

**Propuesta para la reutilización de residuos de construcción y demolición (RCD)
en construcción de vías de tráfico liviano.**

Francy Yurany Conde Sepúlveda

Laura Valentina Castro Segura

Monografía presentada para obtener el título de Ingeniero Civil

Asesor:

Juan Pablo Álvarez

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Civil

Girardot

2019

Notas de Aceptación

Firma de Jurado

Firma de Jurado

Firma de Jurado

Dedicatoria

Al creador de todo lo posible y hasta lo imposible, Dios Todopoderoso que nos dio la oportunidad de encontrarnos y continuar con nuestras metas, unidas por un mismo objetivo, y levantarnos ante las adversidades durante el transcurso del camino que decidimos emprender.

A nuestros padres que siempre nos dieron fortaleza, aunque a veces parecieran frustraciones, hoy miramos atrás y reflejamos todo aquello que nos enseñaron, la perseverancia y la lucha día tras día.

A mi hijo, mi gran orgullo, fuerza y motivación; para enseñarle que a pesar de las adversidades siempre habrá una salida, que no importa cuánto tiempo nos tome hacerlo, sino lograrlo.

A toda nuestra familia que sin duda fueron de gran apoyo en situaciones complejas que, de haberlas afrontado solas, el resultado hubiese sido diferente o tardío.

A todo el cuerpo docente y compañeros de carrera que nos aportaron con conocimiento, para culminar esta meta.

A las amistades; que estuvieron acompañándonos en el proceso, que incondicionalmente nos dieron la mano para hoy, ver cómo hemos crecido.

Laura y Yurany

Agradecimientos

Podríamos hacer un largo discurso, pero

hoy solo queremos decir...

Gracias.

Tabla de contenido

Resumen	14
Abstract	15
1 Introducción	16
2 Marco de Referencia	18
2.1 Marco Geográfico	18
2.2 Marco Histórico	19
2.3 Marco Teórico	20
2.4 Marco Conceptual	23
2.4.1 Decreto 838 de 2005.	23
2.4.2 Decreto 1713 de 2002	23
2.4.2.1 Residuo Sólido Aprovechable.	23
2.4.2.2 Residuos de Construcción o Demolición.	23
2.4.2.3 Reciclables y/o reutilizables.	23
2.4.2.4 Exclusivamente reutilizables.	24
2.4.2.5 Reutilización Directa.	24
2.4.2.6 Reutilización en obras.	24
2.4.2.7 Reutilización previa transformación.	24

2.4.2.8	Residuo sólido.	25
2.4.2.9	Residuo sólido recuperable.	25
2.4.2.10	Residuo sólido orgánico.	25
2.4.2.11	Residuo sólido inorgánico.	25
2.4.2.12	Separación en la fuente.	25
2.4.2.13	Reciclar.	25
2.4.2.14	Sitio de disposición final.	25
2.4.2.15	Escombros.	26
2.4.2.16	Escombrera.	26
2.4.2.17	Espacio público.	26
2.4.2.18	Medio ambiente.	26
2.5	Marco Legal.	26
2.5.1	Ley número 1259 del 19 de diciembre 2008.	28
2.6	Exigencias normativas y legales	29
2.6.1	Consecuencias del incumplimiento normativo.	29
2.7	Disposición final correcta y reciclaje de RCD'S	29
3	Justificación	30
4	Descripción del Proyecto	32
4.1	Título	32

4.2	Propuesta	32
5	Planteamiento del problema	33
6	Gestión de RCD	42
7	Formulación del Problema	44
8	Objetivos	44
8.1	Objetivo General	44
8.2	Objetivos Específicos	45
9	Aspectos Metodológicos de la Investigación	46
9.1	Hipótesis	46
9.2	Tipo de Investigación	46
9.2.1	Carácter Descriptivo.	46
9.2.2	Tipo Experimental.	46
9.3	Recolección y Acopio del Material RCD	47
9.4	Identificación de empresas generadoras de RCD	49
9.5	Clasificación del RCD	51
9.6	Aprovechamiento y disposición de RCD	51
10	Proceso de Reutilización de los Residuos.	53
10.1	Metodología	53
10.2	Proceso	53

11	Reciclaje	55
11.1	Residuos mezclados	57
11.2	Residuos finos	57
11.3	Estudio del RCD recolectado	57
12	Reutilización de los Residuos de Concreto	59
12.1	Demolición	59
12.2	Transformación	59
12.2.1	Limpieza del material RCD.	60
12.2.2	Retiro de Impurezas.	60
12.2.3	Técnica de triturado.	60
12.2.3.1	Mediciones iniciales de material triturado.	61
13	Resultados	68
13.1	Conceptualización de resultados	68
13.1.1	Cuantificación.	68
13.2	Análisis de los Resultados	68
13.3	Componente ambiental	70
13.4	Encuestas a la comunidad sobre el reúso de RCD`s	73
13.5	Componente social	75
14	Alcance	76

15	Limitaciones	77
16	Conclusiones	78
17	Recomendaciones	79
18	Anexos	80
18.1	Ensayos de resistencia a la compresión del concreto	81
18.2	Ensayos de resistencia a la flexión del concreto	83
18.3	Descripción e identificación de suelos	85
18.4	Levantamiento topográfico sección longitudinal localización	88
18.5	Secciones transversales: Perfil de placas huellas	89
18.6	Detalles placa huella	90
18.7	Modelo de Encuesta	91
19	Referencias bibliográficas	93

Listado de tablas

Tabla 1 <i>Metodología de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición</i>	20
Tabla 2. <i>Estadísticas de concreto premezclado</i>	39
Tabla 3. <i>Generación de Escombros</i>	40
Tabla 4. <i>Indicadores RCD</i>	41
Tabla 5. <i>identificación de riesgos para el proceso de aprovechamiento de los RCD</i>	43
Tabla 6. <i>Cantidades de RCD`s generados en universidades de la región</i>	50
Tabla 7. <i>Clasificación de los RCD`s de acuerdo a su naturaleza</i>	51
Tabla 8. <i>Tabla de dosificación del concreto</i>	66
Tabla 9. <i>Presupuesto planteado para la construcción de 3 ml de placa huella con materiales naturales</i>	69
Tabla 10. <i>Presupuesto materiales naturales</i>	69
Tabla 11. <i>Presupuesto de placa huella .tramo de 3 ml con material reciclado RCD`s</i>	69
Tabla 12. <i>Presupuesto material RCD`s</i>	70

