....	38
8.1.1	Humano.....	38
8.1.2	Social.....	38
8.1.3	Ambiental.....	39
8.1.4	Tecnológico-Científico.....	40
8.1.5	Económico.....	40
8.2	Análisis del impacto de nuestra propuesta de proyecto en tres dimensiones: Social, económica y ambiental.....	41
8.2.1	Contexto social.....	42
8.2.2	Contexto económico.....	43
8.2.3	Contexto ambiental.....	44
8.3	Una mirada académica desde el emprendimiento.....	45
9	Marco referencial.....	47
9.1	Marco geográfico.....	47
9.2	Marco teórico.....	49
9.2.1	Clases de demoliciones.....	49
9.2.2	Proceso de selección o clasificación de material reciclado.....	50
9.2.3	Trituración del material.....	53
9.3	Marco conceptual.....	54
9.3.1	Almacenamiento o acopio.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
9.3.2	Aprovechamiento.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
9.3.3	Escombros.....	54
9.3.4	Equivalente de Arena.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

9.3.5	Generador .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
9.3.6	Gestor integral .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
9.3.7	Granulometría.....	54
9.3.8	Plasticidad (límites de atterberg) .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
9.3.9	Plan de gestión de RCD en la obra.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
9.3.10	Reciclaje .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
9.3.11	Recolección .....	54
9.3.12	Residuos de construcción y demolición – RCD-.....	55
9.3.13	Reutilización.....	55
9.3.14	Sitio de disposición final .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
9.3.15	Tratamiento.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
9.3.16	Trazabilidad.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
9.4	Marco normativo .....	55
9.4.1	Responsabilidad Ética Profesional .....	56
9.4.2	Marco legal.....	57
9.4.3	Resolución 472 del 28 de febrero de 2017 .....	57
9.4.4	Decreto-Ley 2811/74.....	57
9.4.5	Ley 99 de 1993 .....	58
9.4.6	Resolución 541 de 1994. ....	58
9.4.7	Ley 1259 de 2008 .....	58
9.4.8	Decreto 2981 de 2013.....	58
9.4.9	Acuerdo 014 de julio 24 del 2018 .....	59
9.4.10	Resolución rectoral No.1400 del 23 de noviembre del 2016 .....	59
10	Metodología.....	60
10.1	Primera etapa: Planteamiento del problema. ....	61
10.2	Segunda etapa: Planeación. ....	61
10.3	Tercera etapa: Recopilación de la información. ....	62
10.4	Cuarta etapa: Procesamiento de datos. ....	62
10.5	Quinta etapa: Explicación e interpretación.....	62
10.5.1	Recolección y Procesamiento de las Muestras de Cilindros de Concreto .....	63
10.5.2	Proceso de Trituración de las Muestras de Cilindros de Concreto.....	63
10.5.3	Proceso de Tamizaje de las Muestras de Cilindros de Concreto .....	64

10.5.4	Determinar masa compacta y masa suelta del material grueso y fino.....	65
10.5.5	Elaboración de la Mezcla con las Muestras de Cilindros de Concreto .....	65
10.5.6	Ensayo de Asentamiento o Slump.....	66
10.5.7	Elaboración de Probetas con las Muestras de Cilindros de Concreto .....	67
10.5.8	Curado de los Cilindros de Concreto.....	67
10.5.9	Ensayo de Resistencia a la Compresión .....	68
10.5.10	Ensayo de desgaste .....	69
10.6	Sexta etapa: Comunicación de resultados y solución de un problema .....	69
11	Presentación y análisis de resultados.....	70
11.1	Granulometría.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
11.1.1	Granulometría del agregado fino.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
11.1.2	Granulometría del agregado grueso.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
11.2	Ensayo de masa suelta y masa compacta.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
11.3	Ensayo de compresión de concreto.....	85
11.3.1	Resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días.....	86
11.3.2	Resultados de la resistencia a la compresión a los 14 días.....	89
11.3.3	Resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días.....	92
11.3.4	Tabla comparativa en cilindros de 4000 PSI grava reciclada sin lavar.....	95
11.3.5	Tabla comparativa en cilindros de 4000 PSI grava reciclada lavada.....	96
11.3.6	Tabla comparativa en cilindros de 3500 PSI grava reciclada sin lavar.....	97
12	Conclusiones.....	99
13	Recomendaciones .....	101
14	Bibliografía.....	103

## Lista De Tablas

tabla 1 estrato socioeconómico de la vereda barzalosa.....	48
tabla 2 granulometría agregado fino sin lavar .....	70
tabla 3 curva granulométrica agregado fino sin lavar.....	71
tabla 4 granulometría agregado grueso sin lavar .....	72
tabla 5 curva granulométrica agregado grueso sin lavar.....	72
tabla 6 equivalente de arena de los agregados finos .....	73
tabla 7 densidad y densidad relativa de los agregados finos sin lavar .....	73
tabla 8 densidad y densidad relativa de los agregados gruesos sin lavar .....	74
tabla 9 peso unitario y densidad bulk .....	75
tabla 10 desgaste de los agregados sin lavar.....	75
tabla 11 resultados de los agregados finos y gruesos.....	76
tabla 12 calculo de volúmenes.....	77
tabla 13 granulometría agregado fino lavado .....	78
tabla 14 curva granulométrica agregado fino lavado.....	78
tabla 15 granulometría agregado grueso lavado .....	79
tabla 16 curva granulométrica agregado grueso lavado.....	79
tabla 17 equivalente de arena de los agregados finos lavados .....	80
tabla 18 densidad y densidad relativa del agregado fino lavados .....	81
tabla 19 densidad y densidad relativa de los agregados gruesos lavados .....	82
tabla 20 peso unitario y densidad bulk .....	82
tabla 21 desgaste de los agregados lavados .....	83
tabla 22 resultados de los agregados finos y gruesos.....	84
tabla 23 calculo de volúmenes.....	84
tabla 24 resultados de la resistencia a la compresión en 7 días .....	86
tabla 25 resultados de la resistencia a la compresión a los 14 días .....	89
tabla 26 resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días .....	92
tabla 27: comparativa en cilindros de 4000 psi grava reciclada sin lavar .....	95
tabla 28comparativa en cilindros de 4000 psi grava reciclada lavada .....	96
tabla 29 comparativa en cilindros de 3500 psi grava reciclada sin lavar .....	97

## Lista De Ilustraciones

ilustración 1: Gestiones rcd autorizados .....	20
ilustración 2: Clasificación de residuos de la construcción y la demolición rcd .....	21
ilustración 3: Residuos producidos en bogotá .....	22
ilustración 4: Solidez frente a la compresión vs tiempo .....	23
ilustración 5: Georreferenciación vereda barzalosa .....	47
ilustración 6: Comparativo proceso de demolición .....	49
ilustración 7: Técnicas de demolición .....	50
ilustración 8: Materiales que pueden ser reutilizados .....	51
ilustración 9: Proceso de aprovechamiento .....	52
ilustración 10: Tabla pruebas en la fase de revisión .....	53
ilustración 11: Trituración de las muestras de cilindros de concreto .....	64
ilustración 12: Tamizaje de las muestras de cilindros de concreto .....	64
ilustración 13: Determinar masa compacta y masa suelta del material grueso y fino .....	65
ilustración 14: Elaboración de la mezcla con las muestras de cilindros de concreto .....	65
ilustración 15: Ensayo de asentamiento o slump .....	66
ilustración 16: Elaboración de probetas con las muestras de cilindros de concreto .....	67
ilustración 17: Curado de los cilindros de concreto .....	67
ilustración 18: Ensayo de resistencia a la compresión .....	68
ilustración 19: Ensayo de desgaste .....	69

## 2 Resumen.

El sector de la construcción es una de las principales fuentes contaminantes del ambiente, pero, además, también es uno de los actores primordiales en la reutilización y aprovechamiento de los Residuos de Construcción y Demolición, RCD. A través de los años, Colombia se ha visto beneficiada en el incremento del Producto Interno Bruto, PIB gracias a este sector se han adoptado un enfoque activo para impulsar la productividad del área de la construcción a través de la regulación, sin embargo, en el año 2019 el índice de crecimiento de dicho grupo económico decreció en 1.3% con respecto al año 2018 y en 9.2% con respecto al 2019 para el primer trimestre del año 2020, sigue siendo un pilar fundamental en el desarrollo económico del país. **(DANE, 2020)**

Por otro lado, desde la formación académica como ingenieros civiles, la investigación formativa, la proyección social y el emprendimiento a través de la innovación social, se visiona la fórmula para la incorporación de materiales por medio de la reutilización de los RCD, es por ello, que este ejercicio académico presenta la contextualización y el impacto que tiene los RCD (Residuos de construcción y demolición) dentro de la sociedad puesto que, un inadecuado manejo de ellos genera pérdida de los ecosistemas estratégicos, contaminación de los recursos naturales como el aire, agua y suelo, además, de causar riesgos para la salud de la población debido a los aportes de lixiviados por presencia de materia orgánica. **(Secretaría de Ambiente de Bogotá , 2021)**

De igual manera cuando se genera mezclas de algunos materiales que generan peligro y al unirlos con los RCD, llegan a afectar los entornos, los recursos naturales y la calidad de

vida de quienes habitan allí, una muy especial la constituye la fuente hídrica., daño en el aire y por supuesto la misma atmosfera, Por ende, se busca minimizar no solo el impacto ambiental que logra dentro desarrollo local si no apuntar a una economía circular. Por último, se destaca los aportes significativos al programa académico la investigación y el emprendimiento como actores influyentes para la construcción de propuestas innovadoras y diferenciales al momento de crear retos y estudios con proyección ambiental para la sociedad.

Seguidamente, se presenta una estructura académica, que respalda la formula implementada entre funciones sustantivas de la institución como se citó anteriormente, siendo la investigación un hito relevante, la proyección social a través del emprendimiento y todas las actividades que desde estas tres funciones sustantivas permiten conocer el problema y generar estrategias de atención apoyándose desde la aplicación de pruebas de laboratorio que da como resultado diferentes modelos que responden a la creatividad e innovación y el respaldo por la teoría que nos lleva a construir futuro, sociedad y proyección ambiental en la vereda Barzalosa del municipio de Girardot, debido a que se evidencia una creciente problemática socioeconómica al poseer un clúster bajo de recursos; las mezcla de concreto a partir de los RCD no solo será una alternativa rentable frente a la convencional, si no que su comercialización podrá llegar a hacer una fuente de empleo para sus habitantes y la reducción de las necesidades y problemáticas sociales que enfrentan diariamente.

El ejercicio académico presentado en este documento emite e incorpora diferentes fases que facilitan el compartir, utilizar y reparar, así como reciclar materiales, generando un valor agregado de quienes se verán beneficiados en el proceso, descrito por los temas de la economía circular y los modelos modernos para dar nueva vida útil a productos derivados de los RCD, es por ello, que los diseños alcanzados por estos desechos en las pruebas de laboratorio arrojan diferentes porcentajes, que permiten ser utilizados en algunos elementos como estructurales y no estructurales.

En este contexto podemos, analizar el impacto hablando desde las transformaciones que logra este tipo de innovaciones y el nacimiento para la producción de nuevas propuestas amigables que disminuyen el impacto negativo conforme a las normas orientadas a la construcción para el control y calidad de los materiales.

**Palabras claves:** Construcción, emprendimiento, residuos, reutilización, sostenibilidad.

**Abstract.**

The construction sector is one of the main polluting sources of the environment, but, in addition, it is also one of the main actors in the reuse and use of Construction and Demolition Waste, RCD. Over the years, Colombia has benefited from the increase in Gross Domestic Product, GDP, thanks to this sector an active approach has been adopted to boost productivity in the construction area through regulation, however, in the In 2019, the growth rate of said economic group decreased by 1.3% compared to 2018 and by 9.2% compared to 2019 for the first quarter of 2020, it continues to be a fundamental pillar in the economic development of the country. **(DANE, 2020)**

On the other hand, from academic training as civil engineers, training research, social projection and entrepreneurship through social innovation, the incorporation of

materials through the reuse of CDW is envisioned, which is why this exercise Academic presents the contextualization and formulation of a business proposal that exposes the importance and impact of CDW (Construction and Demolition Waste) within society since, an inadequate management of CDW generates loss of strategic ecosystems, contamination of natural resources such as air, water and soil, in addition to causing risks to the health of the population due to leachate contributions due to the presence of organic matter.

Likewise, the mixture of hazardous materials with CDW, the impact on water sources, significantly degrading the quality of this resource, and the generation of articulated material in the atmosphere. Therefore, it looks to minimize not only the environmental impact that it achieves within local development, but also to aim for a circular economy.

Next, an academic structure is presented, which supports the formula implemented between substantive functions of the institution such as research, projection through entrepreneurship by which it launches the construction of the future, society and environmental projection in the village. Barzalosa in the municipality of Girardot, since there is evidence of a growing socioeconomic problem by having a low-resource cluster; The concrete mix from the RCD will not only be a profitable alternative to the conventional one, but its commercialization could become a source of employment for its inhabitants.

The academic exercise presented in this document issues and incorporates divergent phases of the circular economy and modern models to give new useful life to products derived from CDW, which is why the achievements made by these wastes in laboratory tests show different percentages, which allow it to be used in some structural and non-structural elements.

In this context we can analyze the differentiating impact that this type of innovation achieves and the birth to produce friendly materials that reduce the negative impact by the standards oriented to construction for the control and quality of materials.

**Keywords:** Business, construction, reuse, sustainability.

### 3 Introducción.

De acuerdo con **(Suarez , Betancourth, Molina, & Mahecha, 2019)** citan a **Pogotech (2017)**, mencionan que, en el mundo, cada año se producen más de 6,5 mil millones de toneladas de RCD, de las cuales entre 2,6 y 3 mil millones de toneladas corresponden a residuos inertes de la construcción y de la demolición. En Australia, por ejemplo, se generan aproximadamente 19,5 millones de toneladas de RCD anuales. Un tercio de estos residuos son dispuestos directamente a vertederos En Europa algunos países están a la vanguardia en el tratamiento y aprovechamiento de estos residuos, generando políticas que favorezcan la separación de sustancias directamente en las fuentes y tratamientos específicos y aprovechamientos en diferentes áreas de la construcción, disminuyendo el porcentaje de material residual a ser dispuesto.

No obstante, en América Latina, no existen adelantos tan significativos en este tema. Al constituirse en la región con mayor número de población que vive en las grandes ciudades aproximándose a un 80% de la población total, agregado a ello la falta de conciencia,

planificación y ubicación de lugares apropiados para el reciclaje de estos residuos, generando por la misma población vertederos de estos residuos, especialmente en las cuencas de ríos, contribuyendo a diversos problemas ambientales. Colombia no escapa de esta situación, diariamente se generan grandes cantidades de RCD, a los que no siempre se les aplica un buen sistema de gestión.

Según el (**Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible , 2022**), en Colombia los residuos de construcción y demolición (RCD), constituyen en promedio el 40% de los residuos sólidos, y la producción media de RCD es de 22'270.338 toneladas de los cuales entre el 60% y el 90% se disponen en lugares autorizados; y el restante es dispuesto en botaderos a cielo abierto. Para el año 2013 se producían en Bogotá, cerca de 15 millones de ton/año de RCD, aproximadamente 2000 kg/habitante/año. Por ende, Colombia cuenta actualmente por ciertas normativas que rigen la reutilización, reducción y el reciclado de aquellos residuos o elementos que se encuentren en óptimas condiciones, además de los distintos depósitos adecuados para el procesamiento de aquellos residuos que no cumplan con las condiciones estipuladas. (Castaño O, Misle Rodríguez , Lasso, Gómez Cabrera , & Ocampo, 2013)

El ministerio de ambiente genero la resolución 541, 1994) la cual estipula la regulación para el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación, así como las sanciones por el incumplimiento del manejo de los RCD, De esta también han surgido nuevas normativas en los municipios y distritos capitales para atender la medidas en temas de regulación de la norma, y aplicación de correctivos para quienes incumplan la misma.

En el año 2005 entro en vigor el protocolo de Kioto, que busca una reducción del 5% de los gases que causan el calentamiento global a nivel mundial, inicialmente en un periodo comprendido entre el 2008 al 2012, el cual se extendió hasta el 2020. La industria de la construcción genera al redor del 50% de contaminación, de este porcentaje el 33% al 39% corresponden a las emisiones de gas como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Para el año 2019 Colombia generaba 237 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, de las cuales el 11% correspondía al sector de la construcción, alrededor de 26 millones de toneladas. Es evidente que la industria de la construcción en el país es uno de los principales emisores de gas contaminante, además de un gran generador de desechos sólidos, la construcción sostenible de la mano de la gestión de residuos puede contribuir a la disminución de la emisión de estos gases contaminantes. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible , 2017)

En el 2017, el ministerio de ambiente emite la resolución 472, la cual aplica a todas las personas que ocasionen, recolecten, transporten, almacenen, aprovechen y dispongan RCD de las obras civiles o de otras actividades relacionadas en todo el territorio colombiano, “esta norma brinda lineamientos para el aprovechamiento y disposición final de los RCD, mediante la implementación de instrumentos y reglas para las instalaciones de gestión de RCD como los puntos limpios y plantas de aprovechamiento, en donde se llevarán a cabo la separación y el almacenamiento temporal con las condiciones mínimas de operación. (“Min ambiente reglamenta manejo y disposición de residuos de construcción ...”) Así mismo, se establecen los criterios ambientales para la localización y operación de los sitios de disposición final de RCD” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018)

Por otro lado, las mamposterías y el cemento se encuentran entre los materiales de construcción más utilizados en América Latina, Según el DANE en Colombia durante el

durante el año 2019, la producción de cemento gris a nivel nacional se incrementó en un 7,5% ., generando de esta manera aumento en la generación de residuos de la construcción en las áreas urbanas o donde se generó el proceso, creando la necesidad de tratarlos o gestionarlos adecuadamente y tomar acciones para promover el desarrollo y la sostenibilidad de las ciudades y comunidades en las zonas rurales que se encuentran adyacentes a ellos. Por ende, esta investigación busca elaborar mezclas de concreto utilizando residuos de construcción y demolición – R.C.D - tomados en obra y fallados en laboratorios para su aprovechamiento en la fabricación de estas mezclas.

De acuerdo al anterior en la búsqueda de antecedentes y la construcción del estado del arte respecto a la problemática encontramos:

Evaluación de los beneficios económicos y ambientales para la adecuada gestión de los Residuos de Construcción y Demolición en la ciudad de Bogotá (**Villalba , Cepeda, Rodríguez , & Moreno , 2018**) El proyecto plantea la evaluación sobre la gestión adecuada de Recursos para la Construcción y la Demolición, a través de los reportes presentados por el Observatorio Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente en Bogotá D.C. Se adjuntan las ventajas económicas y las ambientales generadas por la gestión de este tipo de recursos, entre esas ventajas se encuentra la reducción de costos, la sostenibilidad para poder construir, la disminución de la contaminación, etc. Tras revisar el proyecto, se encuentra una tabla de Gestores RCD autorizados que podría representar un acercamiento hacia el tratamiento sobre los RCD.