Listado de ilustraciones

Ilustración 1. Ubicación general Girardot, Cundinamarca (POT, 2000).	19
Ilustración 2. Ubicación escombrera municipal-Girardot, Cundinamarca (IGAC, 2017). ..	35
Ilustración 3. Estado actual escombrera municipal Girardot Cundinamarca (Alcaldía de Girardot, 2016).	36
Ilustración 4. Árbol de problemas residuos de construcción y demolición municipio de Girardot, Cundinamarca (Aguilera, 2016).	38
Ilustración 5. Proceso planteado para el cumplimiento del objetivo inicial (aprovechamiento de los RCD) (Alcaldía de Girardot, 2016).	42
Ilustración 6. Metodología general del proceso de investigación (fuente: Propia).	46
Ilustración 7. <i>Metodología específica del proceso de investigación (Fuente propia)</i>	47
Ilustración 8. Clasificación de los RCD's (Vargas, 2015).	55
Ilustración 9. Proceso de reciclaje RCD's por empresas en ciclos productivos áridos (Arquitectura, 2016).	56
Ilustración 10. Segunda fase para el aprovechamiento y reutilización de los RCD's.	58
<i>Ilustración 11.</i> Tercera fase para el aprovechamiento y reutilización de los RCD's.	63
Ilustración 12. Comparación del reemplazo de fracciones por residuos de concreto (gruesas con 20% de fracciones finas a la izquierda y finas con 60% de fracciones gruesas a la derecha) (Escandon, 2011).	64
Ilustración 13. Caracterización de residuos áridos realizado por empresa cementera (Vega, 2012).	65

Ilustración 14. Evolución de resistencias en la caracterización de residuos áridos (Vega, 2012).	65
Ilustración 15. Resultados del proceso de aprovechamiento y reutilización de los RCD`s. 67	
Ilustración 16. Componentes del termino de sostenibilidad de acuerdo a las metas del nuevo milenio adaptada por la política nacional de desarrollo sostenible (Rengifo Rengifo, Quitiaquez Segura, & Mora Córdoba, 2012).	71
Ilustración 17. Objetivo Nª 13 “Acción por el clima”, de los ODS planteados por la organización de las naciones unidas (ONU, 2018).	72
Ilustración 18. Objetivo Nª 11 “Ciudades y comunidades sostenibles”, de los ODS planteados por la organización de las naciones unidas (ONU, 2018).	73
Ilustración 19. Objetivo Nª 12 “Producción y consumo responsable”, de los ODS planteados por la organización de las naciones unidas (ONU, 2018).	73
Ilustración 20. Opinión sobre el aprovechamiento de los RCD`s (fuente propia).	74
Ilustración 21. Opinión sobre la preferencia de los RCD`s, si se compara el cuidado del medio ambiente con el beneficio económico (fuente propia).	74

Listado de fotografías

Fotografía. 1. Disposición final de RCD's en espacio público, Barrio el diamante, Girardot (Fuente: Propia, tomada en febrero de 2018).....	48
Fotografía. 2. Disposición final de RCD's en relleno de baches en vías, Barrio el Diamante, Girardot (Fuente: Propia, tomada en febrero de 2018)	49
Fotografía. 3. RCD's ubicados en la Universidad Uniminuto Girardot (Fuente: Propia noviembre 2019).	50
Fotografía. 4. RCD's ubicados en la Avenida caños del norte (Fuente: Propia noviembre 2019).	50
Fotografía. 5. Muestra de concreto recolectado para los análisis de laboratorio (Fuente: Propia).....	54
Fotografía. 6. Concreto fracturado para el análisis de laboratorio.	54
Fotografía. 7. Técnica de trituración manual (Fuente: Propia).	61
Fotografía. 8. Ensayo de compresión a cilindros de concreto tradicional (3000 PSI) (Fuente: Propia).	61
Fotografía. 9. Ensayo de compresión a cilindros de concreto reemplazando al 100% de la grava por material RCD (3000 PSI) (Fuente: Propia).	62

Resumen

Desde la antigüedad el uso del concreto ha sido un recurso indispensable en la industria de la construcción; por sus propiedades físicas, mecánicas y químicas, hoy en día se progresa en su producción, adicionando componentes de avanzada tecnología que proporciona resultados estructurales mejorados, de acuerdo al metabolismo de urbanismo, pero, su producción sigue siendo una guerra entre la industria y las políticas gubernamentales, esto debido a la falta de alternativas en tecnologías sostenibles. En este proyecto se analiza el aprovechamiento de Los Residuos de Construcción y Demolición (RCD), enfatizando en el concreto que resulta de construcción, demolición, y mejoramiento de obras y edificaciones (concreto estructural de vigas y columnas ya que tienen mayor resistencia para la transformación final), que pueda ser reciclado para la construcción de placas huellas, el producto obtenido se puso a prueba en una vía de la zona rural de la vereda San Lorenzo municipio de Girardot, Cundinamarca, minimizando la extracción de material pétreo, generando un reúso del mismo, cumpliendo con la norma INVIAS para la construcción de placa huellas; mejorando la calidad de vida de la comunidad beneficiada.

Palabras clave: Concreto estructural, Placa Huella, residuos, construcción, demolición, aprovechamiento.

Abstract

Since ancient times the use of concrete has been an indispensable resource in the construction industry; Due to its physical, mechanical and chemical properties, production is progressing today, adding advanced technology components that provide improved structural results, according to urban planning metabolism, but its production remains a war between industry and politics government, this due to the lack of alternatives in sustainable technologies. This project analyzes the use of Construction and Demolition Waste (RCD), emphasizing the concrete that results from construction, demolition, and improvement of works and buildings (structural concrete of beams and columns since they have greater resistance to transformation final), which can be recycled for the construction of footprint plates, the product obtained was tested on a road in the rural area of the village of San Lorenzo municipality of Girardot, Cundinamarca, minimizing the extraction of stone material, generating a reuse of same, complying with the INVIAS standard for the construction of plate prints; improving the quality of life of the benefited community.

Key word: Structural concrete, Footprint Plate, waste, construction, demolition, exploitation.

1 Introducción

Para nadie es un secreto que en la actualidad se vive en un mundo cada vez más golpeado por las acciones del ser humano. Hoy por hoy adoptamos modelos de desarrollo vial, urbanístico, económico, político, etc..., pero aún falta mucho por escudriñar en los modelos ambientales de avanzada para poder generar una industria sostenible, es ahí donde radica la base de la economía, condicionada en los principios de la sostenibilidad y sustentabilidad. El sector de la construcción es uno de los más importantes para la economía de cualquier país, pero también es uno de los que provoca más impacto en el entorno, desde la extracción de áridos y material pétreo (componentes base del concreto), ya que se obtienen de los recursos naturales (ríos y canteras) y deben ser dragados para su propósito final razón por la cual se deterioran los ecosistemas.

Si bien es cierto que la construcción marca un índice de crecimiento y desarrollo, desde la producción de la materia prima de los componentes del concreto; (específicamente del cemento) hasta la construcciones civiles, también existe un sin número de desventajas, en el caso de la fabricación del cemento la cual es una de las actividades industriales más contaminantes debido a que genera emisiones atmosféricas y efluentes, además de ello la producción anual genera un ocho por ciento (8%) de CO₂ a nivel mundial (Mapama, 2011), el transporte del producto ya terminado genera más del mismo, causándole un impacto negativo a la capa de ozono. Sin duda hay muchas alternativas para disminuir este indicador, como la producción de nuevos materiales sostenibles, y por supuesto se ha dado lo llamado coloquialmente “construcción verde”, al mismo tiempo analizar el reciclaje de los materiales

“primitivos” lo cual es complejo y diverso, debido a que se han creado propuestas dirigidas a la recuperación y transformación de RCD’s, sin duda, necesita indiscutiblemente ir acompañado de una política pública, que involucre todos los actores directos e indirectos. De manera que se han consultado investigaciones en donde se arrojan resultados valederos tomados como partida para el desarrollo de este proyecto, buscando una propuesta que genere una alternativa de solución viable, aplicando los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera beneficiando directamente a la población, generando caminos veredales con placa huellas (vías de tráfico liviano) hechas con material reciclado cumpliendo con lo que exige INVIAS (Instituto Nacional de Vías INVIAS, 2016).

Para ello se plantea un pre-proyecto fundamentado en una solución al aprovechamiento de RCD en las empresas generadoras en el municipio de Girardot; dirigido especialmente a los residuos de construcción, demolición, rehabilitación, reforma y mantenimiento de edificios e infraestructuras en general que se producen en la zona de estudio, que no tiene un manejo adecuado y por lo tanto su aprovechamiento es nulo.

Este proyecto está orientado a la implementación de una propuesta de disposición y aprovechamiento de los materiales de escombros resultante en los proyectos de obra que se adelanta en el Municipio de Girardot. El proyecto se encuentra organizado en cuatro fases, así: Una primera fase va dirigida a la reducción y reutilización de material RCD en obra directamente, la segunda fase va enlazada a la identificación, recolección y acopio del material RCD existente en la región, la tercera fase tiene como objetivo la preparación de este material, la cuarta y última fase corresponde a la presentación de los resultados de dichas pruebas, donde se conceptualiza la viabilidad y calidad para el uso de estos materiales.

Finalmente el proyecto se convierte en un aporte de carácter teórico y técnico que realiza la Universidad por medio de sus estudiantes para fortalecimiento del sector de la construcción, al medio ambiente y a la sociedad.

Magnificando la ingeniería civil, la cual no es solo portar un casco blanco que no es precisamente símbolo de pureza, en comentario de “ambientalista” es un sinónimo de limpieza y desarrollo. Cambiar este concepto será sinónimo de justicia, porque le devolveremos al planeta parte de lo que le hemos arrebatado.

2 Marco de Referencia

2.1 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.

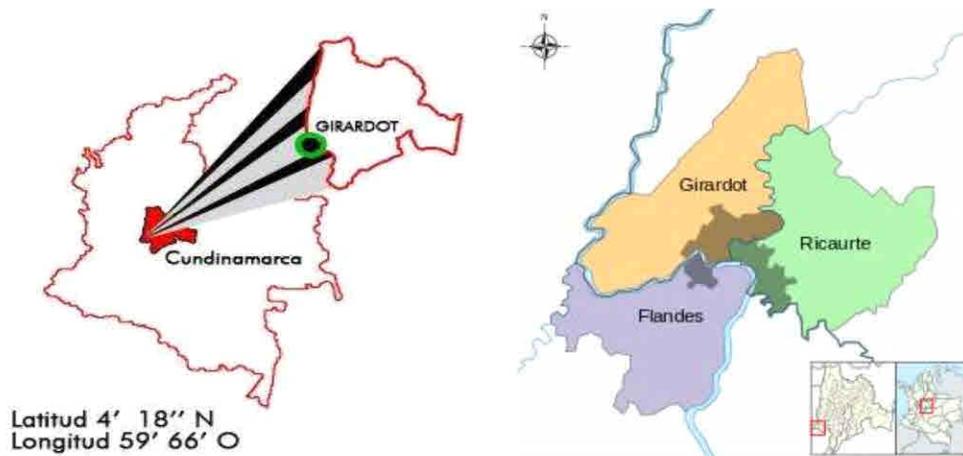


Ilustración 1. Ubicación general Girardot, Cundinamarca (POT, 2000).

2.2 Marco Histórico

El PND (Plan Nacional de Desarrollo) también propone metas de aprovechamiento de residuos sólidos municipales de 20% para el año 2018, que deben llegar al 83% de los municipios con sistemas adecuados de tratamiento de residuos. Además, plantea la formulación de una política de construcción sostenible a través de la cual se busca disminuir los impactos negativos sobre el ambiente.

Además, vale la pena mencionar los exhortos de la Corte Constitucional, que a través del Auto 275 de 2011, ordenó a la Alcaldía de Bogotá y a otras entidades llevar a cabo acciones positivas a favor de la población recicladora, en aspectos como formalización, regularización y definición de parámetros generales para la prestación de los servicios de separación, reciclaje, tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos. Si bien esta sentencia es de carácter local, se han presentado pronunciamientos similares como la Sentencia T-291/09 en Cali y la Sentencia T-387/12 en Popayán que le dan a esta situación una relevancia nacional. Esto muestra la importancia de desarrollar acciones que promuevan

el aprovechamiento de residuos sólidos y en general el cambio de paradigma hacia un modelo de gestión de residuos más sostenible (Corte constitucional, 2011).

2.3 Marco Teórico

Actualmente, el mundo se encuentra en fases de cambios drásticos debido a los altos índices de contaminación, los cuales se relacionan con la interacción física de los gases contaminantes, basuras, químicos, uso y disposición de los recursos naturales, deteriorando la calidad y cantidad de los mismos, por ello es de vital importancia generar estrategias de aprovechamiento y reutilización de los residuos generados en la industria. A continuación se presenta una metodología de trabajo para el reúso de los RCD:

Tabla 1 *Metodología de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición*

Optimizar la creación de valor:	Gestionar la huella ambiental:	Trabajar con grupos de interés:
<i>Al constructor</i>	<i>A la ciudad:</i>	<i>Transportadores y centros de aprovechamiento</i>
Aliado estratégico que le permite cumplir normatividad y prestar un servicio integral mediante la disposición adecuada de los RCD	Cumplir los requisitos para la disposición de RCD de una manera técnica y ambiental. La puesta en funcionamiento del centro de tratamiento y aprovechamiento de RCD cumpliendo con los requisitos ambientales Cumplir la normatividad y con un beneficio social, ambiental y del uso del suelo habilitando terrenos.	Aliado estratégico para la inclusión y formalización de estos dos actores dentro de la cadena de los RCD desde la fuente hasta el destino

La tabla 1 muestra una alternativa para el aprovechamiento por parte del constructor, el dimensionamiento de la problemática para la ciudad y una estrategia de gestión a través de los transportadores y centros de aprovechamiento.