Ilustración 1 Gestiones RCD Autorizados

Razón Social		
<b>Cemex Colombia S.A.</b>	Disposición final de RCD	Ubicada en el Kilómetro 4 vía Usme – Reserva Ecológica Privada La Fiscala - no admite residuos de tipo: basuras/lodos/material vegetal/asfaltos
<b>Reciclados Industriales de Colombia S.A.S</b>	Aprovechamiento y Reciclaje de material residual de Construcción y Demolición	Ubicado al Kilómetro 1.5 vía Bogotá – Siberia, Costado Sur, Vereda Siberia, Lote la Britania Vega.
<b>Ciclomat S.A.S</b>	Aprovechamiento y Reciclaje de material residual de Construcción y Demolición	Lugar ubicado a 600 metros al sur de la autopista Medellín (calle 80), entrada Parque Industrial, La Florida, vía Siberia – Bogotá, Vereda Siberia
<b>Máquinas Amarillas S.A.S – Marillas S.A.S</b>	Disposición final de RCD estériles y materiales seleccionados	Plan de manejo y recuperación ecológico de la mina. Las Manas y Santa Inés en el área del contrato de concesión minera 8151 propiedad de la empresa Holcim Colombia S.A. (perfil o-o' Sector Nor-Este). Tunjuelito-Bogotá

**Nota.** Gestiones de RCD autorizados. Fuente: Adaptación SDP. (Villalba , Cepeda, Rodríguez , & Moreno , 2018)

Estudio del impacto de la inclusión de los Agregados Reciclados de Concreto en las propiedades mecánicas e hidráulicas de una mezcla drenante (Romero & Rodríguez , 2019) La investigación estudia el comportamiento de las mezclas drenantes y analiza su viabilidad para una aplicación en Colombia, además, busca caracterizar un agregado de concreto (RCA) con el fin de determinar el impacto mecánico e hidráulico, dicha caracterización se realiza

considerando una comparativa entre la mezcla alternativa con RCA y un material convencional. En el proyecto se propone una clasificación de los materiales RCD que distingue recursos aprovechables de los no aprovechables como se puede apreciar en la Ilustración:

*Ilustración 2 Clasificación de residuos de la construcción y la demolición RCD*

Categoría	Grupo	Clase	Componentes
RCD APROVECHABLES	I- Residuos mezclados	1 Residuos pétreos	Concretos, cerámicos ladrillo, arenas, gravas, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero y materiales inertes que no sobrepasen el tamiz #200 de granulometría
	II- Residuos de material fino	1 Residuos finos no expansivos	Arcillas (Caolín), limos y residuos inertes, poco a no plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría
		2 residuos finos expansivos	Arcillas y löffod inertes gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría
		1 Residuos no pétreos	Plásticos, pv, cobre, aluminio, estaño y zinc
		2 Residuos de carácter metálico	Residuos de tierra negra
	III- Otros Residuos	3 Residuos orgánicos de pedones	Residuos vegetales y otras especies bióticas
4 Residuos orgánicos de cespedonas			
RCD NO APROVECHABLES	IV- Residuos peligrosos	1 Residuos corrosivos, reactivos, radiactivos, explosivos, tóxicos, patógenos (biológicos)	Desechos de productos químicos, emulsiones alquitrán pinturas disolventes orgánicos aceites resinas plastificantes, tintas betunes barnices tejas de asbesto escorias plomo cenizas volantes luminarias, desechos explosivos y los residuos o desechos incluidos en el anexo I y Anexo II o que presente las características de peligrosidad descritas en el anexo III del Decreto 4741 de 2005

**Nota.** Clasificación de residuos de la construcción y la demolición RCD. (“IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS DE LA ...”) Fuente: Adaptación (**Romero & Rodríguez , 2019**).

Elementos de construcción a partir de residuos de construcción y demolición en Bogotá. (“ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN A PARTIR DE RESIDUOS DE

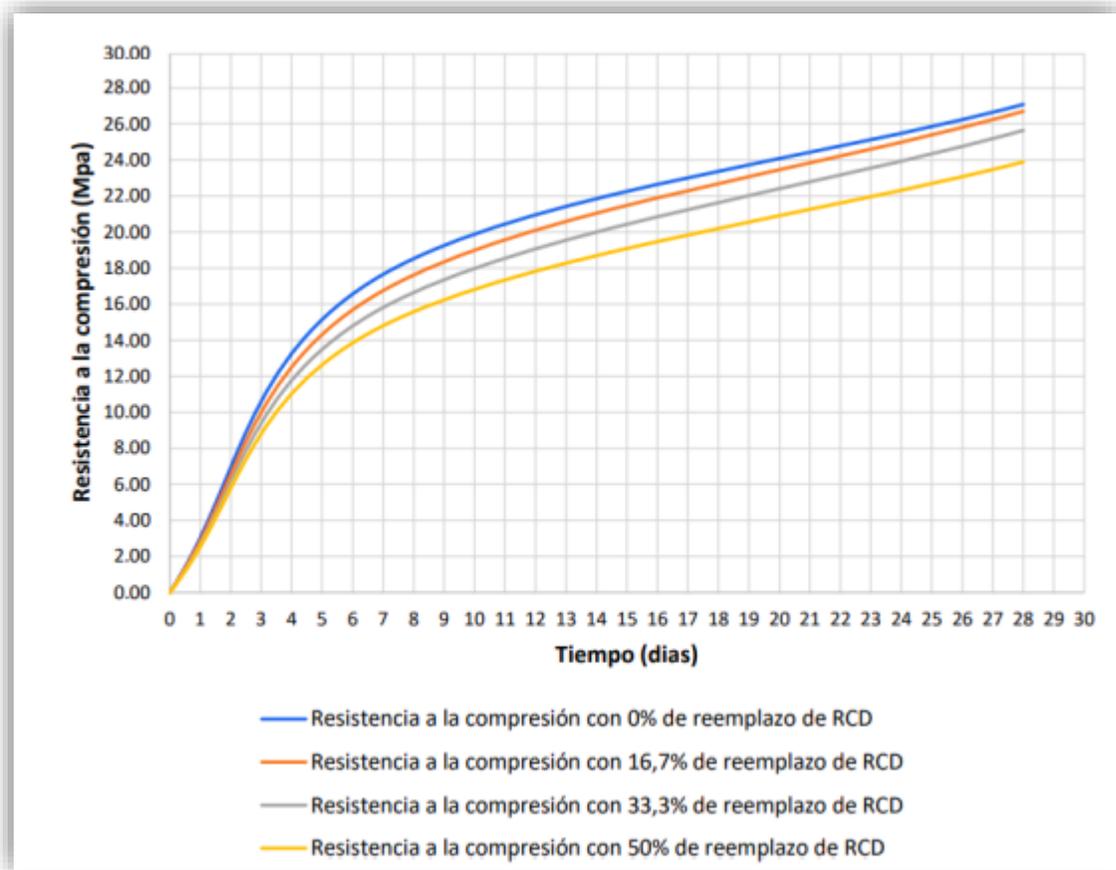
CONSTRUCCIÓN Y ...”) (Rocha , 2020). En este estudio se logra identificar materiales como son los: agregados para concretos y para mortero, pavimento para carreteras y cementos ecoeficientes, en el sector constructivo de Bogotá, susceptibles de ser modificados y reutilizados nuevamente como material para otro proyecto, o en diferentes procesos industriales del sector. Considerando que en Bogotá se localizan mayoritariamente las plantas de reutilización de materiales residuales procedentes de la Construcción y la Demolición, teniendo en cuenta las cifras sobre la generación de material residual en Bogotá propuestas dentro de la investigación.

*Ilustración 3 Residuos producidos en Bogotá*

<b>RCD</b>	
Generados por obras públicas	4,3 metros/año
Generados por obras privadas	7,7 metros/año
Total	12 metros / año = hab * año

**Nota.** En la tabla se observan las cifras en metros por año de la generación de residuos para la ciudad de Bogotá. Fuente: Adaptación (Rocha , 2020) Influencia de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) provenientes de concreto en el comportamiento mecánico y al ataque de cloruros en mortero de cemento hidráulico. (Rojas & Olaya , 2020). En la investigación se plantea la evaluación del comportamiento químico del mortero con reemplazos de agregado fino originados de Residuos de Construcción y Demolición (RCD). 56 de esta investigación, se rescata la relación entre solidez frente a la compresión vs tiempo de los tipos de concretos estudiadas

*Ilustración 4 Solidez frente a la Compresión vs Tiempo*



**Nota.** La figura detalla la relación entre solidez frente a la compresión vs tiempo de la mezcla de concretos con reemplazos que van entre los rangos de 0 – 50%. Fuente: Adaptación (Rojas & Olaya , 2020)

Finalmente, se analiza que los seres humanos, por naturaleza poseemos un sinnúmero de habilidades, capacidades y destrezas que nos permiten transmitir conocimiento, experiencia y sabiduría “(Cuando el ser humano decide hacer un cambio positivo en su vida y en la de los demás, se pregunta así mismo: ¿Cuándo, ¿cómo, ¿dónde y por qué estoy aquí?,

A partir de ello, la mente humana nos distrae la posibilidad de encontrar la solución a muchas problemáticas que actualmente se encuentran en la sociedad. Cuando nace una organización o empresa es porque se ha revisado y experimentado algunas necesidades y dimensiones encaminadas al ecosistema, la biodiversidad, la población vulnerable, las incidencias globales de desarrollo sostenible, la familia, la comunidad entre otros; todas con un fin específico desde lo productivo, lo competitivo y lo responsable socialmente, para ello el programa de ingeniería civil y el instrumento de emprendimiento centro progesa crean una ruta de formación académica en emprendimiento que fortalece los procesos de enseñanza- aprendizaje y los resultados de aprendizajes evaluados para un contexto laboral ante la sociedad.

## **CAPITULO I**

### **4 Planteamiento del problema.**

La construcción de obras civiles tiene como propósito satisfacer necesidades básicas de la población. Acondicionando el entorno y mejorando notablemente la calidad de vida. A pesar de ello, dicho beneficio se ve opacado por el impacto ambiental que surge del manejo inadecuado de los residuos generados en las diferentes etapas del proceso, partiendo desde la generación de materiales de construcción hasta la ejecución misma de la obra. Así mismo (Agudelo & Rodríguez, 2014) define los RCD como residuos de naturaleza fundamentalmente inerte generados en obras de excavación, construcción, reparación, remodelación, rehabilitación y demolición, incluidos los de obra menor y

reparación domiciliaria. (“La recuperación de los residuos de construcción y demolición”) Es así como lo que se genera durante las fases de un proyecto de obra civil, no solo lo demolido si no a su vez lo deteriorado durante la obra, requiere ser atendido en una disposición final para no causar daño ambiental.

La demanda de concreto en Colombia ha venido generando un aumento en la explotación de agregados, según el **(DANE, 2020)**, de enero a julio de 2017, la producción de concreto premezclado fue de 561.700 m<sup>3</sup> de los cuales 453.400 m<sup>3</sup> son destinados para la construcción de vivienda y edificaciones, presentando una disminución con respecto al año anterior de 6,9%. Este comportamiento se explica principalmente por la disminución de la producción de concreto para el destino edificaciones (-18,3%), por su parte el destino Obras civiles registró una variación anual de 3,2% en la producción de concreto.

En Colombia, de acuerdo con la normatividad vigente, es obligación de los municipios y distritos ajustar el Programa de Gestión de RCD, promover campañas de educación, cultura y sensibilización sobre la Gestión Integral de RCD, identificar las áreas donde se podrán ubicar las plantas de aprovechamiento, puntos limpios y sitios de disposición final de RCD. Además, los municipios y distritos podrán promover en las licitaciones de obras públicas, incentivos para el uso de material reciclado proveniente de RCD (**Resolución 472 , 2017**).

Por otra parte, se observó que, en el municipio de Girardot, en el último quinquenio, se ha presentado un interesante incremento del sector de la construcción, lo cual ha resultado en la renovación y demolición de inmuebles para abrir paso al progreso del municipio. Dentro de las actividades conexas a esta expansión se encuentra la ampliación de redes de servicios públicos, vías, zonas de recreación, entre otras. Desde el punto de

vista del urbanismo, la infraestructura estudiada en esta indagación corresponde a la categoría de construcciones en concreto.

La Corporación Autónoma Regional CAR, manifiesta el desconocimiento de un sitio legalmente licenciado en la zona que pueda llegar a prestar el servicio de disposición o tratamiento de RCD provenientes de la demolición de estructuras. Teniendo en cuenta la ubicación geográfica de Girardot y las vías de acceso al mismo desde los diferentes límites con municipios vecinos y la importancia para la región en temas de la construcción, no cuenta con un sitio legalmente aprobado por las entidades gubernamentales o ambientales. Esta situación se debe principalmente a una dificultad técnica por parte de la Oficina Asesora de Planeación y la Secretaría de Ambiente Municipal, las cuales no han logrado conformar un equipo profesional que pueda definir dónde y cómo debe funcionar la escombrera (García & Díaz, 2016)

Se ha identificado un problema, correspondiente a la determinación de la calidad de vida de sus habitantes, que incluye factores que no permiten la estabilidad económica en la región y que son desconocidos o no considerados por el poder ejecutivo Municipal. Por otro lado, un problema de esta comunidad es que recibe desechos del basurero municipal y de las áreas urbanas, y si estos problemas persisten, además del impacto social que esto llevaría, en conjunto causarían un gran daño ambiental, lo que puede llevar a reducción de recursos ambientales o su misma eliminación, hechos que conducen a suelos infértiles, enfermedades respiratorias, cancelación de clases, etc. Así mismo, las actividades económicas que realizan frecuentemente los residentes de esta zona y que durante el día comercializan frutas y verduras dentro de su entorno, de la misma forma, en las horas

nocturnas se dedican al trabajo informal de puestos de comidas rápidas (perros calientes, arepas, pinchos, entre otros.).

#### **4.1 Formulación del problema**

Por ende, está investigación busca elaborar mezclas de concreto utilizando residuos de construcción y demolición – R.C.D - tomados en obra y llevados al laboratorio para su aprovechamiento en la fabricación de estas mezclas. De acuerdo con lo expuesto surge la siguiente pregunta problema, ¿De qué manera la reutilización del material granular extraído de los RCD, se puede aprovechar para diseños de mezclas de concreto, en la vereda Barzalosa del Municipio de Girardot?

## **CAPITULO II**

### **5 Objetivos**

#### **5.1 General**

Diseñar mezclas de concreto a partir de la extracción de los materiales granulares y los Residuos de construcción y demolición (RCD), depositados en la vereda de Barzalosa en el Municipio de Girardot, Cundinamarca.

#### **5.2 Específicos**

- Transformar los materiales granulares de los RCD para las mezclas de concreto en la vereda de Barzalosa en el Municipio de Girardot.

- Generar diseños de mezclas a través de la utilización de los materiales granulares, en la vereda de Barzalosa en el Municipio de Girardot.
- Elaborar ensayos físicos-mecánicos de los diseños de mezclas determinando la viabilidad de la utilización de los materiales granulares de los RCD, en la vereda de Barzalosa en el Municipio de Girardot.
- Identificar el impacto ambiental ocasionado por los RCD.
- Presentar el modelo de emprendimiento UNIMINUTO y relacionarlo con los logros alcanzados de la investigación de los RCD para el programa de ingeniería civil.

### **CAPITULO III**

#### **6 Alcance**

Los organismos nacionales y municipales han venido aumentando paulatinamente la exigencia de ahorro de los RCD, gracias al **decreto 351, (2014)** por el cual se establecen los procedimientos, procesos, actividades y/o estándares que deben adoptarse y realizarse en la gestión integral de todos los residuos generados por el desarrollo de las actividades constructivas. Pero hace falta una normatividad que además de regular incentive al sector de la construcción en cuanto a la gestión o manejo de los RCD, a través de beneficios económicos que hagan que el aprovechamiento de estos sea atractivo, además de los beneficios ambientales que genera, más que lograr legalizar sitios para disposición final de los producidos diariamente.

En esta parte de la investigación, desde la parte disciplinar se busca definir estrategias que se puedan implementar para la reutilización o manejo de los RCD en la vereda Barzalosa de la ciudad de Girardot. Con estas estrategias se pretende reducir el impacto tanto económico que puedan ocasionar las actividades de desechos de construcción, los cuales pueden ser aprovechados de múltiples formas y puede ser un ahorro significativo en la ejecución de la obra, y por otro lado se reduce en el impacto negativo ambientalmente generado por la disposición final de RCD. Convirtiéndose esta transformación de materiales como una oportunidad para generar emprendimientos con los habitantes del municipio y con los apoyos que la academia desde diferentes perspectivas puede aportar para el mejoramiento de dicha calidad de vida.

Una de estas estrategias es la regla de las 3R el reciclaje, reducción y reutilización mediante un proceso que se realizaría inicialmente desde el generador, donde este pueda acopiar y reutilizar los materiales sobrantes de las construcciones y demoliciones caso preciso el concreto, clasificando sus agregados mediante un proceso de trituración y tamizaje los cuales pueden reutilizar como base para carreteras, nivelar y estabilizar suelo o terraplenes.

Es de vital importancia tener un proceso adecuado de disposición de estos residuos aparte de generar beneficios ambientales, puede generar beneficios económicos, poniendo en práctica el reciclar, reducir y el reutilizar, de este modo estos residuos tendrán otra vida útil y con esto se verá una reducción de los volúmenes de residuos generados en obra. Por esta razón es necesario implementar las practicas adecuadas para la manipulación, gestión y tratamiento de los residuos RCD susceptibles de aprovechamiento, tales como:

- "Productos de excavación y sobrantes de la adecuación de terreno: coberturas vegetales, tierras, limos y materiales pétreos productos de la excavación, entre otros." ("GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN - Cardique")
- Productos de cimentaciones y pilotajes: arcillas, bentonitas y demás.
- Pétreos: hormigón, arenas, gravas, gravillas, cantos, pétreos asfálticos, trozos de ladrillos y bloques, cerámicas, sobrantes de mezcla de cementos y concretos hidráulicos, entre otros.
- No pétreos: vidrio, metales como acero, hierro, cobre, aluminio, con o sin recubrimientos de zinc o estaño, plásticos tales como PVC, polietileno, policarbonato, acrílico, espumas de 15 polietileno y de poliuretano, gomas y cauchos, compuestos de madera o cartón-yeso (drywall), entre otros.

**(Contraloría de Cundinamarca, 2019)**

Para el caso de reciclaje son recolectados y transformados en nuevos materiales que puedan ser reincorporados al ciclo productivo y utilizados como nuevos productos o materias primas. Para que el reciclaje sea efectivo se debe implementar desde un programa integral, teniendo en cuenta la composición de los residuos, la disponibilidad de mercados para los materiales reciclados, la situación económica de la región y la participación de la comunidad.

Según la Guía para la elaboración del Plan de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en obra. Los materiales de origen pétreo pueden reincorporarse a su ciclo productivo mediante un proceso de trituración y cribado, con la ubicación de una planta móvil en frentes de obra, cumpliendo así con lo dispuesto en la

Resolución 1115 de 2012, que prevé un aprovechamiento inicial del 5% de RCD a partir de agosto de 2013; cada año dicho porcentaje aumentará en cinco (5) unidades porcentuales hasta alcanzar mínimo un 25% del volumen o peso del material utilizado en la obra para su construcción. (**Alcaldía Mayor de Bogotá , 2014**)

En síntesis, se llevará a cabo las siguientes propuestas:

- Establecer un plan de manejo de RCD en la vereda Barzalosa y así de manera eficaz todos los colaboradores podrán llevar los controles necesarios para un correcto seguimiento.
- Evaluar el costo de la disposición de los RCD cuyo fin es incorporarlos a los presupuestos generales de la obra, debido a que se trata de una actividad más en el proyecto.
- Promover la creación de plantas de tratamiento de residuos de la construcción.
- Verificar la calidad de los escombros generados, así realizar pruebas en laboratorio y determinar el tipo de aprovechamiento, teniendo en cuenta que los residuos de estos materiales pueden ser reciclados lo cual aumentaría el ciclo de vida de los materiales de donde proceden, y que a su vez son materiales que pueden reciclarse, otra línea de investigación puede ser el ciclo de vida de los RCD.
- Se recomienda para todo el gremio constructor aplicar la normativa necesaria donde se establecen los criterios y el debido manejo de los RCD, con el fin de obtener de ellos un uso adecuado y sostenible.

Por ello el uso de concreto reciclado es una forma efectiva de reducir los vertederos de basura, los costos asociados a su descarte y evitar la afectación de los suelos. Además, permite la sustitución de materia prima, reduce el impacto ambiental por la explotación de recursos naturales y genera empleo. Por otra parte, al ser procesado en el mismo sitio de construcción o demolición, reduce el gasto de transporte. Esto se combina con el buen rendimiento que puede tener debido a sus propiedades de densidad y su capacidad de compactación, que lo hacen especialmente útil para varias aplicaciones. (UMACON, 2017).

## 7 Antecedentes

El sector de la construcción contribuye a muchos de los impactos medioambientales. Según Barrientos (2016), la industria de la construcción es la principal consumidora de recursos en el mundo. Se estima que el 40% de la energía total y el 30% de emisiones de CO<sub>2</sub> provienen de dicha industria. Así mismo, los residuos provenientes de la industria de la construcción, denominados residuos de construcción y demolición (RCD) y que corresponden principalmente a ladrillos, tejas, cerámica, artículos sanitarios, mezclas de hormigón y restos de yeso, se constituyen en un problema ambiental grave, ya que su generación y mala disposición, ocasiona diversos impactos negativos como: la contaminación del agua, la tierra y el aire, y afectación en los ecosistemas y en la salud humana.

Por otro lado, es necesario hacer una evaluación de los beneficios globales derivados del reciclaje de concreto para el desarrollo sostenible. El concreto tiene un alto impacto

medioambiental con respecto a los insumos, específicamente en la fase de producción de cemento. El transporte y envío en todas las etapas de producción es la segunda fuente más importante de los impactos según Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible (2009).

1. El uso de RCD minimiza los residuos de concreto; este material reciclado puede ser utilizado dentro de la misma área de generación, esto puede conducir a una disminución en el consumo de energía a partir del transporte y la producción de agregados. Esto puede ayudar a mejorar la calidad del aire mediante la reducción de emisiones de las fuentes de transporte.

2. Además de los beneficios para el medio ambiente, utilizar concreto reciclado también puede tener beneficios económicos, teniendo en cuenta la situación y las condiciones locales:

- Cercanía y cantidad de agregados naturales disponibles.
- El costo de enviar a los sitios de disposición final muchas veces puede ser superior al costo de separar y vender los residuos de concreto, de un sitio de construcción a un agente reciclador

3. La reutilización de los escombros de la demolición de concreto, reduce cantidades antiestéticas de escombros de concreto, de los que se reduce los impactos al paisaje

4. La durabilidad del concreto reciclado significa que su larga vida útil puede presentar ventajas en sostenibilidad frente a otros materiales de construcción.

### **Antecedentes Internacionales**

En el ámbito internacional las investigaciones y aplicaciones que se han dado al uso de los residuos de construcción y demolición (RCD), en términos generales han sido

numerosas, en su mayoría este que, el concreto es el material de construcción más utilizado en el mundo, en consecuencia, los residuos de concreto son unas de las principales fuentes de residuos en el mundo. El alto volumen de residuos de construcción y demolición constituye un problema ambiental grave. En los Estados Unidos se estima que hay alrededor de 140 millones de toneladas, Eurostat calcula que en total para Europa está al alrededor de los 970 millones de toneladas/año, lo que representa casi 2 toneladas per cápita. ( **Guacaneme, 2015**)

De acuerdo con algunos estudios Guatemala en los últimos años ha presentado problemas ambientales por causa de los desechos de construcción y laboratorios de fallo de cilindros, El gobierno ha creado normas y regulaciones para mitigar el efecto que causa ambientalmente el concreto, asimismo, se caracterizan lo residuos sólidos en una de las plantas productoras de concreto premezclado. Según la investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala Reciclaje de desechos de concreto y verificación de características físicas y propiedades mecánicas, verificaron el desempeño del concreto elaborado con agregado proveniente de cilindros de hormigón. Los cilindros fueron triturados hasta convertirlos en agregado grueso, y se evaluaron las propiedades físicas y mecánicas de un agregado natural fino y grueso, conforme las Normas ASTM, y con los datos obtenidos, se determinó que los agregados de estos bancos cumplen con la mayoría de las especificaciones

### **7.1 Antecedentes Nacionales**

En Colombia a pesar de que existe diversas iniciativas, vistas desde planes distritales y resoluciones, aún no existe una norma específica sobre las características técnicas que debe tener un producto de concreto reciclado, por lo que la mayoría hace

referencia a las especificaciones del producto con material virgen, como es el Reglamento Técnico del IDU- ET- 2005, cuyo objetivo fue adelantar las especificaciones técnicas relacionadas con los materiales de construcción en la dinámica de la ingeniería vial. Entrando no solo las características técnicas que deben tener los materiales de construcción vial en Colombia, también las especificaciones técnicas que deberían tener estos agregados de concreto hidráulico para las vías. De acuerdo con lo anterior existen investigaciones recientes como la de **(Hernández , 2020)** Propuesta para la reutilización de residuos y escombros provenientes de los laboratorios de concreto en Villavicencio. Con el fin de mitigar el daño ambiental causados en el entorno y reducción de costos, fabricando nueve cilindros por cada tipo de concreto, uno convencional, el otro con 50% de residuos de concreto y 1 % de fibras de acero y el ultimo del 100% de residuos de concreto y 1% fibras de acero para realizar los respectivos ensayos de asentamiento, resistencia a la compresión y módulos de elasticidad. Con los resultados obtenidos establecieron que los escombros o residuos de concreto y las fibras de acero garantizaron mayor resistencia en el concreto con 50% de escombros y 1% de fibras de acero siendo este con mayor resistencia a los 28 días de edad, mientras que el concreto con 100% de escombros y 1% de fibras de acero obtuvo una menor resistencia, por lo cual no es confiable su uso en estructuras de concreto que exija alta resistencia, y se requiere implementación en productos que no requieran gran resistencia.

## **7.2 Antecedentes Regionales**

En el Municipio de Girardot autorizaron el lote denominado «La Escombrera», ubicado en la vereda Potrerillo, al sur de Girardot, con un área aproximada de 1.8 hectáreas, y una capacidad de acumulación aproximada de 718 877.50 m<sup>3</sup>, como sitio de disposición

final de escombros, concretos y agregados sueltos de construcción, capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación, ladrillo, acero, concreto y similares, mediante la Resolución CAR 1296 de 23/05/2017 por parte de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), sin embargo, hasta la fecha aún no se encuentra en operación (Plus Publicación, 2021). Según el informe Gestión Integral de los Residuos Sólidos de la (**Contraloría de Cundinamarca, 2019**), en Cundinamarca el 50% de los municipios han incorporado en los PGIRS el manejo de los RCD, y tan solo 3 cuentan con escombreras. Girardot no cuenta con manejo de RCD en el PGIRS. “Es obligación de las administraciones municipales definir estos lugares, los cuales se deben seleccionar técnicamente, minimizando y controlando los impactos ambientales en el manejo de los RCD, utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de dichos residuos” (p.79)

Finalmente, se resalta el estudio realizado en el Municipio de Ricaurte en el cual analizan las propiedades de residuos de construcción y demolición (RCD) como base granular en la construcción de pavimentos, como solución a la problemática ambiental y social, producida por el crecimiento urbano en los últimos años y por el manejo inadecuado de estos residuos. obteniendo como resultado que la muestra de RCD cumple con ciertas características, pero no es viable para ser usada como una base granular en la construcción de pavimentos debido a que no cumple con todas las especificaciones requeridas por el Instituto Nacional de Vías (**Fonseca & Sánchez , 2019**).

## 8 Justificación

En Colombia, el aprovechamiento de los (RCD) no se considera un campo de interés para la construcción, reflejo de ello es la mínima normatividad y/o recomendaciones necesarias para asegurar parámetros en los materiales como pueden ser la calidad y la funcionalidad, (**Jurado & Ortiz, 2021**) De acuerdo a lo anterior la desviación de los RCD de las escombreras a la reutilización y reciclaje debe iniciar un proceso de atención de las autoridades locales, regionales y nacionales para generar beneficios para la sociedad, la economía, y el medio ambiente como la creación de nuevos puestos de trabajo, extensión de la vida útil de los rellenos sanitarios, reducción de la demanda de materiales originarios de canteras, la conservación del suelo y el hábitat, la reducción de los costos globales de eliminación y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

De acuerdo con la integración de conocimiento y experiencia esta investigación propone en función del desarrollo de la región o del país para los ingenieros/as civiles debemos enfrentar los diversos problemas ambientales que se puedan generar debido a la construcción, uno de estos es la utilización de los residuos de construcción y demolición (RCD). Por lo tanto, esta investigación tiene como referencia los estudios realizados en el contexto social del municipio de Girardot, en cuanto al tratamiento y la reutilización de estos elaborando mezclas de concreto y probando por medio de las muestras de cilindros tomados en obra y fallados en los laboratorios para su correcto almacenamiento y fabricación correcta en la elaboración de mezclas de concreto que ayude a disminuir la contaminación y prevenir el daño causado al medioambiente.

En conclusión, mantener un control constante sobre los RCD, que incluya, la elaboración de recomendaciones, fichas técnicas con requisitos mínimos o propiedades a

evaluar, normatividad, etc. Supone una minimización de repercusiones de índole ambiental como el uso desmedido de recursos naturales, la contaminación de aguas o ecosistemas, también de índole económico, ya que permite la disminución de costos y la consecución de metas en proyectos de construcción, considerando que los ensayos y el correcto tratamiento de los RCD garantice el cumplimiento de condiciones iguales o mejores que los materiales naturales, para poder suplir su necesidad en obras de construcción a mediana y gran escala, del mismo modo sería viable controlar los depósitos ilegales

## **8.1 Beneficios**

### **8.1.1 Humano**

Analizar la problemática de los Residuos de la Construcción y la Demolición (RCD) para su reutilización en mezclas de concreto. A través de investigaciones y pruebas de laboratorio aprovechar los residuos de construcción y demolición donde el beneficiario directo es la comunidad Barzalosa del municipio Girardot, al no ser solo una alternativa rentable frente a la convencional, sino que, su comercialización una vez aprobada las pruebas de laboratorio podrá llegar a hacer una fuente de empleo para esta localidad. Además de los aportes para mitigar el daño ambiental y así mejorar las condiciones de salud de quienes pueden estar expuestos a las prácticas y manejo inadecuado de residuos de la construcción.

### **8.1.2 Social**

Esta investigación es esencial porque es difícil estimar la cantidad de residuos de construcción y demolición (RCD) que se generan, en el municipio de Girardot debido a que esas estadísticas depende de la actividad constructiva que se esté desarrollando, de su magnitud y de la etapa en la que se encuentre por ello se utiliza la realidad social como

herramienta para recopilar toda la información detallada sobre dónde se llevó a cabo la actividad especialmente, entidades que se dediquen a la construcción para así poder organizar y orientar el uso adecuado de los residuos RCD para ayudar a reducir la contaminación y prevenir daños medioambientales. De igual manera la organización de la sociedad en temas de participación en la búsqueda de soluciones comunes y aportes a la generación de políticas sociales en pro del mejoramiento económico, social y ambiental desde la perspectiva del emprendimiento productivo.

### **8.1.3 Ambiental**

Desde la parte disciplinar se busca definir estrategias que se puedan implementar para la reutilización o manejo de los RCD en la vereda Barzalosa, Girardot. Con estas estrategias buscamos reducir el impacto tanto económico que puedan ocasionar las actividades de desechos de construcción, los cuales pueden ser aprovechados de múltiples formas y puede ser un ahorro significativo en la ejecución de la obra, y por otro lado se reduce en el impacto negativo ambientalmente generado por la disposición final de RCD. Además, cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), el articulado a este estudio es el objetivo N° 11: lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles, la rápida urbanización está dando como resultado un número creciente de habitantes, infraestructuras y servicios inadecuados y sobrecargados (como la recogida de residuos y los sistemas de agua y saneamiento, carreteras y transporte), lo cual está empeorando la contaminación del aire (PNUD, 2022)

Es de importancia aclarar que los RCD se podrán reutilizar siempre y cuando no estén mezclados con materia orgánica, plásticos, maderas, papel, hierro o sustancias

peligrosas. Está prohibida la reutilización in situ de RCD sin su previa clasificación (ordinarios, especiales y peligrosos).

#### ***8.1.4 Tecnológico-Científico***

La recolección de información y resultados obtenidos pretende demostrar, que poner en práctica la consigna de las 3R, Reducir, Reciclar y Reutilizar, ayudará a disminuir la cantidad de material natural explotado, actualmente utilizado como materia prima, consumida por las empresas constructoras de obras civiles en Girardot, Cundinamarca toda vez que los residuos de demolición, de excavaciones y sobrantes de los procesos constructivos, pueden ser reciclándolos y/o reutilizados dándoles una 2da vida útil, reduciendo los volúmenes de disposición lo que conlleva a darle una nueva valorización a los mismos. La calidad de los escombros generados, así realizar pruebas en laboratorio y determinar el tipo de aprovechamiento, teniendo en cuenta que los residuos de estos materiales pueden ser reciclados lo cual aumentaría el ciclo de vida de los materiales de donde proceden, y que a su vez son materiales que pueden reciclarse, otra línea de investigación puede ser el ciclo de vida de los RCD.

#### ***8.1.5 Económico***

Los gastos que implican la recolección, transporte, manipulación y disposición final de estos materiales, se incrementan día a día, agregado a ello el gasto social desde la perspectiva de salud, ambiente, sin lugar a duda afecta a toda la comunidad, pero que también, es efecto de la falta de conciencia, de educación y de cultura ambiental. Es por

ello que desde la administración municipal y nacional han venido aumentando paulatinamente la exigencia de ahorro de los RCD, pero hace falta una normatividad que además de regular incentive al sector de la construcción en cuanto a la gestión o manejo de los RCD, a través de beneficios económicos que hagan que el aprovechamiento de estos sea atractivo además de los beneficios ambientales que genera, más que lograr legalizar sitios para disposición final de los producidos diariamente.

## **8.2 Análisis del impacto de nuestra propuesta de proyecto en tres dimensiones:**

### **Social, económica y ambiental**

El sector de la construcción al estar relacionada con el crecimiento de la población y el desarrollo económico y político en el mundo ha implicado a un aumento en su demanda en el mundo actual. El problema se basa en que el sector aún no ha hecho las normativas y proyectos investigativos necesarios para mitigar su impacto ambiental en el mundo. Por ende, se formula el presente proyecto “Diseño de mezclas de concreto de bajo impacto ambiental, con la incorporación del material granular extraído de los RCD para la vereda Barzalosa del Municipio de Girardot” siendo una alternativa sostenible que impulsa el desarrollo socioeconómico de los habitantes de la vereda Barzalosa.

Para este análisis se tomó en cuenta el trabajo de caracterización socioeconómica y ambiental de la población rural de Girardot vereda del norte de Barzalosa centro, año 2015 los datos recolectados en el trabajo de campo realizado por los estudiantes de II semestre de administración de empresas de la universidad de Cundinamarca jornada nocturna donde se deduce que en las encuesta que ellos realizaron se da un panorama claro de cómo el

comercio informal y los microempresarios se toma por completo la economía de la vereda y alguna parte de la población se desempeña como trabajadores en la ciudad de Girardot con esto podemos ver una tendencia clara hacia la creación de microempresa. Siendo una óptima señal a la propuesta del diseño de mezclas a partir de RCD en la generación de empleo.

### **8.2.1 Contexto social**

Las dos veredas objeto de estudio pertenecen al área rural del norte de la ciudad de Girardot, la principal actividad pecuaria que se desarrolla es la ganadería, existen 116 predios con explotación ganadera por otro lado el nivel educativo de la mayoría de las personas encuestadas es Bachiller con un 33%, sigue primaria con 30%, el 16% de estas personas han hecho un técnico, los cuales son personas jóvenes, el 7% han hecho un pregrado en una universidad de Girardot y también son personas jóvenes, el 3% han hecho cursos que da la Oficina de Desarrollo Económico y la Alcaldía de Girardot, y tan solo el 11% no tiene ningún nivel educativo en estas veredas. el 87% trabajan informalmente y el 13% de estas tienen un tipo de trabajo formal con un contrato en la ciudad y en la zona veredal. La mayoría de las personas son humildes con casas hechas en ladrillo, no cuentan con un sistema previo de acueducto y alcantarillado es decir que recurren a técnica milenarias con pozos sépticos, en su mayoría son cabezas de hogar y con su propia actividad económica ubicada en su casa.

Teniendo lo anterior en cuenta nuestro proyecto tendrá influencia positiva en esta comunidad al impulsar una iniciativa de cambio, de un material convencional como cemento a una sostenible y rentable como las mezc

las de concreto a partir de residuos de demolición y construcción, proporcionando a la comunidad una disminución no solo de impactos ambiental, si no de conciencia, al fomentar la reutilización de un producto para adquirir un subproducto y proyectar un cambio en su informalidad con la generación de empleo en comercialización e implementación de estas mezclas.

### **8.2.2 Contexto económico**

Las veredas de la ciudad de Girardot (Barzalosa centro y Barzalosa cementerio) centran su actividad económica en trabajos informales por lo tanto no cuentan con apoyos de ente gubernamentales y financieros, el comercio informal y los microempresarios se toma por completo la economía de la vereda y alguna parte de la población se desempeña como trabajadores en la ciudad de Girardot con esto podemos ver una tendencia clara hacia la creación de microempresa. Dentro de las actividades de trabajo informal observamos que el 17% son tiendas ubicadas en estas veredas dedicadas a satisfacer las necesidades primarias de los habitantes para su consumo diario, el 26% de las personas encuestadas tienen venta de huevos de gallina porque es un actividad lucrativa para ellos porque es muy económico realizarla y después de que ya la gallina ponedora deja de poner huevos, venden estas gallinas para su consumo y no tienen ninguna perdida, la cual es la actividad principal del 13% de la población encuestada. Por otro lado, al pertenecer al 7,6% de la extensión rural de la ciudad de Girardot, la ausencia de políticas agrícolas para activar el sector rural y el bajo nivel de tecnificación de riego para el sector agrícola ha disminuido notablemente la producción de cítricos, mango y guanábana la comercialización de estos productos es una

de las grandes debilidades, la ausencia de políticas que contribuyan al desarrollo económico también es una falencia que tiene la población.

En este panorama se afirma que, las condiciones sociales que viven estas personas inciden sobre el capital humano emprendedor; el nivel de ingresos, las condiciones de donde viven y el acceso a la educación afecta en el progreso de cada individuo, pero es más grande la convicción, los sueños, las metas propuestas y las ganas de salir adelante que cualquier condición social. Si fusionamos el contexto socioeconómico con el ambiental se evidencia el casco rural de Barzalosa las afectaciones de los habitantes que se encuentran de los sectores donde se están haciendo reformas domiciliarias ya que estos RDC son dejados al frente de su casa durante termina la obra y esto con lleva animales callejeros, originando proliferación de vectores, olores desagradables y contaminación visual, en segundo lugar se afectan los habitantes de todo el casco urbano por la presentación de los residuos en sacos de polipropileno, retornables, los cuales quedan a la intemperie por largo tiempo, originando contaminación visual o paisajística.