Sin embargo, estas no son las únicas causas de contaminación, el sector de la construcción, es un sector de la economía que demuestra los escalonamientos de la misma, pero a su vez, es uno de los principales generadores de residuos en masa que, al no tener una destinación adecuada, impactan severamente el medio.

De acuerdo al portal Construmatica, los RCD se pueden clasificar en: residuos inertes, los cuales tienen propiedades similares al material pétreo y no originan riesgos de transferencia a suelo o agua, residuos no peligrosos, que pueden ser tratados como residuos domésticos y finalmente los residuos peligrosos, estos, constituidos por aquellos materiales que por sus características perjudican el medio ambiente y la salud en personas como en animales (Construmatica, 2010).

Ahora bien, identificado el tipo de residuo proveniente de obra, a través del decreto 2981 de 2013, se define que a partir de la clasificación del tipo de residuo, los residuos no peligrosos se deben categorizar en aprovechables y no aprovechables, con el fin de definir el potencial que se puede explotar de estos RCD (Ministerio de Vivienda, 2013).

Los residuos de la construcción y demolición (RCD) se definen como el conjunto de fragmentos o restos de ladrillos, hormigón, argamasa, acero, hierro, madera, etc., provenientes de los desechos de construcción, remodelación y/o demolición de estructuras, como edificios, residencias, puentes, entre otros (CEMPRE, 1998).

Esencialmente, existen dos tipos de residuos:

Los residuos (fragmentos) de elementos prefabricados, como materiales de cerámica, bloques de cemento, demoliciones localizadas, etc... Los residuos (restos) de materiales elaborados en la obra, como hormigón y argamasas, que contienen cemento, cal, arena y piedra (CEMPRE, 1998).

Los residuos de construcción se componen de restos y fragmentos de materiales, mientras los de demolición están formados prácticamente sólo por fragmentos (CEMPRE, 1998).

Por otro lado existen más clasificaciones de los RCD de acuerdo a principios y criterios variados de acuerdo a la tecnología disponible, origen de los residuos, posibilidad de tratamiento o legislación ambiental vigente (Serrano & Borrachero, 2012).

Como ejemplo de una clasificación de RCDs se puede mencionar la existente en la Unión Europea en la cual la legislación vigente en la cual limita al concepto de RCD a los residuos codificados en la Lista Europea de Residuos (lista LER), en su capítulo 17 dicho capítulo divide los residuos en nueve categorías (Mejía, Giraldo, & Martínez, 2013):

- Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos.
- 17 02 Madera, vidrio y plástico.
- 17 03 Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados.
- 17 04 Metales (incluidas sus aleaciones).
- 17 05 Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje.
- 17 06 Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.
- 17 08 Materiales de construcción a partir de yeso.
- 17 09 Otros residuos de construcción y demolición.

Dicha clasificación debe ser tomada en cuenta a la hora de gestionar los residuos, siendo fundamental distinguir las diferentes fracciones, para consecuentemente seleccionar el tipo de aprovechamiento a realizar.

2.4 Marco Conceptual

2.4.1 Decreto 838 de 2005.

Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.

2.4.2 Decreto 1713 de 2002

2.4.2.1 Residuo Sólido Aprovechable.

Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo (Guacaneme, 2015).

2.4.2.2 Residuos de Construcción o Demolición.

Aquellos que resultan de la construcción, remodelación y reparación de edificios o de la demolición de pavimentos, casas, edificios comerciales y otras estructuras (Guacaneme, 2015).

2.4.2.3 Reciclables y/o reutilizables.

Los materiales que dejamos o apartamos dentro de nuestro sistema constructivo convencional como son los metales, maderas, vidrios, cristales, plásticos; y que pueden ser reutilizados en la misma construcción sin generar daño al medio ambiente ni valor agregado

que ocasiona el transporte del mismo; ya para el caso del reciclaje compromete una transformación para ser empleado en obra o edificaciones (Guacaneme, 2015).

2.4.2.4 *Exclusivamente reutilizables.*

el material inerte empleado en construcción, como el caso particular de agregado grueso empleado para el concreto y relleno de terrenos (Londono, 2016).

2.4.2.5 *Reutilización Directa.*

La cual se lleva a cabo en la misma obra donde los residuos son generados. Siendo el ahorro alto porque no se requiere el transporte del material (Londono, 2016).

2.4.2.6 *Reutilización en obras.*

En esta se transportan los residuos a otras obras en las cuales estos van a ser reutilizables. Genera costos de transporte. Esta opción incluye a su vez dos alternativas: que se realice la venta de los residuos a otras empresas constructoras (fijando precios y condiciones de suministro), o que los residuos sean utilizados en obras de la misma empresa (generando beneficio por no pagar para la utilización de ciertos materiales y no pagar por deshacerse de ellos) (Londono, 2016).

2.4.2.7 *Reutilización previa transformación.*

Esta incluye la modificación de la forma y propiedades originales de los productos. Los materiales una vez modificados, se utilizan como materias primas de nuevos productos en la misma obra, en otra obra de la misma empresa o es vendida a otras empresas (Londono, 2016).

2.4.2.8 Residuo sólido.

Todo tipo de material, orgánico o inorgánico, y de naturaleza compacta, que ha sido desechado luego de consumir su parte vital (Congreso de la Republica, 2009).

2.4.2.9 Residuo sólido recuperable.

Todo tipo de residuo sólido al que, mediante un debido tratamiento, se le puede devolver su utilidad original u otras utilidades (Congreso de la Republica, 2009).

2.4.2.10 Residuo sólido orgánico.

Todo tipo de residuo, originado a partir de un ser compuesto de órganos naturales (Congreso de la Republica, 2009)..

2.4.2.11 Residuo sólido inorgánico.

Todo tipo de residuo sólido, originado a partir de un objeto artificial creado por el hombre (Congreso de la Republica, 2009).

2.4.2.12 Separación en la fuente.

Acción de separar los residuos sólidos orgánicos y los inorgánicos, desde el sitio donde estos se producen (Congreso de la Republica, 2009)..

2.4.2.13 Reciclar.

Proceso por medio del cual a un residuo sólido se le recuperan su forma y utilidad original, u otras (Congreso de la Republica, 2009)..

2.4.2.14 Sitio de disposición final.

Lugar, técnica y ambientalmente acondicionado, donde se deposita la basura. A estos sitios se le denomina Relleno Sanitario (Congreso de la Republica, 2009).

2.4.2.15 Escombros.

Todo tipo de residuo sólido, resultante de demoliciones, reparación de inmuebles o construcción de obras civiles; es decir, los sobrantes de cualquier acción que se ejerza en las estructuras urbanas (Congreso de la Republica, 2009)..

2.4.2.16 Escombrera.

Lugar, técnica y ambientalmente acondicionado para depositar escombros (Congreso de la Republica, 2009).

2.4.2.17 Espacio público.

Todo lugar del cual hace uso la comunidad (Congreso de la Republica, 2009)..