### **8.2.3 Contexto ambiental**

El cambio climático causa la variabilidad de la temperatura, la humedad y los gases de la atmosfera trayendo grandes consecuencias en la agricultura así mismo afectando el sector económico de la vereda como lo es el crecimiento de hongos y plagas, las grandes temporadas de sequías e inundaciones reduciendo el rendimiento y la producción de los cultivos. Por otro lado al está en auge el sector de construcción y remodelación queda como resultado la generación de grandes volúmenes de residuos de escombros y otros residuos mixtos que se han convertido en un problema casi inmanejable para la ciudad .El manejo

actual de los escombros a nivel nacional y municipal, se reduce a la disposición final en escombreras o terrenos para nivelaciones y la legislación existente en el tema de escombros no establece mayores controles para el manejo de éstos, de hecho la ciudad tiene una escasa oferta de sitios destinados para la recepción y adecuado manejo de escombros.

Socialmente no se vislumbra una gestión ambiental clara y adecuada, hay desconocimiento por parte de los generadores de cómo es el proceso de manejo y disposición, la recolección de éstos se convierte en un problema de tipo socio económico por los elevados costos que conlleva la recolección de éstos por parte de las empresas autorizadas por el área metropolitana y sumémosle a eso la desarticulación que hay. En consecuencia, a esto la propuesta de nuestro proyecto, los beneficios ambientales son muy grande ya que ayuda a que se disminuya la demanda de materiales naturales desde la fabricación de producto de menor costo económico y ambiental. Al igual, que beneficia la reducción del impacto ambiental generado en los desechos de construcción, debido a que el producto es realizado desde estos residuos. Llevando a que la misma demanda del producto reciclado haga que se demande los residuos de construcción, disminuyéndolos.

### **8.3 Una mirada académica desde el emprendimiento.**

Podríamos anticipar que el motor de creación, supervivencia, crecimiento, desarrollo y trascendencia de los emprendimientos deberá de ser enfocado a la generación de la productividad, la competitividad y la responsabilidad social, aceptando que el mayor cambio en el sistema es que la economía es circular y no lineal, así como el aprendizaje y las demás funciones biológicas de los sistemas vivos, por lo que la concepción de la idea

hasta la materialización de la misma conllevan grandes elementos de visión e impacto global con tácticas y tareas de implementación local.

Se dice que una idea debe ser original, pero ¿cómo se logra hacer eso?, proponemos ir al origen de la restricción o carencia que detonó esa necesidad o deseo. Si nuestros emprendedores, desarrollan la capacidad de generar ideas originales con base en el consumidor, podremos entonces asumir que su idea tiene pertinencia para el mercado al que va dirigida, y sobre todo a los públicos que va a beneficiar.

El propósito para la organización es como para el planeta tierra el magma que está al centro y que nos hace únicos en el sistema solar. El propósito para una organización es su principal y en algunos casos su único factor diferenciador. Al haber construido la empresa desde su idea original el propósito debe ser pertinente y nos referimos a que sea válida esa innovación para ser adoptada por sus grupos de beneficio.

Si lo anterior, se cumple da paso a crear y proteger los activos intangibles de la organización, los cuales según **(Costa, 2003)** propone son desde la Marca Corporativa, la Cultura de la Organización, la Identidad, los procesos de Transparencia y la Ética Empresarial, la Reputación y Responsabilidad Social; agregaremos su Congruencia y búsqueda hacia la Excelencia tanto en los procesos del día a día como en la innovación y transformación.

En consecuencia, de estas buenas prácticas se vuelve prioritario que las ideas que nacen en el marco de la cuarta revolución industrial o en la llamada era del conocimiento radique su importancia en la capacidad de ser creadas, hiperconectadas y de ser protegidas por las leyes y tratados internacionales que plantean el marco en el cual se pueden explotar

productivamente cuando se cuenta con la propiedad intelectual, esto dando un peso específico a la organización con los llamados activos intangibles.

## CAPITULO IV

### 9 Marco referencial

#### 9.1 Marco geográfico

Girardot es un municipio colombiano ubicado en el departamento de Cundinamarca, provincia de Alto Magdalena, de la cual es capital. Limita al norte con el municipio de Nariño y Tocaima, al sur con el municipio de Flandes y el Río Magdalena, al oeste con el municipio de Nariño, el Río Magdalena y el municipio de Coello y al este con el municipio de Ricaurte y el Río Bogotá. Girardot es después de Soacha, la ciudad más importante de Cundinamarca por: Su población, centros de educación superior, economía y extensión urbana. También, es una de las ciudades con más afluencia de turistas y población flotante del país. Girardot conforma una conurbación junto con los municipios de Flandes y Ricaurte que suman una población de 144,248 habitantes. Su área rural aproxima de 120 Km<sup>2</sup>, según datos aportados por el SISBEN, con 1.242 viviendas y con una población de 4000 habitantes. Compuesto por 11 veredas: 7 ubicadas en la zona Norte (Guabinal plan, Guabinal cerro, Barzalosa centro, Barzalosa Cementerio, presidente, Piamonte y Berlín), Una en la zona centro (Agua Blanca) y 3 en el Sur (Potrerillo, San Lorenzo y Acapulco).

*Ilustración 5 Georreferenciación Vereda Barzalosa*



**Fuente:** Ubicación satelital de la vereda Barzalosa herramienta Google earth

Las veredas Barzalosa cementerio y Barzalosa centro, pertenecen al 7,6% de la extensión rural de la ciudad de Girardot. Estas veredas cuentan con 1752 personas sisbenizadas donde los estratos predominantes es el 1,2 y 3 como se muestra en la tabla

*Tabla 1 Estrato socioeconómico de la vereda Barzalosa*

ESTRATO SOCIOECONÓMICO	NÚMERO DE PERSONAS	%
NO ESPECIFICA	6	0.34%
UNO	1602	91.44%
DOS	129	7.36%
TRES	15	0.86%
TOTAL	1752	100%

**Nota:** Estrato socioeconómico de la vereda Barzalosa tomado de (Sáenz & Barrios, 2018)(

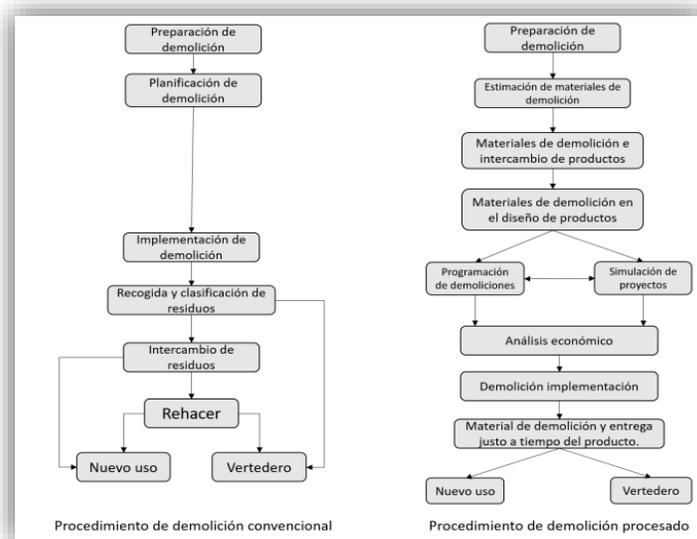
Por otra parte, la actividad económica que más se desarrolla es en el sector agropecuario, la economía informal y artesanal también se ve muy desarrollada en estas dos veredas los cuales generan ingresos económicos-monetarios para suplir las necesidades vitales a una parte de la población.

## 9.2 Marco teórico

### 9.2.1 Clases de demoliciones

Comprender cómo se generan los RCD, beneficia la reutilización llevada a cabo por profesionales de la ingeniería en plantas de reciclaje autorizadas, ya que es posible determinar con facilidad los componentes que forma el agregado y por ende realizar el tratamiento pertinente, en la ilustración 7, se detallan algunas técnicas de demolición propuestas por el British Standard Code of Practice for Demolition, demolición por máquinas, demolición manual, demolición química y demolición por ráfaga de agua. Aquí es interesante anotar que la demolición por explosivos hace parte de la demolición por agentes químicos. Además, se plantea una comparación del proceso de demolición propuesta por (Pranav, Pitroda, & Bhavsar, 2015) señalado en la ilustración 6.

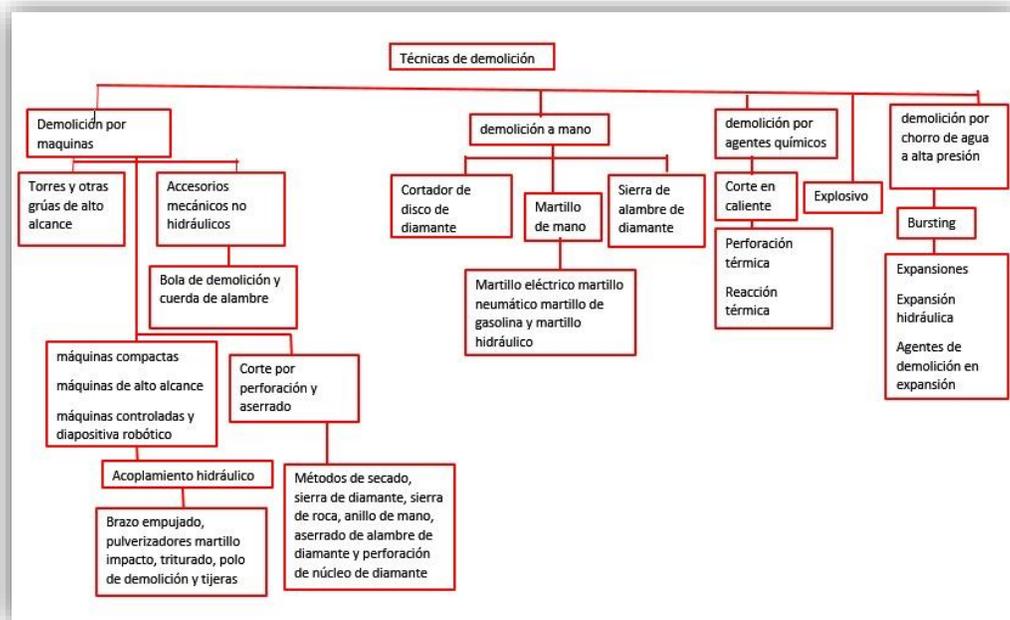
*Ilustración 6 Comparativo proceso de demolición*



**Nota.** En la figura se detalla el proceso de demolición convencional y el modelo propuesto.

Fuente: (Pranav, Pitroda, & Bhavsar, 2015)

*Ilustración 7 Técnicas de demolición*



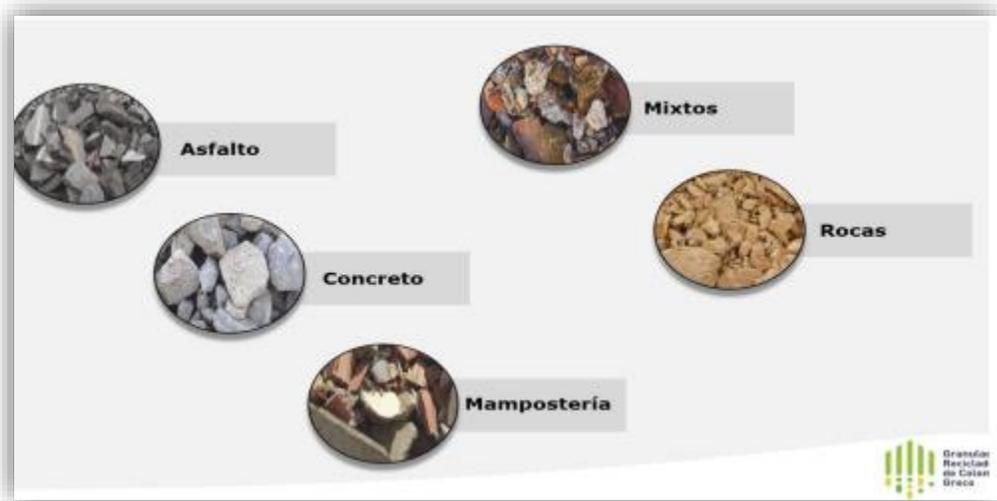
**Nota.** En la figura se detalla con precisión varias técnicas de demolición. Fuente: Arham (2013).

### **9.2.2 Proceso de selección o clasificación de material reciclado**

Es importante abordar la forma como se realiza la reutilización de los RCD, cada fase y procedimiento realizado será crucial para conseguir los objetivos de reutilización de materiales perseguidos a mediano plazo, una falla por negligencia o desconocimiento

supone mayores costos en el proceso y en el peor de los casos el desaprovechamiento total. Por otra parte, la clasificación del material reciclado se hace necesaria para comprender su comportamiento tanto al interior de la planta de reciclaje como en el campo de aplicación, que bien pueden ser obras pequeñas y de menores cuantías o grandes obras de ingeniería como los rascacielos, puentes, subterráneos, autopistas, etc. En la Ilustración 8 se puede observar algunos materiales sobre los que se puede realizar aprovechamiento, la ilustración 9 expone el aprovechamiento que realiza la empresa colombiana GRECO. la caracterización de materiales se entiende como “la determinación de las características que rigen el comportamiento de una partícula o grano del elemento a través del estudio de sus propiedades; estas pueden ser físicas, químicas, térmicas, ópticas, mecánicas, etc.” (Jurado & Ortiz, 2021)

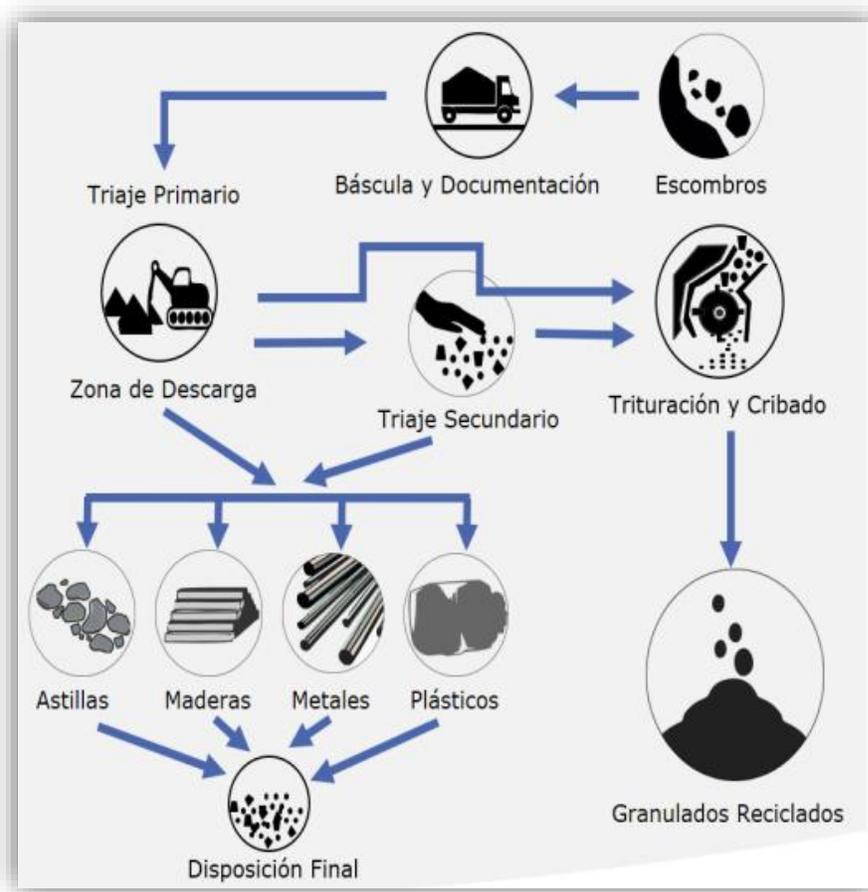
*Ilustración 8 Materiales que pueden ser reutilizados*



**Nota.** La figura muestra algunos materiales que pueden ser reutilizados. Fuente:

Granulados Reciclados de Colombia GRECO (2020)

Ilustración 9 Proceso de aprovechamiento



**Nota.** Granulados Reciclados de Colombia GRECO (2020).

### 9.2.3 Trituración del material

La trituración del material será un punto de partida esencial para generar agregados aprovechables en obras de construcción, el uso de una máquina específica generará variaciones en las propiedades del material, por ejemplo, el uso de mandíbulas en la máquina de trituración representa un desgaste bajo, pero el uso de una máquina de impacto ocasiona un desgaste alto. En la Ilustración 10 se observa la relación detallada propuesta por el Proyecto GEAR (2021).

Ensayos pertinentes al agregado para garantizar su calidad y funcionalidad

*Ilustración 10 Tabla Pruebas en la fase de revisión*

<b>Características</b>	<b>Pruebas de Control</b>	<b>Normatividad</b>
<b>Geométrica</b>	Granulometría	UNE EN 933-1:1998
	Índice de Lajas	UNE EN 933-3
<b>Física</b>	Absorción / Densidad	UNE EN 1097-6
	Composición	EN 933-11:2009
	Equivalente de Arena	EN 933-11:2009
	Azul de Metileno (cuando aplicable)	UNE-EN 933-9:1999
	Limpieza	UNE 146130
	Los Ángeles	UNE EN 1097-2
	Plasticidad (límites de Atterberg)	UNE 103104
	<b>Química</b>	Azufre
	Contaminantes Orgánicos	UNE EN 1744-1:1999 (APDO 15.1)
	Sales	NLT 114
	Sulfatos en Agua	UNE EN 1744-1:1999

**Nota.** Se describe las normas utilizadas en cada uno de los ensayos realizados a los RCD.

Fuente: Adaptación Proyecto GEAR (2021). (**Jurado & Ortiz, 2021**).

### **9.3 Marco conceptual**

#### **9.3.1 *Escombro***

Son materiales gruesos que fueron sobrantes de alguna de algunas demoliciones o alguna actividad relacionada con la construcción.

#### **9.3.2 *Granulometría***

Es dividir y separar el material de forma cuantitativa mediante una serie de tamices con rejilla de mayor grosor a una rejilla más pequeña, de este modo se proporciona las partículas de material grueso a material fino. “Esta identificación de los agregados se obtiene al clasificarlos por su tamaño con el Tamiz No. 4 que tiene 4,75 mm”. (**Jurado & Ortiz, 2021**)

#### **9.3.3 *Recolección***

Se entiende por la actividad de recolectar y hacer uso del desplazamiento de los residuos sólidos, generados por mas de uno o más actividades económicas o sociales.

### **9.3.4 Residuos de construcción y demolición – RCD-**

Anteriormente conocidos como escombros, es un concreto reciclado con la finalidad de ser el reemplazo del agregado grueso en las obras civiles como una nueva mezcla de concreto.

### **9.3.5 Reutilización**

La reutilización de residuos de construcción y demolición (RCD) es una nueva alternativa de evitar que sean destinados a un relleno sanitario o espacios públicos, esta acción evita impactos ambientales y aumenta la vida útil de los escombros recolectados

### **9.3.6 Cilindro de concreto**

Frecuentemente son utilizados para medir la resistencia a la compresión de las mezclas de concreto, estas pueden ser elaboradas y manipuladas en campo y en laboratorios. Normalmente, son utilizados como formaleta es decir cuando el concreto se encuentra en estado fraguado, para luego disponerse en este cilindro de acero.