2.4.2.18 Medio ambiente.

Interrelación que se establece entre el hombre y su entorno, sea este de carácter natural o artificial (Congreso de la Republica, 2009).

2.5 Marco Legal.

Colombia basa su legislación bajo criterios integrados en los convenios y tratados internacionales, de tal forma que se garantice gozar de un ambiente sano a través del principio de sostenibilidad y la prevención relacionados con el medio ambiente y recursos naturales.

Nacionalmente, las normas en vigencia que acobijan el medio ambiente se encuentran estipuladas en los siguientes códigos: Penal, Minas, Civil, Petróleos, NSR-10, Derecho Agrario, Código de Policía, Estatutos Urbanos, Contencioso administrativo y Decreto Ley 2811 de 1974 que es el Código Nacional de Recursos Naturales y de protección del Medio Ambiente.

De una forma más explícita las principales normas y leyes son las siguientes:

- Ley 142 de 1994, sobre Servicios Públicos Domiciliarios.
- Ley 286 de julio de 1996, con la cual se modifican las Leyes 142 y 143 de 1994.
- Decreto 548 de marzo de 1995, por la cual se compilan las funciones de la Superintendencia de Servicios Públicos.

Las siguientes leyes y códigos, se relacionan con el buen manejo de la basura y escombros por parte de la comunidad, y cuyo efectivo cumplimiento se logrará por medio de la aplicación del Comparendo Ambiental:

- Decreto 605 de 1996, sobre prohibiciones y sanciones relativas al servicio público de aseo. Artículos 104, 105, 106, 107.
- Acuerdo 14 de 2001, artículo 50, donde se establece la citación ambiental a los usuarios por conductas sancionables, respecto al mal uso del servicio domiciliario de aseo, en concordancia con el Decreto 605 de 1996.
- Resoluciones CRA (Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico).
- Manual de Convivencia Ciudadana.
- Decreto 1713 de 2002.
- Ley 23 de 1973: define el medio ambiente como patrimonio común, de utilidad pública y son bienes contaminables: el aire, el agua y el suelo.

El gobierno tiene como función delegar a un ente especializado que permitan crear sistemas de evaluación del medio ambiente frente actividades lucrativas, inspeccionar todos los procesos de industrialización que permitan controlar, reducir o eliminar la contaminación producida, además de fijar los niveles mínimos de contaminación y aquellos de aprovechamiento del medio ambiente.

Además de fijar la responsabilidad del Estado y ciudadanos particulares en las acciones que generen contaminación o detrimento del medio ambiente, impartiendo sanciones (INDERENA, 1974).

Colombia se convierte en uno de los países que fomenta el planteamiento de proyectos en los cuales se prioriza el hecho de reutilizar materiales para prolongar la vida útil de los escombros generados de demoliciones, excavaciones y los que se generan durante el proceso constructivo, los cuales pueden ser utilizados nuevamente sin requerir procesos adicionales de transformación.

El Decreto 586 RCD's Residuos de Construcción y Demolición del 29 de Diciembre de 2015, por medio del cual se adopta el modelo eficiente y sostenible de gestión de los Residuos de Construcción y Demolición – RCD en Bogotá, se ha convertido en un tema de suma importancia en los proyectos en ejecución en Bogotá, por esta razón, se toma en cuenta en la normatividad aplicable al reúso de RCD's (Alcaldía de Bogotá, 2015).

2.5.1 Ley número 1259 del 19 de diciembre 2008.

"Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones" (Congreso de la Republica, 2009).

La finalidad de la presente ley es crear e implementar el Comparendo Ambiental como instrumento de cultura ciudadana, sobre el adecuado manejo de residuos sólidos y escombros, previendo la afectación del medio ambiente y la salud pública, mediante sanciones pedagógicas y económicas a todas aquellas personas naturales o jurídicas que infrinjan la normatividad existente en materia de residuos sólidos; así como propiciar el fomento de estímulos a las buenas prácticas ambientalistas (Congreso de la Republica, 2009).

2.6 Exigencias normativas y legales

- *Hacer un PG-RCD*. Es un instrumento de seguimiento y control fiable sobre la gestión integral de los RCD en obra, hasta su disposición en sitio autorizado, así como un elemento para realizar las actividades de prevención y mitigación de los efectos ambientales generados durante el desarrollo de los procesos constructivos, en sus diferentes etapas, basados en las prácticas sostenibles en obra.
- Documentar todas las actividades de reutilización Bajo el Formato: anexo 3 del decreto 586 (Alcaldía de Bogotá, 2015).
- Tener registro Fotográfico de todas las actividades de reutilización, estas imágenes deben tener la fecha impresa en la imagen.
- Reportar mensualmente la reutilización y en caso que no se presente se debe reportar una carta de No reutilización en el proyecto firmada por el Director.
- Subir a la plataforma “aplicativo web” las cantidades de material reutilizado y/o aprovechado en su casilla específica que no podrá ser la misma como disposición final de RCD`s.

2.6.1 Consecuencias del incumplimiento normativo.

El no cumplimiento de la reutilización debe ser informado antes de que comience el proyecto, en caso de no alcanzar con él % se debe hacer un informe técnico de no cumplimiento donde se explique las razones por las cuales el proyecto no cumplió.

La SDA entra a revisar los argumentos y define si es válido o no. En caso de que la autoridad ambiental no acepte estas razones podría acarrear multas y sanciones al responsable del proyecto (Maat, 2019).

2.7 Disposición final correcta y reciclaje de RCD`S

Gestión integral de residuos de construcción y demolición, en cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, con multiplicidad de valores agregados, como un portal diseñado para la correcta gestión de tus residuos, levantamiento estadístico, análisis de

beneficio ambiental, certificados de disposición final, calendario de recolección entre otros, dotación de lonas y bigbags para el embalaje de residuos en los proyectos, señalización, entre otros.

En cumplimiento de la resolución 01115 de diciembre del 2012, decreto 1609 del 2002, decreto 4741 de 2005 (Entre otros) y estándares ambientales LEED (Leadership in energy and enviromental desing) e ISO 14.000 (Maat, 2019).

3 Justificación

Girardot, municipio de Cundinamarca, bañado por el río Magdalena, el más importante que recorre el territorio colombiano, está también afectado por este flagelo que va en aumento, debido a que no se cuenta con un modelo de gestión integral de residuos acorde a la situación actual que se vive a nivel regional, un ejemplo de ello es la falta de cultura del reciclaje por parte de la comunidad, ya que no se evidencia una adecuada separación en la fuente de los residuos ordinarios generados en los hogares del municipio. Por lo que un modelo de gestión de residuos para la construcción y demolición acorde a la problemática es casi utópico, lo que genera la primera medida: Dejar el precedente y gestionar un modelo de gestión de RCD's adecuado para el municipio, contemplando su implementación, esto, con la colaboración de instituciones de carácter público y/o privado de la región. No basta traer los conocimientos de la ingeniería, aunque son el fundamento para que en un primer momento la gente crea y le apueste a un proyecto con material alternativo que le respalda los objetivos del milenio (ONU, 2018), abriendo camino hacia el desarrollo sostenible de la región.