### **9.3.7 Esfuerzo de compresión**

Característica mecánica del concreto la cual mide la capacidad que tiene el concreto para soportar una carga por unidad de área y tiempo donde se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm<sup>2</sup>, MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi) según lo establecido por la norma INVE – 410 – 13.

## **9.4 Marco normativo**

La utilización de materiales RCD implica la aplicación de normas internacionales y nacionales, a fin de garantizar la eficiencia y calidad en las construcciones, por tanto, se pretende evitar causar perjuicios a la comunidad que pueden ir desde un detrimento patrimonial, ya que por lo general las obras se construyen con recursos públicos, hasta perjuicios ocasionados por accidentes que se puedan presentar por el mal estado de las obras. En Colombia las consecuencias jurídicas que tiene la realización de obras defectuosas, además de las controversias contractuales que se podrían generar, involucra varias responsabilidades, tales como la ética profesional, civil, penal, disciplinaria y fiscal.

#### ***9.4.1 Responsabilidad Ética Profesional***

El Código de Ética Profesional presente en la (**Ley 842 , 2003**) Compuesto por tres capítulos que abarcan normativas especiales en los artículos 29 y 30, deberes y prohibiciones en los artículos 31 a 44 y, por último, incompatibilidades e inhabilidades relacionadas con el desempeño de la profesión. Art. 39 habla de los deberes para con sus clientes, disponer de forma honesta y pulcra los fondos confiados por el cliente con destino a pagos reglamentados por los trabajos a cargo y presentar cuentas transparentes, precisas y habituales, también los profesionales que velen por el cumplimiento de acuerdos suscritos entre clientes y terceros son consultores y vigilantes de los deseos de sus clientes y de ninguna forma, se tiene permitido actuar en contra de aquellos terceros. Art. 40 habla sobre la prestación de servicios que, por motivos de origen dudoso, causas de idoneidad del personal o imposible cumplimiento, no pudiese satisfacer los intereses de orden jurídico, económico, técnico o social de los clientes.

#### **9.4.2 Marco legal**

#### **9.4.3 Resolución 472 del 28 de febrero de 2017**

La (**Resolución 472 , 2017**) aplica a todas las personas naturales y jurídicas que generen, recolecten, transporten, almacenen, aprovechen y dispongan RCD de las obras civiles o de otras actividades conexas en el territorio nacional.

“Adicionalmente, esta norma brinda lineamientos para el aprovechamiento y disposición final de los RCD, mediante la implementación de instrumentos y reglas para las instalaciones de gestión de RCD como los puntos limpios y plantas de aprovechamiento, en donde se llevarán a cabo la separación y el almacenamiento temporal con las condiciones mínimas de operación. Así mismo, se establecen los criterios ambientales para la localización y operación de los sitios de disposición final de RCD”.

Así mismo, a lo largo de la historia desde la creación de esta necesidad de los residuos, se han venido creando leyes que mitiguen el daño ambiental, social, ambiental y económico de estos materiales, de igual manera estas leyes se actualizan dependiendo al crecimiento de este problema, las cuales son:

#### **9.4.4 Decreto-Ley 2811/74**

Específicamente en el título III de los Residuos, Basuras y Desperdicios y en su artículo 35 se menciona la prohibición de descargar sin autorización los residuos y en general que deterioren los suelos o causen daño o molestia a individuos o núcleos humanos y en el artículo 34 literal B2 establece la reincorporación de desperdicios al proceso natural.

#### **9.4.5 Ley 99 de 1993**

Mediante esta Ley se creó el Ministerio del Medio de Ambiente, se reordenó el sector público encargado de la gestión y conservación del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Es función del MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE regular las condiciones para el saneamiento, uso, restauración y conservación de los recursos naturales.

#### **9.4.6 Resolución 541 de 1994.**

“Regula el tema de cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación”. Esta resolución define los lineamientos para el uso de escombros, en donde se hace referencia a la recolección, transporte y disposición final.

#### **9.4.7 Ley 1259 de 2008**

“Por medio de la cual se instaure en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones”. En su artículo quinto se ordenan las sanciones mediante comparendo ambiental, por prácticas que representen grave riesgo para la convivencia ciudadana.

#### **9.4.8 Decreto 2981 de 2013**

Por el cual se reglamenta la prestación de servicio público de aseo. Este decreto indica que la recolección de Residuos de Construcción y Demolición es responsabilidad de los generadores en cuanto a su recolección, transporte y disposición en las escombreras autorizadas.

#### **9.4.9 Acuerdo 014 de julio 24 del 2018**

Que mediante el artículo cuarto de la ley 1014 del 2006 de Fomento de la Cultura de Emprendimiento, se dispuso dentro de las obligaciones del Estado el "promover el espíritu emprendedor en los estamentos educativos del país, en el cual se propenda y trabaje conjuntamente sobre los principios y valores que establece la Constitución y los establecidos en la ley.

Que, según el artículo tercero de la ley de emprendimiento, toda actividad de emprendimiento se rige por varios principios generales, como son: Formación integral del ser humano, fortaleciendo los procesos de trabajo asociativo, reconocimiento de responsabilidades y apoyo a procesos de emprendimiento sostenible desde lo social, cultural, ambiental y regional. La ley promueve el espíritu emprendedor, el fomento de la cultura emprendedora, el crear vínculos entre el sistema educativo y el emprendimiento, fortalecer las unidades productivas, empresas y la promoción de la innovación.

#### **9.4.10 Resolución rectoral No.1400 del 23 de noviembre del 2016**

Crear el Sistema Nacional de Emprendimiento, Prácticas Profesionales y Empleo, del cual harán parte los Centro de Emprendimiento, Prácticas Profesionales y Empleo - CENTROS PROGRESA EPE, los cuales estarán adscritos a las Rectorías, Vicerrectorías, y Centros Regionales, y serán unidades transversales pertenecientes a la Vicerrectoría General Académica, para el apoyo de todas las facultades, unidades de las Sedes, y del Sistema Universitario.

Para la creación de los Centro de Emprendimiento, Prácticas Profesionales y Empleo - CENTROS PROGRESA EPE deberán ser presentados y aprobados por los

Consejos Superiores de cada Sede, como unidades académicas y administrativas en los términos establecidos en los Estatutos.

Objetivos Específicos de los Centros de Emprendimiento, Prácticas Profesionales y Empleo - CENTROS PROGRESA EPE:

- Posicionar los servicios de Empleo, Emprendimiento y Prácticas Profesionales en la Comunidad.
- Desarrollar al interior de UNIMINUTO el componente académico y diseño curricular para la educación de los estudiantes desarrollando la competencia transversal Innovación emprendedora.
- Cumplir la misión final con cada Graduado de UNIMINUTO, buscando el establecimiento de productos y servicios de extensión que lo coloquen en una ruta para la generación de ingresos, más Educación, empleo, autoempleo y el emprendimiento.
- Integrar la Práctica Profesional como una ruta de inserción laboral para el Estudiante.
- Integrar toda la gestión de LOS CENTROS PROGRESA EPE en la función sustantiva de proyección social, liderada desde la Vicerrectoría General Académica.

## **CAPITULO V**

### **10 Metodología**

La metodología, planteada en coherencia con los métodos de la investigación descriptiva, según Galicia (1991) citado por (Bernal, 2006) en los estudios nos dice:

### **10.1 Primera etapa: Planteamiento del problema.**

Se identifica la población más vulnerable del municipio de Girardot donde fue seleccionada la vereda Barzalosa y se observa diferentes problemáticas sociales, ambientales y económicas; estos problemas en conjunto hacen disminuir la calidad de vida de estos habitantes, sin dejar atrás que no existe una escombrera municipal autorizada y un equipo encargado que pueda establecer el lugar y manejo correcto de estos residuos de construcción y demolición. De esta forma se busca crear un prototipo de mezcla de concreto con la reutilización de los RCD ayudando a disminuir problemas ambientales y sociales generados a través de los años.

### **10.2 Segunda etapa: Planeación.**

A continuación, se mencionan y describen las actividades que permitieron el desarrollo de los objetivos planteados en este estudio.

- Identificar el problema de la investigación.
- Recolección de información.
- Precisar el tipo de RCD a trabajar.
- Recolección y clasificación del RCD seleccionado.
- Ensayo en laboratorio de dosificación y granulometría.
- Identificar peso unitario de los agregados.
- Establecer el equivalente de arena y la resistencia de los agregados.
- Determinar masa compacta y masa suelta del material.
- Elaboración de 9 cilindros

- Precisar desgaste
- Ensayo de asentamiento y compresión.
- Fijar el cumplimiento de los objetivos e informe final.

### **10.3 Tercera etapa: Recopilación de la información.**

En la ejecución de los ensayos se obtuvieron resultados e información de gran utilidad para identificar y decidir cuál sería la muestra de diseño más acorde a la norma donde incluye un registro y análisis determinado de esta forma se permite que estos modelos de material granular extraído de los RCD, se pueda aprovechar para la elaboración de diseños de mezcla de concreto.

### **10.4 Cuarta etapa: Procesamiento de datos.**

Con la recopilación de la información del paso anterior, podemos mitigar y recomendar nuevos diseños de mezclas de concreto a consecuencia de los resultados obtenidos con las soluciones para mejorar la exactitud y facilitar la gestión de transferencia de datos, de este modo se evalúan ventajas y desventajas de cada una de ellas, aumentando así la productividad de la gestión de datos recolectados con el fin de dar cumplimiento a los objetivos.

### **10.5 Quinta etapa: Explicación e interpretación.**

Después de la investigación realizada en campo y ejecutada en el laboratorio, se desarrolla un paso a paso del proceso realizado para llegar a los resultados finales las cuales determinarían si son viables a la hora de llevarlos en obras civiles.

### ***10.5.1 Recolección y Procesamiento de las Muestras de Cilindros de Concreto***

Recolección y manejo de muestras de cilindros de concreto Recolección de residuos de construcción y demolición - RCD (muestras de cilindros de concreto), del laboratorio de mecánica de suelos donde Se verificó el estado de las muestras de cilindros de concreto después de la recolección de los desechos de construcción y demolición - RCD, la verificación no requiere la separación de los desechos ya que estos se encuentran en condiciones aceptables y debido al manejo y almacenamiento adecuados en el laboratorio donde se recolectaron, No hay contaminación por desechos peligrosos, lo que permite utilizar estas muestras de cilindros de hormigón.

### ***10.5.2 Proceso de Trituración de las Muestras de Cilindros de Concreto***

En primer lugar, para obtener el agregado grueso, se somete el material a un proceso de trituración, en este caso, residuos de construcción y demolición - RCD que son recolectados por muestras de cilindros de hormigón con unas dimensiones de 30 cm de alto y 15 cm de diámetro. Para la trituración, se utiliza técnicas manuales con la ayuda de herramientas manuales (martillo) para triturar (5) cilindros hasta el fraccionamiento completo.

### 10.5.3 Ilustración 11 Trituración de las Muestras de Cilindros de Concreto



Fuente: Elaboración propia

### 10.5.4 Proceso de Tamizaje de las Muestras de Cilindros de Concreto

Para el tamizado de agregado grueso obtenido de las muestras de cilindros recolectadas, se utilizaron los siguientes tamices: tamiz No. 1, tamiz  $\frac{3}{4}$ , tamiz  $\frac{1}{2}$ , tamiz  $\frac{3}{8}$ , tamiz No. 4, tamiz No. 8, tamiz No. 16, tamiz No. 30, tamiz No.50, tamiz No. 100, tamiz No. 200, y fondo.

#### *Ilustración 12 Tamizaje de las Muestras de Cilindros de Concreto*



Fuente: Elaboración propia

### ***10.5.5 Determinar masa compacta y masa suelta del material grueso y fino***

Se determina usando el método de apisonamiento con varilla en agregados con tamaño máximo nominal menor o igual a 37.5 mm, o mediante el método de golpeo si el tamaño máximo nominal es superior a los 37.5 mm e inferior a 150 mm.

*Ilustración 13 Determinar masa compacta y masa suelta del material grueso y fino*



Fuente: Elaboración propia

### ***10.5.6 Elaboración de la Mezcla con las Muestras de Cilindros de Concreto***

Al preparar la mezcla con muestras de cilindros de concreto, se determina que la resistencia de diseño es de 4000 PSI, y se determina que la dosificación de la mezcla son 1, 2, 2; (1) cemento, (2) agregado fino, (2) agregado grueso; 1 cemento de uso general Cemex; 0.2 arena regenerada, 1.8 arena. Agregados gruesos: grava recuperada de 2,1 3/4" y grava de 0,9 3/4". Para la preparación de tres (3) tubos de ensayo.

*Ilustración 14 Elaboración de la Mezcla con las Muestras de Cilindros de Concreto*

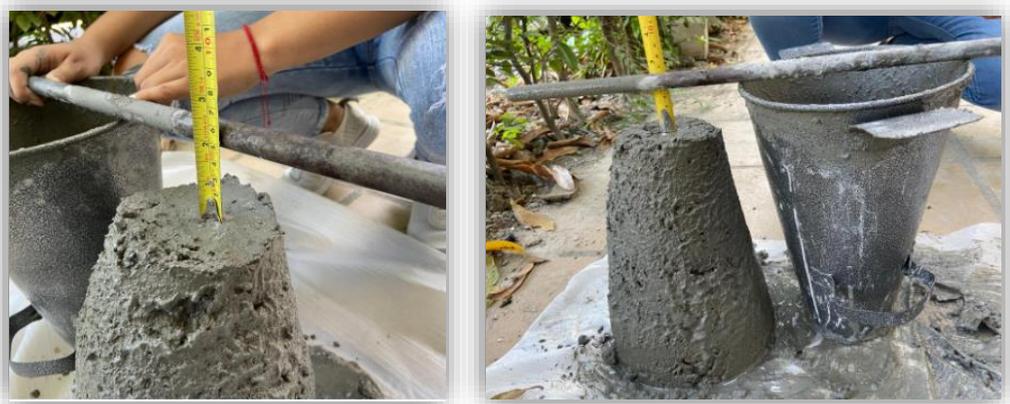


Fuente: Elaboración propia

### ***10.5.7 Ensayo de Asentamiento o Slump***

La trabajabilidad del hormigón se obtiene mediante inspección visual, ya que hasta el momento conoce ningún ensayo que mida la propiedad de manera directa. Sin embargo, se han desarrollado una serie de ensayos que pueden determinar el comportamiento del hormigón en estado plástico (fresco), uno de los cuales es el ensayo de asentamiento (Cure, 2019). La prueba de asentamiento arrojó una medida de asentamiento de 3 pulgadas.

*Ilustración 15 Ensayo de Asentamiento o Slump*



Fuente: Elaboración propia

### ***10.5.8 Elaboración de Probetas con las Muestras de Cilindros de Concreto***

Las unidades de estudio fueron probetas (testigos) elaboradas en el laboratorio de la corporación universitaria Minuto de Dios, sede Girardot, después de haber realizado el proceso de elaboración de la mezcla con RCD, y realizado el ensayo de slump, se procede a verter la mezcla en las nueve (9) probetas con una dimensión de 6". Posteriormente, se realiza el proceso de curado de los testigos.

*Ilustración 16 Elaboración de Probetas con las Muestras de Cilindros de Concreto*



Fuente: Elaboración propia

### ***10.5.9 Curado de los Cilindros de Concreto***

Después de la elaboración de los cilindros se desencofran los nueve cilindros y se sumergen en agua para el proceso de curado, con la finalidad que el cemento pueda completar su hidratación y se le pueda realizar en el laboratorio ensayo de resistencia a la compresión de los cilindros de concreto.

*Ilustración 17 Curado de los cilindros de concreto*



Fuente: Elaboración propia

#### **10.5.10      *Ensayo de Resistencia a la Compresión***

El ensayo de resistencia a la compresión se le aplico a los nueve cilindros de concreto elaboradas con los residuos de construcción y demolición – RCD, a los 7, 14, y 28 días de curado, verificando el cumplimiento de especificaciones de la norma del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) INVE – 410 – 13 - Resistencia a la compresión de cilindros de concreto.

*Ilustración 18 Ensayo de Resistencia a la compresión*



Fuente: Elaboración propia

### 10.5.11 *Ensayo de desgaste*

Se empleará para el balanceo o equilibrio de la mezcla de concreto a partir de los RCD. Así que el procedimiento que se debe seguir para realizar el ensayo de desgaste de los agregados gruesos hasta de 37.5 mm (1½") por medio de la máquina de Los Ángeles, así como también evaluar la resistencia al desgaste de los agregados gruesos, de tamaños mayores de 19 mm (¾").

*Ilustración 19 Ensayo de desgaste*



Fuente: Elaboración propia

## 10.6 Sexta etapa: Comunicación de resultados y solución de un problema

Los precios de los materiales que más utilizamos a la hora de ejecutar labores de construcción a base de concreto reciclado RCD a comparación de los materiales y productos elaborados con concreto convencional son más económicos y se vería gran diferencia en costos.

También se recomienda usar la mezcladora de concreto la cual es primordial para la elaboración de la mezcla de concreto homogénea, brindando gran rendimiento y eficiencia en el trabajo. Así mismo, se recomienda un mayor control de las escombreras legales como

ilegales siendo así la Falta profesionalidad del sector, tanto de demoledores, como gestores y recicladores. Se desconocen mutuamente. Fomentando así una sensibilización por parte de todos los implicados en la demolición y valoración de los RCD. De igual manera la comunicación de resultados se realiza bajo la publicación en repositorio del trabajo de grado, así como la participación en eventos de comunicación de la ciencia.

## CAPITULO VI

### 11 Presentación y análisis de resultados

#### 11.1 Agregados sin lavar

##### 11.1.1 Granulometría agregado fino sin lavar

Se analiza la estructura que representa la distribución del tamaño de las partículas de la arena común sin limpiar; así mismo, tenemos la composición de este agregado, y por ende se determina los porcentajes totales de las muestras de cada tamiz cómo se detalla en la siguiente tabla.

*Tabla 2 Granulometría agregado fino sin lavar*

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET. (g)	% RET	% RET. TOTAL	% PASA TOTAL	ESPECIFICACIÓN	
1"	25	0,0	0,00	0,00	100,0	100,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,00	0,00	100,0	100,0	100,0
1/2	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0
3/8"	9,5	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0
No. 4	4,75	0,4	0,0	0,0	100,0	95,0	100,0
No. 8	2,36	263,0	6,5	6,5	93,5	80,0	100,0
No. 16	1,18	278,0	6,9	13,4	86,6	50,0	85,0
No. 30	0,6	2163,0	53,5	66,9	33,1	25,0	60,0
No. 50	0,3	224,0	5,5	72,4	27,6	10,0	30,0
No. 100	0,15	0,4	0,0	72,4	27,6	2,0	10,0
No. 200	0,074	0,1	0,0	72,4	27,6		
FONDO	0	0,0	0,0	72,4	27,6		
PESO MUESTRA		2928,9					

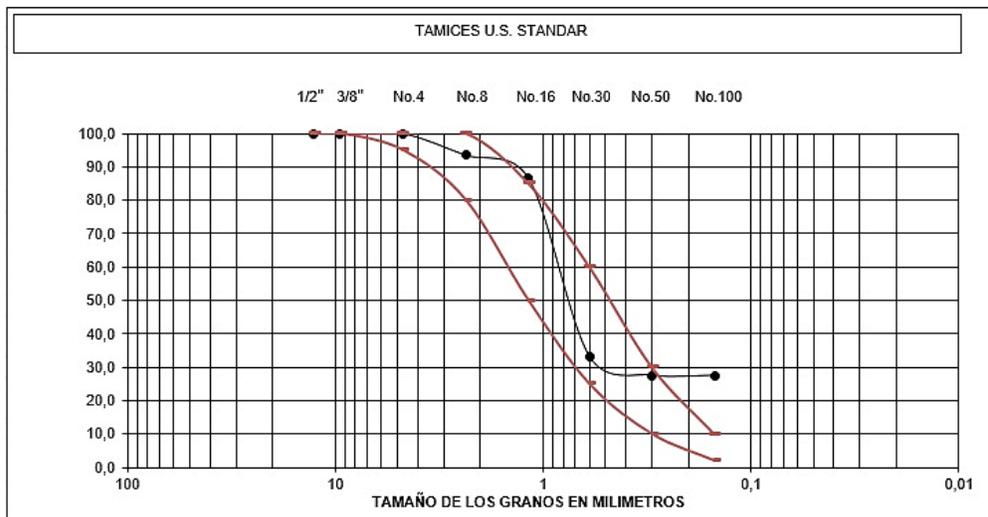
PESO TOTAL:	<u>4042,9</u>	Gr
% Gravas :	<u>0,0</u>	
% Arenas :	<u>72,4</u>	
% Finos:	<u>27,6</u>	
% Humedad:	<u>19,1</u>	
Modulo de finura:	<u>2,3</u>	

*Fuente: propia*

### 11.1.2 Curva granulométrica agregado fino sin lavar

Con el paso anterior se obtiene la curva granulométrica del suelo desde con la distribución del tamaño de las partículas de la arena común sin lavar que se obtuvo.

Tabla 3 curva granulométrica agregado fino sin lavar



Fuente: propia

### 11.1.3 Granulometría agregado grueso sin lavar

Se analiza la estructura que representa la distribución del tamaño de las partículas del agregado grueso sin lavar; así mismo, tenemos la composición de este agregado, y por ende se determina los porcentajes totales de las muestras de cada tamiz cómo se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 4** Granulometría agregado grueso sin lavar

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET. (g)	% RET	% RET. TOTAL	% PASA TOTAL	ESPECIFICACIÓN (AG-19)	
3/4"	19,00	438,0	0,00	0,00	100,0	100,0	100,0
1/2"	12,50	0,08	0,00	0,00	100,0	90,0	100,0
3/8"	9,50	812,0	19,0	19,0	81,0	40,0	70,0
No. 4	4,75	358,0	8,4	27,3	72,7	0,0	15,0
No. 8	2,36	522,0	12,2	39,5	60,5	0,0	5,0
No. 16	1,18	46,00	1,1	40,6	59,4	0,0	0,0
No. 30	0,60	20,00	0,5	41,0	59,0	0,0	0,0
No. 50	0,30	0,20	0,0	41,1	58,9	0,0	0,0
No. 100	0,15	0,20	0,0	41,1	58,9	0,0	0,0
No. 200	0,074	0,40	0,0	41,1	58,9	0,0	0,0
FONDO	0,00	0,20	0,0	41,1	58,9	0,0	0,0
PESO MUESTRA		2197,1					

PESO TOTAL: 4282,9 Gr

% Gravas : 27,3

% Arenas : 13,7

% Finos: 58,9

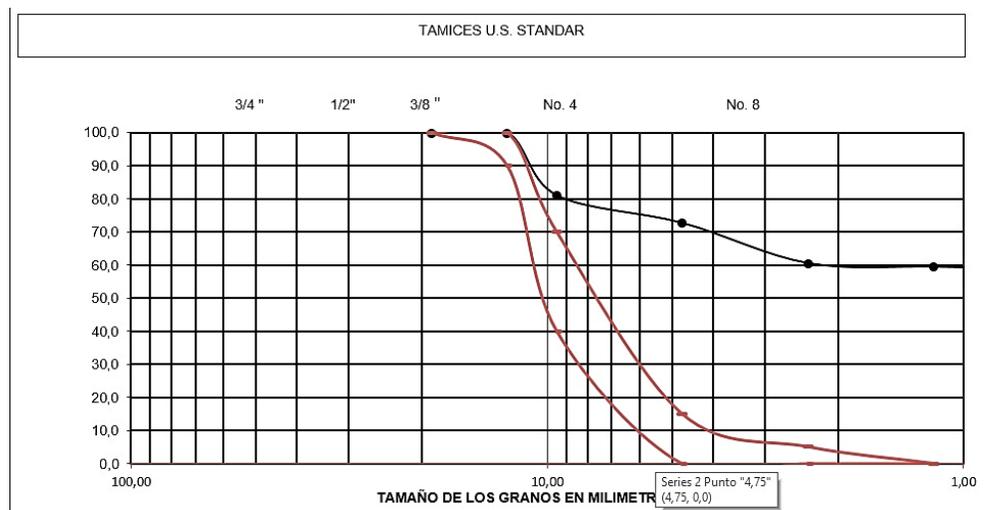
Humedad: 14,5

Fuente: propia

### 11.1.4 Curva granulométrica agregado grueso sin lavar

Con el paso anterior se obtiene la curva granulométrica del suelo desde con la distribución del tamaño de las partículas de la grava reutilizada obtenida por cilindros de laboratorios.

**Tabla 5** Curva granulométrica agregado grueso sin lavar



Fuente: propia

### 11.1.5 Equivalente de arena de los agregados finos

Se determina que cantidad de partículas gruesas, arena y una porción involuntaria de arcillas encontradas en este ensayo, dado así nos arroja un 93% que se encuentra dentro de los parámetros de la norma ASTM D75 y la ASTM C702

Tabla 6 Equivalente de arena de los agregados finos

EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS INV E - 133 - 13			
PRUEBA N°:	1	2	3
LECTURA DE ARENA, (Pulg):	4,0	4,1	4,0
LECTURA DE ARCILLA, (Pulg):	3,7	3,8	3,7
EQUIVALENTE DE ARENA(%)	93	93	93
EQUIVALENTE ARENA PROMEDIO %	93		
EQUIVALENTE ESPECIFICADO(MIN %)	N/A		

Fuente: propia

### 11.1.6 Densidad y densidad relativa de los agregados finos

Este ensayo de laboratorio consiste en compactar partículas que conforman el agregado fino sin lavar, donde se divide la masa del agregado en estado seco en un específico nivel de consolidación, así llenando los vacíos de aire entre partículas con su respectiva absorción, y esto nos arroja los siguientes datos:

Tabla 7 Densidad y densidad relativa de los agregados finos sin lavar

DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO INV E - 222 - 13
---

TEMPERATURA DEL AGUA.	1	PROMEDIO
A	484,7	
B	669,5	
C	971,8	
R <sub>1</sub>		
R <sub>2</sub>		
S	500,1	
S <sub>1</sub>	500,0	
SH = A / (B+S-C)	2,450	2,450
SH.Aparente SSS = S / (B+S-C)	2,528	2,528
SH.Aparente Seco = A / (B+A-C)	2,657	2,657
ABSORCION, % = (S-A / A)*100	3,18%	3,18%

Fuente: propia

**A:** Masa al aire de la muestra seca al horno, g;  
**B:** Masa del picnómetro aforado lleno de agua, g;  
**C:** Masa total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua, g;  
**R1:** Lectura inicial con agua en el frasco de Le Chatelier, ml;  
**R2:** Lectura final con agua y muestra en el frasco Le Chatelier, ml;  
**S:** Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (usada para hallar la densidad y la densidad relativa en el procedimiento gravimétrico o la absorción en ambos procedimientos), g;  
**S1:** Masa de la muestra saturada y superficialmente seca añadida al frasco (usada para hallar la densidad y la densidad relativa en el procedimiento volumétrico), g;  
**SH:** Densidad relativa (gravedad específica) seca al horno

### 11.1.7 Densidad y densidad relativa de los agregados gruesos

Este ensayo de laboratorio consiste en compactar partículas que conforman el agregado grueso sin lavar, donde se divide la masa del agregado en estado seco en un específico nivel de consolidación, así llenando los vacíos de aire entre partículas con su respectiva absorción, y esto nos arroja los siguientes datos:

Tabla 8 Densidad y densidad relativa de los agregados gruesos sin lavar

<p>DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN  DEL AGREGADO GRUESO  INV E - 223 - 13</p>
---

TEMPERATURA DEL AGUA.	1	2	3	PROMEDIO
A	2802,0	2772,0	2790,0	2788,0
B	3000,0	3000,0	3000,0	3000,0
C	1731,0	1728,0	1730,0	1729,7
SH = A / (B-C)	2,208	2,179	2,197	2,195
SH.Aparente SSS = B / (B-C)	2,364	2,358	2,362	2,362
SH.Aparente Seco = A / (A-C)	2,616	2,655	2,632	2,634
ABSORCION, % = (B-A / A)*100	7,07	8,23	7,53	7,61

Fuente: propia

**A:** Masa al aire de la muestra seca al horno, g;  
**B:** Masa al aire de la muestra saturada y superficialmente seca, g;  
**C:** Masa aparente de la muestra saturada en agua, g;  
**SH:** Densidad relativa (gravedad específica)

Tabla 9 Peso unitario y densidad Bulk

DENSIDAD BULK (PESO UNITARIO) Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE LOS  
 AGREGADOS EN ESTADO SUELTO Y COMPACTO  
 INV E – 217 – 13

AGREGADO FINO						
MOLDE		N° DE ENSAYOS	MATERIAL SIN APISONAR (Gr)	MATERIAL APISONAR (Gr)	PESOS UNITARIOS	
Volumen del Molde (Cm3)	5301,43	1	14536,0	15162	Peso Unitario del Material Suelto (Gr/Cm3)	1,375
Peso del Molde (Gr)	7186	2	14352,0	15160		
		3	14536,0	14974	Peso Unitario del Material Apisonado (Gr/Cm3)	1,493
PROMEDIOS			14474,7	15098,7		
AGREGADO GRUESO						
MOLDE		N° DE ENSAYOS	MATERIAL SIN APISONAR (Gr)	MATERIAL APISONAR (Gr)	PESOS UNITARIOS	
Volumen del Molde (Cm3)	5301,43	1	13434,0	13586	Peso Unitario del Material Suelto (Gr/Cm3)	0,681
Peso del Molde (Gr)	7186	2	13112,0	13626		
		3	5835,0	13722	Peso Unitario del Material Apisonado (Gr/Cm3)	1,218
PROMEDIOS			10793,7	13644,7		

Fuente: propia

### 11.1.8 Desgaste de los agregados sin lavar

Se determina la resistencia que tiene nuestro agregado a la trituración utilizado en la mezcla de concreto reutilizada para así determinar la resistencia de esta.

Tabla 10 Desgaste de los agregados sin lavar

**RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DE LOS AGREGADOS DE  
TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1½") POR MEDIO DE LA  
MÁQUINA DE LOS ÁNGELES  
INV E – 218 – 13**

PRUEBAS	1
TIPO DE GRADACIÓN	B
No. ESFERAS	11
No. REVOLUCIONES	500
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO.	5.000
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUES DEL ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ No. 12	3.018
Pa - Pb = PERDIDA	1.982
% DESGASTE $\frac{Pa - Pb}{Pa} \times 100$	39,6%
ESPECIFICACIÓN : MENOR DE	N/A
CUMPLE	SI

*Fuente: propia*

## 11.2 Diseño de mezclas de concreto estructural de 4000 PSI con agregados sin lavar

### 11.2.1 Resultados de los agregados finos y gruesos

Por medio de dos tablas de cada agregado utilizado, se determina el estado que se encuentra cada agregado que no se lavó.

*Tabla 11 Resultados de los agregados finos y gruesos*

AGREGADO FINO		
DENSIDAD RELATIVA:	2,528	Kg/m3
DENSIDAD APARENTE:	2,657	Kg/m3
ABSORCIÓN MÁXIMA:	3,18%	%
MODULO DE FINURA:	2,3	%
PESO UNITARIO SUELTO:	1,375	Kg/m3
PESO UNITARIO APISONADO:	1,493	Kg/m3

AGREGADO GRUESO		
DENSIDAD RELATIVA:	2,362	Kg/m3
DENSIDAD APARENTE:	2,634	Kg/m3
ABSORCIÓN MÁXIMA:	7,61	%
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:	1/2"	pulgadas
PESO UNITARIO SUELTO:	0,681	Kg/m3
PESO UNITARIO APISONADO:	1,218	Kg/m3

*Fuente: propia*

## 11.2.2 Cálculo de volúmenes

Con todos los resultados obtenidos de los dos agregados sin un proceso de lavado, se pudo determinar la estructura del concreto que en este caso es de 4000 PSI.

Tabla 12 Calculo de volúmenes

CALCULOS DE VOLUMENES				
<b>VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO</b>			<b>CUANTIA DE CEMENTO</b>	
b/b0	0,56	b0=	Peso Unitari Apisonado	1,218
b=	0,259		Densidad Apparente	2,634
AGREGADO GRUESO:		0,259 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup> de concreto		
<b>RELACIÓN AGUA CEMENTO</b>		0,50		
<b>VOLUMEN DEL AGREGADO FINO</b>				
CEMENTO:	Cuanta de Cemento	425		
	Peso Especifico del cemento	3100	0,137	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO:			0,259	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
AGUA:			0,213	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
TOTAL:			0,609	
<b>VOLUMEN DE ARENAS</b>				
1	-	0,609	0,39	
<b>AGREGADO FINO</b>				
0,39 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de concreto				
<b>DISEÑO POR M3 DE CONCRETO</b>				
MATERIALES	VOLUMEN M3 - COMPACTO	PROPORCIÓN	PROPORCIÓN EN BALDES 10 LITROS, POR BULTO	
AGUA REQUERIDA (Lts/M3)	0,213	212,5	2,5	
CEMENTO	0,137	1,0	4,0	
AGREGADO FINO	0,391	2,4	9,8	
AGREGADO GRUESO	0,259	1,6	6,4	
<b>Materiales</b>	<b>En Masa</b>	<b>En Volumen Suelto</b>	<b>Por Bulto Cemento</b>	<b>Cant. Bulto de Cemento</b>
Cemento	425 Kg/m <sup>3</sup>	8,5 Bulto (50Kg)	1 Bulto (50Kg)	50,0 Kg
Arena	1.040,19 Kg/m <sup>3</sup>	0,757 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0,089 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	122,38 Kg
Grava	682,24 Kg/m <sup>3</sup>	1,003 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0,118 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	60,26 Kg
TIPO DE CEMENTO:		Cemex Tipo UG		
		50 Kg		
<b>ASENTAMIENTO DE DISEÑO:</b>				3 PULG.

Fuente: propia

## 11.3 Agregados lavados

### 11.3.1 Granulometría agregado fino lavado

Se analiza la estructura que representa la distribución del tamaño de las partículas de la arena común limpia; así mismo, tenemos la composición de este agregado, y por ende se determina los porcentajes totales de las muestras de cada tamiz cómo se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 13 Granulometría agregado fino lavado

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET. (g)	% RET	% RET. TOTAL	% PASA TOTAL	ESPECIFICACIÓN	
1"	25	0,0	0,00	0,00	100,0	100,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,00	0,00	100,0	100,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0
3/8"	9,5	76,0	1,9	1,9	98,1	100,0	100,0
No. 4	4,75	104,0	2,6	4,5	95,5	95,0	100,0
No. 8	2,36	290,0	7,2	11,6	88,4	80,0	100,0
No. 16	1,18	332,0	8,2	19,8	80,2	50,0	85,0
No. 30	0,6	1886,0	46,6	66,5	33,5	25,0	60,0
No. 50	0,3	488,0	12,1	78,6	21,4	10,0	30,0
No. 100	0,15	66,00	1,6	80,2	19,8	2,0	10,0
No. 200	0,074	22,00	0,5	80,7	19,3		
FONDO	0	2,00	0,0	80,8	19,2		
PESO MUESTRA		3266,0					

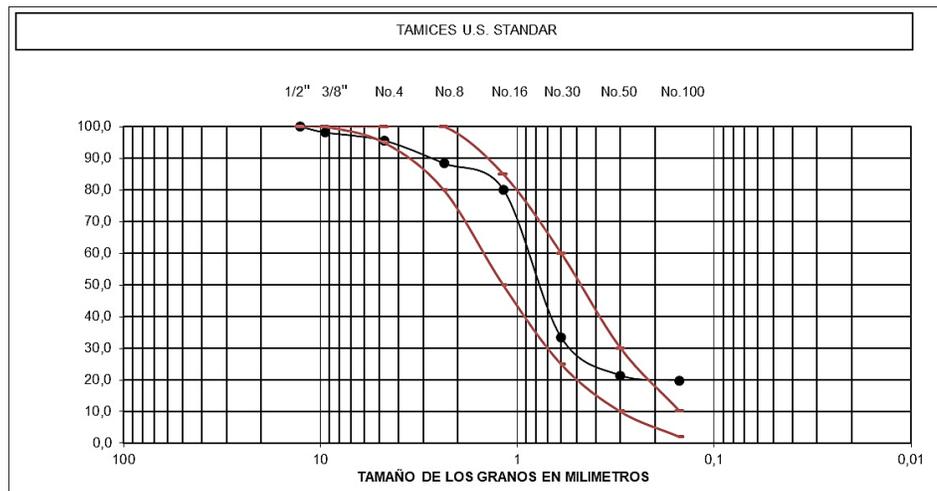
PESO TOTAL:	4042,9	Gr
% Gravas :	4,5	
% Arenas :	76,3	
% Finos:	19,3	
% Humedad:	19,1	
Modulo de finura:	2,6	

Fuente: propia

### 11.3.2 Curva granulométrica agregado fino lavado

Con el paso anterior se obtiene la curva granulométrica del suelo desde con la distribución del tamaño de las partículas de la arena común lavada que se obtuvo.

Tabla 14 Curva granulométrica agregado fino lavado



Fuente: propia

### 11.3.3 Granulometría agregado grueso lavado

Se analiza la estructura que representa la distribución del tamaño de las partículas del agregado grueso lavado; así mismo, tenemos la composición de este agregado, y por ende se determina los porcentajes totales de las muestras de cada tamiz cómo se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 15 Granulometría agregado grueso lavado

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET. (g)	% RET	% RET. TOTAL	% PASA TOTAL	ESPECIFICACIÓN (AG-19)	
3/4"	19,00	356,0	0,00	0,00	100,0	100,0	100,0
1/2"	12,50	966,00	22,55	22,55	77,4	90,0	100,0
3/8"	9,50	552,0	12,9	35,4	64,6	40,0	70,0
No. 4	4,75	1218,0	28,4	63,9	36,1	0,0	15,0
No. 8	2,36	70,0	1,6	65,5	34,5	0,0	5,0
No. 16	1,18	0,40	0,0	65,5	34,5	0,0	0,0
No. 30	0,60	0,30	0,0	65,5	34,5	0,0	0,0
No. 50	0,30	0,80	0,0	65,6	34,4	0,0	0,0
No. 100	0,15	0,70	0,0	65,6	34,4	0,0	0,0
No. 200	0,074	0,70	0,0	65,6	34,4	0,0	0,0
FONDO	0,00	20,00	0,5	66,1	33,9	0,0	0,0
PESO MUESTRA		3184,9					

PESO TOTAL: 4282,9 Gr

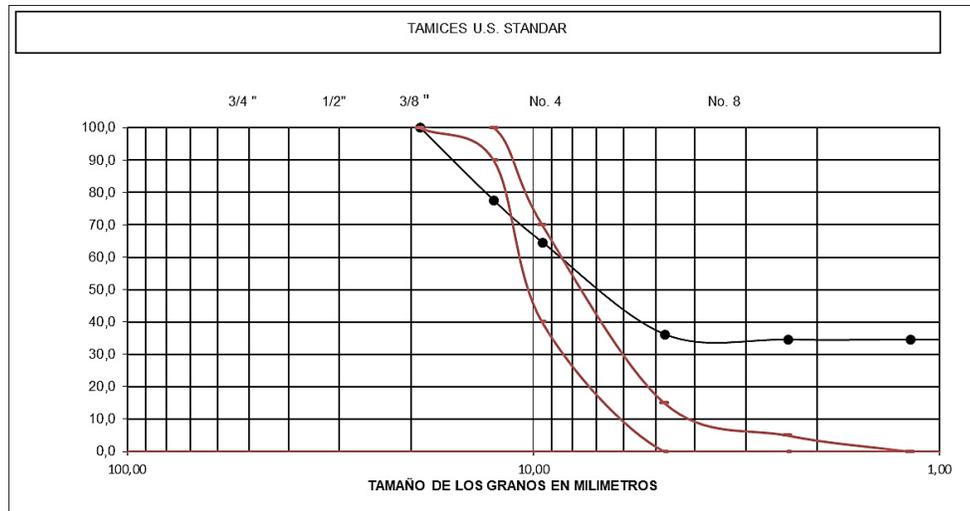
% Gravas : 63,9  
 % Arenas : 1,7  
 % Finos : 34,4  
 Humedad : 14,5

Fuente: propia

### 11.3.4 Curva granulométrica agregado grueso lavado

Con el paso anterior se obtiene la curva granulométrica del suelo desde con la distribución del tamaño de las partículas de la grava lavada reutilizada obtenida por cilindros de laboratorios.