Con este proyecto se pretende generar un posible modelo empresarial, aprovechando residuos para generar un beneficio a la comunidad y al medio ambiente. Girardot actualmente no cuenta con una escombrera ya que fue clausurada por la Corporación autónoma regional de Cundinamarca (CAR), por el impacto ambiental que esta generaba al suelo (impacto que no contemplaba un plan de mitigación y/o manejo), por tal motivo la búsqueda de una solución determinante para minimizar la inadecuada disposición de RCD`s, además de recuperar territorios inundados de estos residuos, lo que genera un sin número de problemáticas sociales y ambientales.

El desarrollo e implementación de un proyecto orientado a la reducción, manejo y aprovechamiento final material RCD, que es generado en el municipio de Girardot, permite que se pueda utilizar este material en la transformación de nuevos agregados para la construcción de pavimentos con placa huellas comparando costos y beneficio ambiental teniendo en cuenta que este tipo de pavimento es costoso en términos de construcción, los cuales pueden ser utilizados en concreto que cumpla con los requerimientos mecánicos y físicos con referencia a material mencionado; de igual manera, la ubicación, recolección y tratamiento de este material permite mejorar las condiciones ambientales de los sectores donde se han dispuesto sin control ni supervisión de las entidades públicas encargadas para tal fin. El desarrollo del proyecto contribuye también a la generación de empleo, ya que para elaborar nuevos materiales a partir de RCD`s se requiere la participación de mano de obra técnica especializada y de producción, contribuyendo de esta manera al desarrollo económico y social de la región.

Institucionalmente, un proyecto de esta categoría se convierte en el aporte que hace la Universidad por intermedio de sus estudiantes al desarrollo en el sector de la producción con la aplicación de conocimientos previos impartidos a los estudiantes por parte de la planta docente y comité investigativo de la Universidad.

4 Descripción del Proyecto

4.1 Título

Propuesta para la Reutilización de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) y en construcción de vías de tráfico liviano.

4.2 Propuesta

Desarrollar e implementar un modelo de transformación de Residuos de Construcción y Demolición en el municipio de Girardot (Cundinamarca), que permita nuevamente su incorporación a obras de infraestructura como material pétreo en el proceso constructivo de placa huellas, mejorando la calidad de vida de la población de la vereda de San Lorenzo.

5 Planteamiento del problema

El problema de los residuos de construcción y demolición (RCD) que se presenta actualmente en la ciudad de Girardot; es un flagelo con pocas posibilidades de solución. Es por ello, que para desarrollar este proyecto se toma como punto de partida un proceso de diagnóstico y análisis, tomando como punto de partida los laboratorios de concreto, debido a que generan 10.71 m³ semestralmente con el fin de justificar la necesidad de la implementación de un modelo de gestión para los residuos de construcción y demolición (RCD) en la ciudad de Girardot provenientes de obras civiles como:

- Demolición de estructuras antiguas: viviendas, edificios, obras de infraestructura.
- Restauración y mantenimiento de edificios, casas y otro tipo de construcciones
- Nuevas construcciones
- Residuos de la producción de materiales de construcción

En la actualidad a pesar del desarrollo que está teniendo Girardot y sus municipios aledaños (Ricaurte, Nariño, Melgar, entre otros), respecto al auge en el sector de la construcción, no se ha considerado una disposición final de estos RCD de una forma eficiente y amigable con el ambiente, además hay que tener en cuenta que a la fecha, la única escombrera con la que se contaba para estos residuos, se encuentra multada por contaminación del suelo y otros apartes legales que ha tenido en cuenta la Corporación Autónoma Regional (CAR); de aquí, la importancia de este proyecto, con el fin de estudiar los factores que

permitan llegar a soluciones sostenibles para el manejo de los RCD's, de tal forma que se recuperen áreas, ya sean públicas o privadas.

Es imperativo investigar sobre el destino que tradicionalmente en obra, se le da este tipo de residuos, siendo este el motor de la problemática que afecta a la ciudad de Girardot.

Una de las formas más evidentes, es el transporte de tracción animal, partiendo que es un ingreso económico que es aprovechado por una población dedicada a este oficio, el cual cumple su objetivo de liberación de escombros en obra pero su destino final no siempre es el más adecuado, pues estos terminan en algunas ocasiones en espacios públicos o naturales, los cuales generan el deterioro de estos espacios por la cantidad albergada, además, se analiza las áreas de las escombreras, en primera instancia que cumplan con la normativa y ente gubernamental que en este caso será la Corporación Autónoma Regional (CAR) en Girardot dirección Alto Magdalena y La Escombrera Girardot.

La escombrera de Girardot, está localizada en la Vereda “El Potrillo”, donde anteriormente funcionaba La antigua Cantera de explotación de recebo, incluido en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) como predio apto para esta actividad, acuerdo 024 de diciembre de 2011 (Alcaldía de Girardot, 2014).

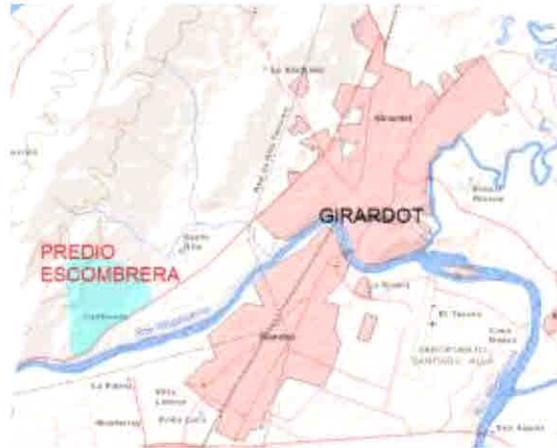


Ilustración 2. Ubicación escombrera municipal-Girardot, Cundinamarca (IGAC, 2017).

La situación actual, es el sellamiento de la escombrera por falta de cumplimiento con los lineamientos del PGIRS (Alcaldía de Girardot, 2016), el Plan de Mejoramiento Ambiental para la disposición del suelo terminada su vida útil, además, también incumple de manera parcial con el Art. No. 4 “*Criterios básicos de manejo ambiental de escombreras municipales*”, de la resolución No. 541 de 1994, donde se regula 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. (Ministerio de Vivienda Ciudad y Desarrollo Territorial, 2017).



Ilustración 3. Estado actual escombrera municipal Girardot Cundinamarca (Alcaldía de Girardot, 2016).

Siendo Girardot una ciudad con escasas oportunidades laborales, y que además no cuenta con inversión empresarial importante (diferente de la construcción). Este proyecto traería consigo empleo y dignificarían personas que se dedican a recoger los escombros de las construcciones en vehículos de tracción animal y que está prohibido, además de llevarse a cabo y que fuese rentable pues se aseguraría una estabilidad laboral a largo plazo.

Desde el momento de la demolición y/o construcción se debe separar los RCD desde la fuente de generación, teniendo en cuenta que no solo se recicla el hormigón y el ladrillo, también hay residuos que se pueden reutilizar y restaurar antes de tirarlos como por ejemplo: las puertas, los sanitarios, lavamanos, etc... (Dependiendo del estado en que se encuentren); para el caso de la infraestructura separar los hierros del hormigón; el cargue y el transporte de los mismos, la producción y comercialización de nuevos productos.

El sector de la construcción consume el 50% del total de los recursos naturales y el 40% de la energía; en contrapartida, genera el 50% de los residuos y es responsable por una

tercera parte de las emisiones de CO₂ (Alvarez, Martínez, & Guerra, 2017). Por otra parte el desarrollo de los países, genera altos volúmenes de residuos de construcción y demolición (RCD) cuyo destino final termina siendo los rellenos sanitarios o escombreras agotando espacio debido a su alto volumen, supone el principal impacto ambiental generado en el sector (Mejía et al., 2013).

Además, este factor ambiental es relacionado directamente con sanidad pública ya que estos se vinculan con la calidad de vida. Asimismo, también se puede decir que el manejo y destino de RCD's, va condicionado a aspectos culturales y educativos, direccionados a las técnicas de separación, reciclado y reutilización. A la fecha este tipo de transporte se encuentra sancionado por el decreto 178d de 2012, donde se establecen medidas relacionadas con la sustitución de vehículos de tracción animal.

Finalmente, es importante revisar la nueva regulación para la gestión de RCD contemplada la resolución 0472 de 2017, Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, con vigencia 01 de enero de 2018, donde se actualiza y definen los procesos con RCD's y el PMA, Plan de Mejoramiento Ambiental.

En el siguiente esquema se resume la gestión de los RCD en el municipio de Girardot:

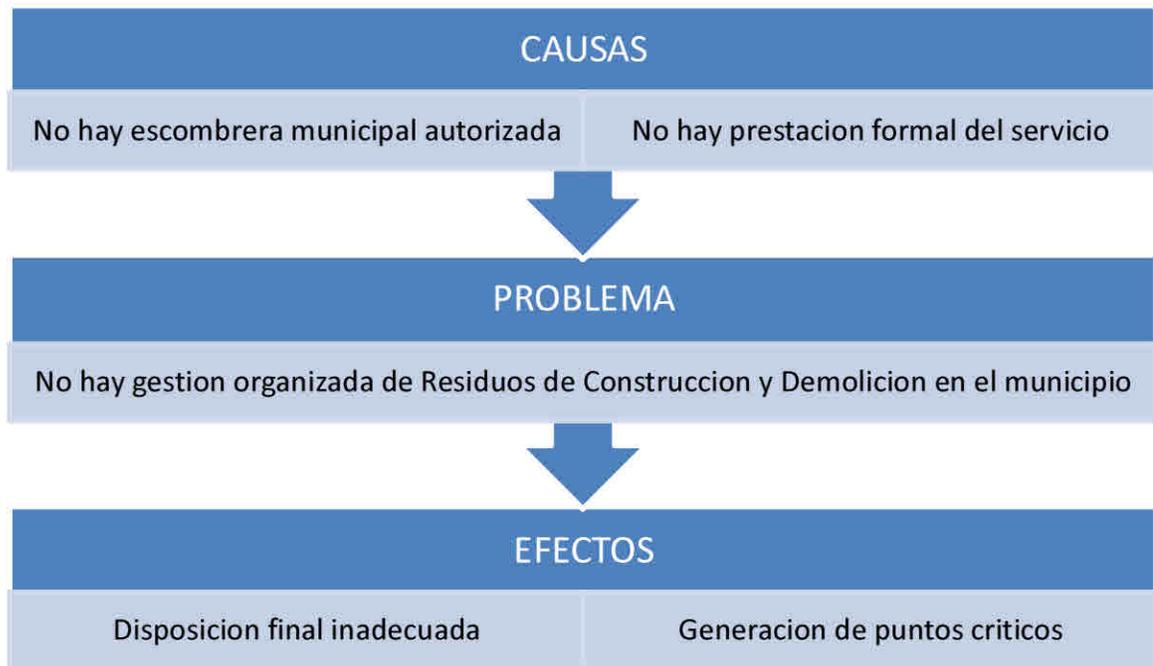


Ilustración 4. Árbol de problemas residuos de construcción y demolición municipio de Girardot, Cundinamarca (Aguilera, 2016).

El volumen de concreto premezclado por destino es indispensable conocerlo, para desarrollar la propuesta debido a que la información que arroja el DANE nos da un estimado muy cercano de la producción de concreto, y por tanto calcular el material pétreo que puede ser reemplazado por RCD, cifra que se tomara como la posible demanda a nivel Cundinamarca.

La siguiente tabla muestra el volumen de concreto premezclado para los diferentes destinos:

Tabla 2. Estadísticas de concreto premezclado

A2.1 Evolución metros cúbicos de concreto premezclado por destino

Producción según destino

2019

Año	Mes	Vivienda			Obras Civiles	Edificaciones	Otros*	Total
		VIS	No VIS	Total				
2019	Ene	41.797	181.192	222.988	144.808	115.008	3.505	486.309
	Feb	51.157	215.634	266.791	165.991	139.924	5.850	578.556
	Mar	54.293	230.330	284.623	184.529	141.836	3.267	614.256
	Abr	48.200	203.871	252.071	163.536	126.109	4.208	545.925
	May	60.574	222.933	283.507	172.645	138.248	5.769	600.169

Fuente: adaptado de DANE Actualizado el 16 de julio 2019

La generación de escombros en el municipio de Girardot es un dato aproximado debido a que se relaciona de acuerdo a la cantidad de licencias que se expiden en la oficina de planeación municipal, por tanto, no se tiene en cuenta las construcciones que se hacen de manera ilegal.

Tabla 3. *Generación de Escombros*

Parámetro	Valor
Promedio anual de m2 licenciados periodo 2012-2014	316495 m2
Índice de generación de RCD para Girardot	0.178m3/m2
Producción anual de escombros	56338 m3
Vida útil estimada de la escombrera	12.7 Años

La tabla 3 evidencia la producción de escombros en promedio anual y el estimado de vida útil de la escombrera de acuerdo a su capacidad neta (Alcaldía de Girardot, 2016).

Así mismo la gestión de RCD en el municipio es nula, su porcentaje de aprovechamiento no se conoce por lo que se debe actualizar y/o cambiar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS).