Tabla 16 Curva granulométrica agregado grueso lavado



Fuente: propia

### 11.3.5 Equivalente de arena de los agregados finos lavados

Se determina que cantidad de partículas gruesas, arena y una porción involuntaria de arcillas encontradas en este ensayo, dado así nos arroja un 93% que se encuentra dentro de los parámetros de la norma ASTM D75 y la ASTM C702

Tabla 17 Equivalente de arena de los agregados finos lavados

**EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS  
FINOS  
INV E - 133 - 13**

PRUEBA N°:	1	2	3
LECTURA DE ARENA, (Pulg):	4,1	4,0	4,1
LECTURA DE ARCILLA, (Pulg):	3,8	3,7	3,8
EQUIVALENTE DE ARENA(%)	93	93	93
EQUIVALENTE ARENA PROMEDIO %	93		
EQUIVALENTE ESPECIFICADO(MIN %)	N/A		

Fuente: propia

### 11.3.6 Densidad y densidad relativa de los agregados finos lavados

Este ensayo de laboratorio consiste en compactar partículas que conforman el agregado fino lavado, donde se divide la masa del agregado en estado seco en un específico nivel de consolidación, así llenando los vacíos de aire entre partículas con su respectiva absorción, y esto nos arroja los siguientes datos:

Tabla 18 Densidad y densidad relativa del agregado fino lavados

DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO INV E - 222 - 13		
TEMPERATURA DEL AGUA.	1	PROMEDIO
A	485,9	
B	669,5	
C	975,0	
S	500,3	
S <sub>1</sub>	500,0	
SH = A / (B+S-C)	2,494	2,494
SH.Aparente SSS = S / (B+S-C)	2,568	2,568
SH.Aparente Seco = A / (B+A-C)	2,693	2,693
ABSORCION, % = (S-A / A)*100	2,96%	2,96%

Fuente: propia

**A:** Masa al aire de la muestra seca al horno, g;  
**B:** Masa del picnómetro aforado lleno de agua, g;  
**C:** Masa total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua, g;  
**R1:** Lectura inicial con agua en el frasco de Le Chatelier, ml;  
**R2:** Lectura final con agua y muestra en el frasco Le Chatelier, ml;  
**S:** Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (usada para hallar la densidad y la densidad relativa en el procedimiento gravimétrico o la absorción en ambos procedimientos), g;

**S1:** Masa de la muestra saturada y superficialmente seca añadida al frasco (usada para hallar la densidad y la densidad relativa en el procedimiento volumétrico), g;  
**SH:** Densidad relativa (gravedad específica) seca al horno

### 11.3.7 Densidad y densidad relativa de los agregados gruesos lavados

Este ensayo de laboratorio consiste en compactar partículas que conforman el agregado grueso lavado, donde se divide la masa del agregado en estado seco en un específico nivel de consolidación, así llenando los vacíos de aire entre partículas con su respectiva absorción, y esto nos arroja los siguientes datos:

Tabla 19 Densidad y densidad relativa de los agregados gruesos lavados

DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN  
DEL AGREGADO GRUESO  
INV E - 223 - 13

TEMPERATURA DEL AGUA.	1	2	3	PROMEDIO
A	2812,0	2818,0	2816,0	2815,3
B	3000,0	3000,0	3000,0	3000,0
C	1731,0	1728,0	1730,0	1729,7
SH = A / (B-C)	2,216	2,215	2,217	2,216
SH.Aparente SSS = B / (B-C)	2,364	2,358	2,362	2,362
SH.Aparente Seco = A / (A-C)	2,601	2,585	2,593	2,593
ABSORCION, % = (B-A / A)*100	6,69	6,46	6,53	6,56

Fuente: propia

**A:** Masa al aire de la muestra seca al horno, g;  
**B:** Masa al aire de la muestra saturada y superficialmente seca, g;  
**C:** Masa aparente de la muestra saturada en agua, g;  
**SH:** Densidad relativa (gravedad específica)

Tabla 20 Peso unitario y densidad Bulk

DENSIDAD BULK (PESO UNITARIO) Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE LOS  
AGREGADOS EN ESTADO SUELTO Y COMPACTO  
INV E - 217 - 13

AGREGADO FINO						
MOLDE		Nº DE ENSAYOS	MATERIAL SIN APISONAR (Gr)	MATERIAL APISONAR (Gr)	PESOS UNITARIOS	
Volumen del Molde (Cm3)	5301,43	1	14394,0	15076	Peso Unitario del Material Suelto (Gr/Cm3)	1,358
Peso del Molde (Gr)	7186	2	14368,0	14932		
		3	14388,0	15078	Peso Unitario del Material Apisonado (Gr/Cm3)	1,479
PROMEDIOS			14383,3	15028,7		

AGREGADO GRUESO						
MOLDE		N° DE ENSAYOS	MATERIAL SIN APISONAR (Gr)	MATERIAL APISONAR (Gr)	PESOS UNITARIOS	
Volumen del Molde (Cm3)	5301,43	1	13602,0	14038	Peso Unitario del Material Suelto (Gr/Cm3)	0,740
Peso del Molde (Gr)	7186	2	13470,0	13886		
		3	6259,0	14112	Peso Unitario del Material Apisonado (Gr/Cm3)	1,288
PROMEDIOS			11110,3	14012,0		

Fuente: propia

### 11.3.8 Desgaste de los agregados lavados

Se determina la resistencia que tiene nuestro agregado a la trituración utilizado en la mezcla de concreto reutilizada para así determinar la resistencia de esta.

Tabla 21 Desgaste de los agregados lavados

**RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1½") POR MEDIO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES  
INV E – 218 – 13**

PRUEBAS	1
TIPO DE GRADACIÓN	B
No. ESFERAS	11
No. REVOLUCIONES	500
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO.	5.000
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUES DEL ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ No. 12	3.018
Pa - Pb = PERDIDA	1.982
% DESGASTE $\frac{Pa - Pb}{Pa} \times 100$	39,6%
ESPECIFICACIÓN : MENOR DE	N/A
CUMPLE	SI

Fuente: propia

## 11.4 Diseño de mezclas de concreto estructural de 4000 PSI con agregados lavados

### 11.4.1 Resultados de los agregados finos y gruesos

Por medio de dos tablas de cada agregado utilizado, se determina el estado que se encuentra cada agregado que se lavó.

Tabla 22 Resultados de los agregados finos y gruesos

AGREGADO FINO		
DENSIDAD RELATIVA:	2,568	Kg/m <sup>3</sup>
DENSIDAD APARENTE:	2,693	Kg/m <sup>3</sup>
ABSORCIÓN MÁXIMA:	2,96%	%
MODULO DE FINURA:	2,6	%
PESO UNITARIO SUELTO:	1,358	Kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO APISONADO:	1,479	Kg/m <sup>3</sup>

AGREGADO GRUESO		
DENSIDAD RELATIVA:	2,362	Kg/m <sup>3</sup>
DENSIDAD APARENTE:	2,593	Kg/m <sup>3</sup>
ABSORCIÓN MÁXIMA:	6,56	%
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:	1/2"	pulgadas
PESO UNITARIO SUELTO:	0,740	Kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO APISONADO:	1,288	Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: propia

### 11.4.2 Cálculo de volúmenes

Con todos los resultados obtenidos de los dos agregados sin un proceso de lavado, se pudo determinar la estructura del concreto que en este caso es de 4000 PSI

Tabla 23 Calculo de volúmenes

CALCULOS DE VOLUMENES					
<b>VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO</b>					
b/b0	0,56	b0=	Peso Unitari Apisonado 1,288	b0=	0,49652
b=	0,278		Densidad Aparente 2,593		
AGREGADO GRUESO: 0,278 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup> de concreto					
<b>RELACIÓN AGUA CEMENTO</b>		0,50			
<b>VOLUMEN DEL AGREGADO FINO</b>					
CEMENTO:	Cuantia de Cemento 425				
	Peso Especifico del cemento 3100	0,137	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO:		0,278	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
AGUA:		0,213	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
TOTAL:		0,628			
<b>DISEÑO POR M<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>					
MATERIALES	VOLUMEN M <sup>3</sup> - COMPACTO	PROPORCIÓN	PROPORCIÓN EN BALDES 10 LITROS, POR BULTO		
AGUA REQUERIDA (Lts/M <sup>3</sup> )	0,213	212,5	2,5		
CEMENTO	0,137	1,0	4,0		
AGREGADO FINO	0,372	2,4	9,4		
AGREGADO GRUESO	0,278	1,7	6,8		
<b>TIPO DE CEMENTO:</b>		Cemex Tipo UG 50 Kg			
<b>ASENTAMIENTO DE DISEÑO:</b>					3 PULG.

Fuente: propia

## 11.5 Ensayo de compresión de concreto

Los resultados obtenidos en esta investigación permitieron que el uso de muestras de cilindros de concreto recolectadas en campo y falladas en el laboratorio de la universidad para la elaboración de tipos de mezcla de concreto, inicialmente se comenzó a recolectar residuos de construcción y demolición. – RCD (Muestra de Cilindro de Concreto), seguidamente de la caracterización y la dosificación de la mezcla de concreto utilizando la muestra de cilindro de concreto para preparar las probetas. Al preparar la mezcla con muestras de cilindros de concreto, se determinaron las cantidades de las

mezclas 1, 2, 2; (1) cemento, (2) agregado fino, (2) Agregado grueso, como se muestra en la Tabla 1, la cantidad de concreto y la muestra del cilindro de concreto.

**11.5.1 Resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días.**

*Tabla 24 Resultados de la resistencia a la compresión en 7 días*

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO</b>			
<b>DOSIFICACIÓN</b>		<b>(1) CEMENTO, (2) AGREGADO FINO, (2) AGREGADO GRUESO</b>	
		1 cemento Cemex Uso General; 0,2 Arena Reciclada - 1,8 Arena Común; 2,1 Grava Reciclada lavada	
<b>RESISTENCIA TEORICA</b>	<b>Kg/Cm2</b>	281	
	<b>PSI</b>	4000	

<b>EDAD DE FALLO (Dias)</b>	7
<b>FECHA TOMA</b>	27-sep-22
<b>FECHA ROTURA</b>	5-oct-22
<b>DIAMETRO (Cm)</b>	15,25
<b>AREA (Cm2)</b>	182,655
<b>FUERZA (KNw)</b>	238,44
<b>FUERZA (Kgf)</b>	24314,1134
<b>RESISTENCIA (Kgf/Cm2)</b>	137,55
<b>RESISTENCIA (PSI)</b>	1956,55
<b>PORCENTAJE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>	48.9%



<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO</b>			
<b>DOSIFICACIÓN</b>	<b>(1) CEMENTO, (2) AGREGADO FINO, (2) AGREGADO GRUESO</b>		
	1 cemento Cemex Uso General; 0,2 Arena Reciclada - 1,8 Arena Común; 2,1 Grava Reciclada sin lavar		
<b>RESISTENCIA</b>	<b>Kg/Cm2</b>	281	
<b>TEORICA</b>	<b>PSI</b>	4000	

<b>EDAD DE FALLO (Días)</b>	7
<b>FECHA TOMA</b>	27-sep-22
<b>FECHA ROTURA</b>	05-oct-22
<b>DIAMETRO (Cm)</b>	15,40
<b>AREA (Cm2)</b>	186,265
<b>FUERZA (KNw)</b>	236,90
<b>FUERZA (Kgf)</b>	24157,07
<b>RESISTENCIA (Kgf/Cm2)</b>	136.64
<b>RESISTENCIA (PSI)</b>	1943,50
<b>PORCENTAJE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>	48.5%



<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO</b>			
<b>DOSIFICACIÓN</b>	<b>(1) CEMENTO, (2) AGREGADO FINO, (2) AGREGADO GRUESO</b>		
	1 cemento Cemex Uso General; 0,2 Arena Reciclada - 1,8 Arena Común; 2,1 Grava Reciclada sin lavar		
<b>RESISTENCIA</b>	<b>Kg/Cm2</b>	246	

<b>TEORICA</b>	<b>PSI</b>	3500
<b>EDAD DE FALLO (Días)</b>		7
<b>FECHA TOMA</b>		27-sep-22
<b>FECHA ROTURA</b>		05-oct-22
<b>DIAMETRO (Cm)</b>		15,40
<b>AREA (Cm2)</b>		186,265
<b>FUERZA (KNw)</b>		125,08
<b>FUERZA (Kgf)</b>		12754,61
<b>RESISTENCIA (Kgf/Cm2)</b>		72.09
<b>RESISTENCIA (PSI)</b>		1025,41
<b>PORCENTAJE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		29.3%



*Fuente: propia*

### **11.5.2 Resultados de la resistencia a la compresión a los 14 días.**

*Tabla 25 Resultados de la resistencia a la compresión a los 14 días*

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO</b>	
<b>DOSIFICACIÓN</b>	<b>(1) CEMENTO, (2) AGREGADO FINO, (2) AGREGADO GRUESO</b>
	1 cemento Cemex Uso General; 0,2 Arena Reciclada - 1,8 Arena Común; 2,1 Grava Reciclada sin lavar

<b>RESISTENCIA</b>	<b>Kg/Cm2</b>	246	
<b>TEORICA</b>	<b>PSI</b>	3500	
<b>EDAD DE FALLO (Días)</b>		14	
<b>FECHA TOMA</b>		27-sep-22	
<b>FECHA ROTURA</b>		11-oct-22	
<b>DIAMETRO (Cm)</b>		15,40	
<b>AREA (Cm2)</b>		186,265	
<b>FUERZA (KNw)</b>		123,09	
<b>FUERZA (Kgf)</b>		12551,68	
<b>RESISTENCIA (Kgf/Cm2)</b>		70,97	
<b>RESISTENCIA (PSI)</b>		1009,46	
<b>PORCENTAJE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		28.8%	

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO</b>	
<b>DOSIFICACIÓN</b>	<b>(1) CEMENTO, (2) AGREGADO FINO, (2) AGREGADO GRUESO</b>
	1 cemento Cemex Uso General; 0,2 Arena Reciclada - 1,8 Arena Común; 2,1 Grava Reciclada lavada

<b>RESISTENCIA</b>	<b>Kg/Cm2</b>	281	
<b>TEORICA</b>	<b>PSI</b>	4000	
<b>EDAD DE FALLO (Días)</b>		14	
<b>FECHA TOMA</b>		27-sep-22	
<b>FECHA ROTURA</b>		11-oct-22	
<b>DIAMETRO (Cm)</b>		15,40	
<b>AREA (Cm2)</b>		186,265	
<b>FUERZA (KNw)</b>		276,45	
<b>FUERZA (Kgf)</b>		28190,05	
<b>RESISTENCIA (Kgf/Cm2)</b>		159.48	
<b>RESISTENCIA (PSI)</b>		2268,39	
<b>PORCENTAJE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		56.7%	

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO</b>	
	<b>(1) CEMENTO, (2) AGREGADO FINO, (2) AGREGADO GRUESO</b>

<b>DOSIFICACIÓN</b>		1 cemento Cemex Uso General; 0,2 Arena Reciclada - 1,8 Arena Común; 2,1 Grava Reciclada sin lavar	
<b>RESISTENCIA TEORICA</b>	<b>Kg/Cm2</b>	281	
	<b>PSI</b>	4000	
<b>EDAD DE FALLO (Días)</b>		14	
<b>FECHA TOMA</b>		27-sep-22	
<b>FECHA ROTURA</b>		11-oct-22	
<b>DIAMETRO (Cm)</b>		15,40	
<b>AREA (Cm2)</b>		186,265	
<b>FUERZA (KNw)</b>		298,53	
<b>FUERZA (Kgf)</b>		30441,58	
<b>RESISTENCIA (Kgf/Cm2)</b>		172,22	
<b>RESISTENCIA (PSI)</b>		2449,68	
<b>PORCENTAJE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		61.2%	

*Fuente: propia*

### **11.5.3 Resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días.**

*Tabla 26 Resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días*

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO**

<b>DOSIFICACIÓN</b>		<b>(1) CEMENTO, (2) AGREGADO FINO, (2) AGREGADO GRUESO</b>	
		1 cemento Cemex Uso General; 0,2 Arena Reciclada - 1,8 Arena Común; 2,1 Grava Reciclada sin lavar	
<b>RESISTENCIA</b>	<b>Kg/Cm2</b>	246	
<b>TEORICA</b>	<b>PSI</b>	3500	
<b>EDAD DE FALLO (Días)</b>		28	
<b>FECHA TOMA</b>		27-sep-22	
<b>FECHA ROTURA</b>		25-oct-22	
<b>DIAMETRO (Cm)</b>		15,40	
<b>AREA (Cm2)</b>		186,265	
<b>FUERZA (KNw)</b>		173.21	
<b>FUERZA (Kgf)</b>		17662.50	
<b>RESISTENCIA (Kgf/Cm2)</b>		99.92	
<b>RESISTENCIA (PSI)</b>		1421.37	
<b>PORCENTAJE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		40.6%	

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO**

<b>DOSIFICACIÓN</b>		<b>(1) CEMENTO, (2) AGREGADO FINO, (2) AGREGADO GRUESO</b>	
		1 cemento Cemex Uso General; 0,2 Arena Reciclada - 1,8 Arena Común; 2,1 Grava Reciclada lavada	
<b>RESISTENCIA</b>	<b>Kg/Cm2</b>	281	
<b>TEORICA</b>	<b>PSI</b>	4000	
<b>EDAD DE FALLO (Días)</b>		28	
<b>FECHA TOMA</b>		27-sep-22	
<b>FECHA ROTURA</b>		25-oct-22	
<b>DIAMETRO (Cm)</b>		15,40	
<b>AREA (Cm2)</b>		186,265	
<b>FUERZA (KNw)</b>		370,96	
<b>FUERZA (Kgf)</b>		37827,39	
<b>RESISTENCIA (Kgf/Cm2)</b>		214.03	
<b>RESISTENCIA (PSI)</b>		3044,34	
<b>PORCENTAJE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		76.1%	

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO**

<b>DOSIFICACIÓN</b>		<b>(1) CEMENTO, (2) AGREGADO FINO, (2) AGREGADO GRUESO</b>	
		1 cemento Cemex Uso General; 0,2 Arena Reciclada - 1,8 Arena Común; 2,1 Grava Reciclada sin lavar	
<b>RESISTENCIA</b>	<b>Kg/Cm2</b>	281	
<b>TEORICA</b>	<b>PSI</b>	4000	
<b>EDAD DE FALLO (Días)</b>		28	
<b>FECHA TOMA</b>		27-sep-22	
<b>FECHA ROTURA</b>		25-oct-22	
<b>DIAMETRO (Cm)</b>		15,40	
<b>AREA (Cm2)</b>		186,265	
<b>FUERZA (KNw)</b>		344,27	
<b>FUERZA (Kgf)</b>		35105,77	
<b>RESISTENCIA (Kgf/Cm2)</b>		198.64	
<b>RESISTENCIA (PSI)</b>		2825,33	
<b>PORCENTAJE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		70.6%	

Fuente: propia

#### 11.5.4 Tabla comparativa en cilindros de 4000 PSI grava reciclada sin lavar.

Tabla 27: Comparativa en cilindros de 4000 PSI grava reciclada sin lavar

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO</b>				
<b>DOSIFICACIÓN</b>		<b>(1) CEMENTO, (2) AGREGADO FINO, (2) AGREGADO GRUESO</b>		
		1 cemento Cemex Uso General; 0,2 Arena Reciclada - 1,8 Arena Común; 2,1 Grava Reciclada sin lavar		
<b>RESISTENCIA TEORICA</b>	<b>Kg/Cm2</b>	281	281	281
	<b>PSI</b>	4000	4000	4000
<b>EDAD DE FALLO</b>		7	14	28
<b>FECHA TOMA</b>		27-sep-22	27-sep-22	27-sep-22
<b>FECHA ROTURA</b>		5-oct-22	11-oct-22	25-oct-22
<b>DIAMETRO (Cm)</b>		15,25	15,40	15,35
<b>AREA (Cm2)</b>		182,655	186,265	185,058
<b>FUERZA (KNw)</b>		236,90	298,53	344,27
<b>FUERZA (Kgf)</b>		24157,07	30441,58	35105,77
<b>RESISTENCIA (Kgf/Cm2)</b>		136.64	172.22	198.64
<b>RESISTENCIA (PSI)</b>		1943,50	2449,68	2825,33
<b>PORCENTAJE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		48.5%	61.2%	70.6%
<b>TIPO DE FALLO (INVE - 410 - 13)</b>		6	6	4
<b>ESQUEMA DE FALLO</b>				

Fuente: propia

### 11.5.5 Tabla comparativa en cilindros de 4000 PSI grava reciclada lavada.

Tabla 28 Comparativa en cilindros de 4000 PSI grava reciclada lavada

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO</b>				
<b>DOSIFICACIÓN</b>		<b>(1) CEMENTO, (2) AGREGADO FINO, (2) AGREGADO GRUESO</b>		
		1 cemento Cemex Uso General; 0,2 Arena Reciclada - 1,8 Arena Común; 2,1 Grava Reciclada lavada		
<b>RESISTENCIA TEORICA</b>	<b>Kg/Cm2</b>	281	281	281
	<b>PSI</b>	4000	4000	4000
<b>EDAD DE FALLO</b>		7	14	28
<b>FECHA TOMA</b>		27-sep-22	27-sep-22	27-sep-22
<b>FECHA ROTURA</b>		5-oct-22	11-oct-22	25-oct-22
<b>DIAMETRO (Cm)</b>		15,25	15,40	15,35
<b>AREA (Cm2)</b>		182,655	186,265	185,058
<b>FUERZA (KNw)</b>		238,44	276,45	370,96
<b>FUERZA (Kgf)</b>		24314,113	28190,05	37827,39
<b>RESISTENCIA (Kgf/Cm2)</b>		137.55	159.48	214.03
<b>RESISTENCIA (PSI)</b>		1956,55	2268,39	3044,24
<b>PORCENTAJE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		48.9%	56.7%	76.1%
<b>TIPO DE FALLO (INVE - 410 - 13)</b>		2	4	4
<b>ESQUEMA DE FALLO</b>				

Fuente: propia

### 11.5.6 Tabla comparativa en cilindros de 3500 PSI grava reciclada sin lavar.

Tabla 29 Comparativa en cilindros de 3500 PSI grava reciclada sin lavar

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO</b>				
<b>DOSIFICACIÓN</b>		<b>(1) CEMENTO, (2) AGREGADO FINO, (2) AGREGADO GRUESO</b>		
		1 cemento Cemex Uso General; 0,2 Arena Reciclada - 1,8 Arena Común; 2,1 Grava Reciclada sin lavar		
<b>RESISTENCIA TEORICA</b>	<b>Kg/Cm2</b>	246	246	246
	<b>PSI</b>	3500	3500	3500
<b>EDAD DE FALLO</b>		7	14	28
<b>FECHA TOMA</b>		27-sep-22	27-sep-22	27-sep-22
<b>FECHA ROTURA</b>		5-oct-22	11-oct-22	25-oct-22
<b>DIAMETRO (Cm)</b>		15,25	15,40	15,35
<b>AREA (Cm2)</b>		182,655	186,265	185,058
<b>FUERZA (KNw)</b>		125,08	123,09	173,21
<b>FUERZA (Kgf)</b>		12754,61	12551,68	17662,50
<b>RESISTENCIA (Kgf/Cm2)</b>		72.09	70.97	99.92
<b>RESISTENCIA (PSI)</b>		1025,44	1009,46	1421,27
<b>PORCENTAJE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		29,3%	28.8%	40.6%
<b>TIPO DE FALLO (INV E - 410 - 13)</b>		6	6	6
<b>ESQUEMA DE FALLO</b>				

Fuente: propia

## CAPITULO VII

## 12 Conclusiones

El resultado del diseño de mezcla de concreto fue totalmente diferente a lo que se tenía proyectado de los resultados del laboratorio; por consiguiente, se realizaron los trabajos para la elaboración de un diseño convencional de las tablas del cuadro de resistencias 1: 2: 2

*Ilustración 20 Cuadro de resistencia*

MEZCLA	CUADRO DE RESISTENCIAS							
	CEMENTO		ARENA (M <sup>3</sup> )	GRAVA (M <sup>3</sup> )	AGUA (LITROS)		RESISTENCIA 28 DIAS	
	(KILOS)	(SACOS)			AGREGADO HUMEDO	AGREGADO SECO	Kg/cm <sup>2</sup>	L/pulg <sup>2</sup>
1,2,2	420	8.4	0.670	0.670	180	200	250	3.555
1,2,2 1/2	380	7.6	0.600	0.760	170	190	240	3.400
1,2,3	350	7	0.555	0.835	160	180	220	3.130
1,2,3 1/2	320	6.4	0.515	0.900	160	180	210	3.000
1,2,4	300	6	0.475	0.950	145	170	200	2.850
1,2 1/2,4	280	5.6	0.555	0.890	145	170	190	2.700
1,2 1/2,4 1/2	260	5.2	0.520	0.940	140	160	180	2.560
1,3,3	300	6	0.715	0.715	145	170	170	2.400
1,3,4	260	5.2	0.625	0.825	140	185	160	2.280
1,3,5	230	4.6	0.555	0.920	135	160	140	2.000
1,3,6	210	4.2	0.500	1.000	130	155	120	1.700
1,4,7	175	3.5	0.555	0.975	120	145	110	1.560
1,4,8	160	3.2	0.655	1.025	110	140	100	1.420

*Fuente: Constructora Serpa*

A partir de la tabla anterior se comienza a hacer el diseño convencional de manera muy empírica la mezcla en el laboratorio mientras salían los resultados de cada uno de los materiales. Después se obtienen unos resultados de los ensayos dando paso a mejorar el diseño de mezcla de concreto, por ende, se determina que la investigación debe continuar para que se mejore este diseño.

Sin embargo, a pesar de que se hicieron el tipo de mezcla 1 (cemento Cemex uso general) 2 (agregado fino) 2 (agregado grueso RCD) para 4000 PSI, los resultados que se obtuvieron fueron para un diseño de 3000 PSI, se analiza que se encuentra dentro de la norma la cual permite que no debe ser inferior a 17 MPa.

*Ilustración 21 Título C-NSR 10*



*Fuente: Norma Sismo Resistente 10 - Título C Concreto estructural*

En conclusión, se debe seguir el estudio para determinar y aumentar la vida útil del material reutilizado por motivos que es más corta que un agregado grueso convencional; dando paso a que se mejore el diseño de mezcla para aumentar las resistencias en concretos por medio del intercambio del agregado grueso por residuos de construcción (RCD), y analizando la similitud de las características mecánicas y físicas en comparación al concreto convencional.

Es un proyecto que se viene trabajando desde la proyección social que va de la mano con el proyecto IncuVamos 2022, la cual se articuló con la venida de una estudiante internacional de Estados Unidos de nombre Jaime Styer, el trabajo realizado se hace desde la proyección social para educar y concientizar a la comunidad de la vereda Barzalosa de los beneficios que conlleva el aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición.

En primer lugar, se realizaron los laboratorios con cilindros de concreto limpios que por lo general son residuos de empresas de laboratorios que no tienen ninguno tipo de material orgánico, metales, basuras, cerámicas, madera, entre otros. Dando paso, a la

divulgación de los resultados obtenidos hacia la comunidad de la vereda Barzalosa sobre la viabilidad en el aprovechamiento de la reutilización de los escombros.

Finalmente, cabe destacar que, de acuerdo con los ensayos y resistencia a la compresión de los cilindros de concreto elaborados, da como resultado factibilidad al aprovechamiento de los residuos de construcción para la elaboración de nuevas mezclas de concreto.

Desde el punto de vista económico, el estudio se justifica por medio del aprovechamiento de estos residuos que supone un ahorro económico en las obras de construcción, por medio de la incorporación de materiales RCD, y que contribuyen a la conservación de los recursos naturales, participando activa y competitivamente en la responsabilidad social y ambiental.

## **CAPITULO VIII**

### **13 Recomendaciones**

Sabemos que, en nuestro país los índices de aprovechamiento son más bajos a comparación a la gran cantidad de residuos de construcción y demolición que son generados en las diferentes ciudades de Colombia. De igual forma si somos comparados con ciudades de talla internacional, no cumplimos con los estándares mínimos del uso correcto de los RCD; en resumen, Bogotá es la única ciudad que cumple con el decreto 1115 del 2012 para las obras públicas y privadas sobre el correcto uso y reciclado del concreto, dado así que, si lo anterior no se cumpliera, tendría un gran impacto ambiental en esta ciudad.

De acuerdo con lo anterior, el país deberá dar soluciones y lineamientos técnicos ambientales para el tratamiento y aprovechamiento de los RCD, donde el objetivo es reducir, reutilizar y reciclar estos escombros dando una segunda vida útil y así convertirlos en mezclas de concreto que generen un valor agregado al sector de la construcción e impacto a la economía y la mitigación del impacto ambiental.

A la hora de la practica experimental se recomienda usar la mezcladora de concreto la cual es primordial para la elaboración de la mezcla de concreto homogénea, brindando gran rendimiento y eficiencia en el trabajo.

Por último, los RCD en un futuro no muy lejano cumplirán un papel importante a la hora de realizar diferentes alternativas de productos en las obras civiles la cual no requiera una alta resistencia o desempeño en la parte constructiva dejando una balanza y viabilidad en la disminución de la explotación de los agregados gruesos naturales.

**CAPITULO IX**

**14 Bibliografía**

- Agudelo Varela , M., & Rodríguez Miranda , M. (2014). Estimación de generación y composición de residuos de construcción en la ciudad de Villavicencio. *V Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomás Seccional Tunja*, 1-11.
- Alcaldía Mayor de Bogotá . (2014). *GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN OBRA*: <https://construccionsostenible.cfia.or.cr/wp-content/uploads/2018/08/Gu%C3%ADa-para-la-elaboraci%C3%B3n-del-plan-de-gesti%C3%B3n-integral-de-residuos-de-construcci%C3%B3n-y-demolici%C3%B3n-RCD-en-obra.pdf>
- Bernal, C. A. (2006). *Metodología de la investigación*. Mexico. Obtenido de <file:///C:/Users/Marid/Downloads/METODOLOG%2081-BERNAL.pdf>
- Castaño O, J., Misle Rodríguez , R., Lasso, L., Gómez Cabrera , A., & Ocampo, M. (2013). Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes. *TECNURA*, 121-129. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-921X2013000400010&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2013000400010&lng=en&tlng=es).
- Contraloría de Cundinamarca. (2019). *Gestión Integral de los residuos sólidos en el departamento de Cundinamarca*. Obtenido de <http://www.contraloriadecundinamarca.gov.co/images/INFORME%20RESIDUOS%20SOLIDOS.pdf>
- Costa, J. (2003). De la economía de producción a la economía de información. *Razón y Palabra*. Obtenido de <http://www.razonypalabra.org.mx/anteriores/n34/jcosta.html>
- DANE. (2020). *Estimaciones de población con base en la conciliación de los censos*. Obtenido de [https://www.dane.gov.co/files/censo2018/proyecciones-depoblacion/Nacional/anexo-proyecciones-poblacion-NacionalArea2018\\_2070.xlsx](https://www.dane.gov.co/files/censo2018/proyecciones-depoblacion/Nacional/anexo-proyecciones-poblacion-NacionalArea2018_2070.xlsx)
- Decreto 351. (2014). *Ministerio de Salud y Protección Social* . Obtenido de [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Decreto%200351%20de%202014.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Decreto%200351%20de%202014.pdf)
- Fonseca Tovar , L., & Sánchez Lozano , M. (2019). *Evaluación del comportamiento de residuos de construcción y demolición como base granular en la construcción de pavimentos*. Obtenido de Trabajo de grado, Universidad Piloto de Colombia: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/6474>
- García Díaz, L., & Díaz Ochoa, M. (2016). Reincorporación del Concreto a los ciclos productivos. *LA TADEO DEARTE*, 102-113. doi:doi: <http://dx.doi.org/10.21789/24223158.1167>
- Guacaneme Lizarazo, F. (2015). *VENTAJAS Y USOS DEL CONCRETO RECICLADO- TESIS DE GRADO ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DE PAVIMENTOS*. Obtenido de UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA :

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15151/GuacanemeLizarazoFabioAndres2015.pdf;sequence=1>

- Hernández Ramirez , A. (2020). *Propuesta para la reutilización de residuos y escombros provenientes de los laboratorios de concreto en Villavicencio*. Obtenido de Universidad Santo Tomas : <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/30316>
- Jurado Villegas, J., & Ortiz Díaz, P. (2021). *Análisis de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en Colombia según las propiedades y clasificación propuestas en la Guía Española de Áridos Reciclados*. Obtenido de Tesis de Especialización Universidad Católica : <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/27102/1/Trabajo%20de%20grado%20C%20An%20C3%A1lisis%20de%20los%20Residuos%20de%20Construcci%C3%B3n%20y%20Demolici%C3%B3n%20RCD%20en%20Colombia.1.pdf>
- Ley 842 . (2003). *Diario Oficial No. 45.340 de 14 de octubre de 2003*. Obtenido de COPNIA: <https://www.copnia.gov.co/nuestra-entidad/normatividad/ley-842-de-2003>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible . (2017). *Noticias Minambiente*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/2681-minambiente-reglamenta-manejo-y-disposicion-de-residuos-de-construccion-y-escombros>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible . (2022). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible* . Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Minambiente reglamenta manejo y disposición de residuos de construcción y escombros*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/2681-minambienteregla-manejo-y-disposicion-de-residuos-de-construccion-y-escombros>
- PNUD. (2022). *Programa de Naciones Unidas* . Obtenido de Objetivos de desarrollo sostenible ODS : <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- Pranav, P., Pitroda, J., & Bhavsar, J. (2015). *Demolition: Methods and comparision. Trabajo presentado en la conferencia internacional: Engineering: Issues, opportunities and Challenges for Development, Umrakh, Bardoli* . Obtenido de Pranav, P., Pitroda, J., & Bhavsar, J. (2015). *Demolition: Methods and comparision. Trabajo presentado en la conferencia interna*[https://www.researchg.net/publication/281174903\\_DEMOLITION\\_METHODS\\_AND\\_COMPARISION](https://www.researchg.net/publication/281174903_DEMOLITION_METHODS_AND_COMPARISION)
- Resolución 472 . (2017). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible* . Obtenido de <https://acmineria.com.co/acm/wp->

content/uploads/normativas/resolucion\_472\_de\_2017-mads\_-  
\_residuos\_de\_demolicion\_y\_construccion.pdf

- Resolución 541. (14 de 12 de 1994). *Ministerio de Ambiente* . Obtenido de [https://www.anla.gov.co/documentos/normativa/resoluciones/res\\_0541\\_141294.pdf](https://www.anla.gov.co/documentos/normativa/resoluciones/res_0541_141294.pdf)
- Rocha , J. (2020). *Elementos de Construcción a partir de Residuos de Construcción y Demolición en Bogotá (Tesis de pregrado)*. Obtenido de Universidad Católica de Colombia, Bogotá, D.C.
- Rojas , D., & Olaya , J. (2020). *Influencia de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) provenientes de concreto en el comportamiento mecánico y al ataque de cloruros en mortero de cemento hidráulico. (Tesis de pregrado)*. Obtenido de Universidad Católica de Colombia, Bogotá, D.C.
- Romero , S., & Rodríguez , C. (2019). *Estudio del impacto de la inclusión de los Agregados Reciclados de Concreto en las propiedades mecánicas e hidráulicas de una mezcla drenante. (Tesis de pregrado)*. Obtenido de Universidad Católica de Colombia, Bogotá, D.C.
- Saenz Uribe , A., & Godoy Barrios , V. C. (2018). *IDENTIFICACIÓN DEL NIVEL DE EMPRENDIMIENTO EN LAS VEREDAS BARZALOSA CENTRO Y BARZALOSA CEMENTERIO EN LA CIUDAD DE GIRARDOT*. Obtenido de TESIS DE PREGRADO:  
<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/1761/Identificaci%C3%B3n%20del%20nivel%20de%20emprendimiento%20en%20las%20veredas%20Barzalosa%20Centro%20y%20Barzalosa%20Cementerio%20en%20la%20Ciudad%20de%20Girardot%20a%20C3%B1o%202017>
- Secretaria de Ambiente de Bogotá . (30 de 10 de 2021). *Secretaria de Ambiente de Bogotá* . Obtenido de <https://www.gov.co/>
- Suarez Silgado , S., Betancourth Quiroga , C., Molina Benavides , J., & Mahecha Vanegas , L. (2019). La gestión de los residuos de construcción y demolición en. *Revisata Unilibre- Entramado*, 224-244. doi:<https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.5408>
- UMACON. (2017). *Reutilizar materiales de construcción después de una demolición*. Obtenido de <http://www.umacon.com/noticia.php/es/Reutilizar-materiales-de-construccion-despues-de-una-demolicion/440>
- Villalba , V., Cepeda, E., Rodríguez , O., & Moreno , D. (2018). *Evaluación de los beneficios económicos y ambientales para la adecuada gestión de los Residuos de Construcción y Demolición en la ciudad de Bogotá D.C. (Tesis de especialización)*. Obtenido de Universidad Católica de Colombia, Bogotá, D.C.