De este impacto surge la necesidad en las empresas constructoras y/o generadoras de RCD de incorporar nuevas tendencias en la gestión de residuos, con un mayor respeto al medio ambiente, optimización de recursos y materiales, mejoramiento económico del resultado de las obras, así como el requerimiento de establecer mecanismos adecuados para una adaptación rápida y sencilla al nuevo desarrollo de normas relacionadas con la materia. (Mejía et al., 2013; Vega, 2012).

La siguiente tabla representa el porcentaje de aprovechamiento en el municipio de Girardot con respecto a los RCD:

Tabla 4. *Indicadores RCD*

Residuos De Construcción y Demolición	Resultado de la Línea Base
Cantidad de RCD generados	56336 m3/AÑO (según PMA 2016)
Caracterización de los RCD generados	No se tienen datos.
Tipo de sitio empleado para la Disposición final o aprovechamiento de RCD	Predio en extinción de dominio ubicada en el área urbana del municipio.
Autorización ambiental del sitio para La disposición final de RCD	El municipio se encuentra realizando el trámite para la aprobación del PMA de la escombrera municipal ubicada en la vereda el potrerillo

RCD Aprovechados en el último año
 $\% RCD \text{ aprov.} =$

$$\frac{RCD \text{ aprovechados (ton)}}{RCD \text{ generados (ton)}} \times 100$$

0

Donde **RCD generados (ton) =**

RCD Dispuestos + RCD Aprovechados

Recolección y Disposición final de RCD	No hay sistema organizado, el manejo lo realiza el generador
---	---

En la tabla anterior se puede evidenciar la ausencia del aprovechamiento de RCD en la escombrera municipal, además de la falta de un sistema de organización y manejo de la misma (Alcaldía de Girardot, 2016).

Con base en lo anterior, se propone el siguiente proceso para el aprovechamiento de los RCD minimizando su impacto y generando una segunda vida útil para los mismos (según el PMA de la escombrera):

6 Gestión de RCD

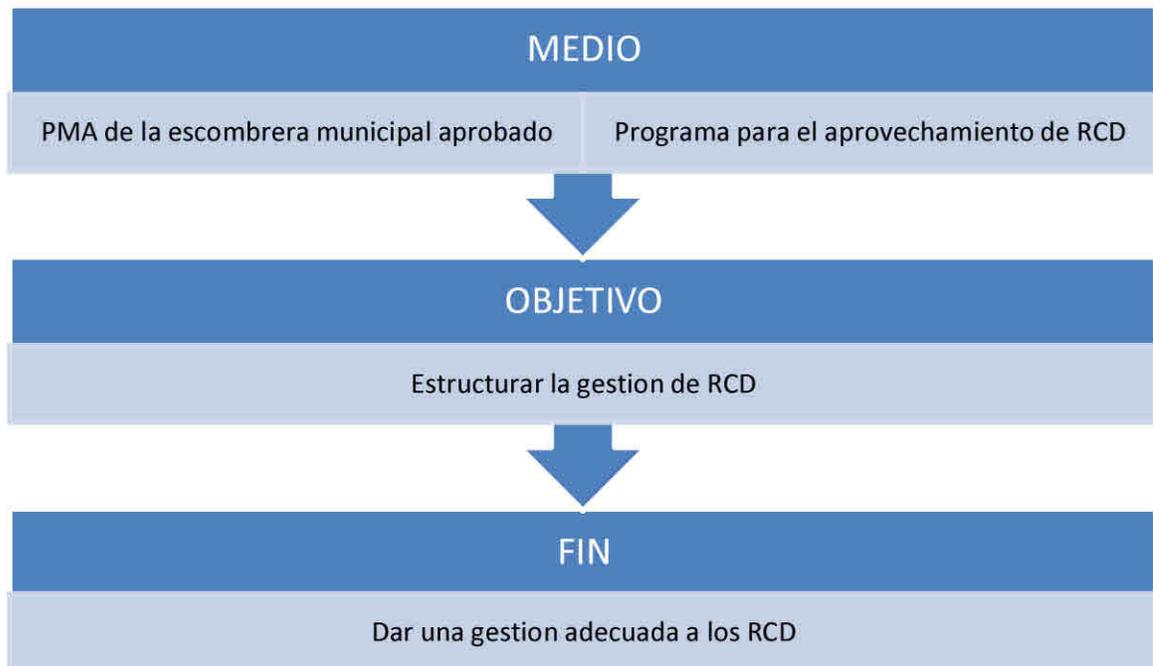


Ilustración 5. Proceso planteado para el cumplimiento del objetivo inicial (aprovechamiento de los RCD) (Alcaldía de Girardot, 2016).

Dentro del árbol del objetivo y del problema anteriormente conocidos por el PMA 2016 en el municipio de Girardot es necesario identificar los riesgos para saber cómo y hacia donde se va a enfocar y/o re direccionar la gestión de RCD.

Tabla 5. *identificación de riesgos para el proceso de aprovechamiento de los RCD*

COMPONENTE	AMENAZA	VULNERABILIDAD	CAUSA	CONSECUENCIAS
Gestión RCD	Deslizamientos (futura escombrera).	El proyecto del PMA contempla acciones técnicas para atender este tipo de eventos que garanticen la estabilidad de taludes. El terreno presenta una pendiente moderada.	Fallas en la operación y/o adecuación del terreno destinado para la disposición final de RCD.	Posibles pérdidas técnicas y humanas por deslizamientos del material acumulado. Contaminación atmosférica, alteración de la calidad del paisaje.
	Actividad sísmica.	La magnitud de los eventos sísmicos en el municipio es en promedio de 1.9 registrados en los años 2005 y 2008. Cuyo epicentro se ubicó al norte de la cabecera municipal en cercanías del centro poblado de barzalosa. El predio disponible para la construcción de la escombrera municipal presenta cierre preventivo.	Movimiento de tierra de origen natural.	Posibles pérdidas técnicas y humanas por deslizamientos del material acumulado. Contaminación atmosférica, alteración de la calidad del paisaje. Aumento en la generación de RCD. Cierre del sitio de Disposición Final, Dispersión de RCD en las
	Operación inadecuada en la futura escombrera.		Recepción de residuos diferentes a RCD.	áreas públicas del municipio. Aparición de Botadero a Cielo Abierto. Generación de puntos críticos.

En la tabla anterior se realiza un análisis de los posibles riesgos inherentes al proceso de disposición y aprovechamiento de los RCD en la escombrera municipal, ya sean de origen natural o humano (Fuente: Propia basado en el análisis del PMA de la escombrera).

7 Formulación del Problema

¿Cómo se pueden reducir los factores de contaminación que están impactando el medio ambiente en el municipio de Girardot, generados por el material de Residuos de Construcción y demolición (RCD), resultante de las actividades que realizan los laboratorios de concreto en el área geográfica referenciada?

8 Objetivos

8.1 Objetivo General

Presentar una propuesta que demuestre el ciclo sustentable del concreto a partir de la transformación del material RCD en nuevos componentes pétreos que puedan ser reutilizados en vías de tráfico liviano como las placa huellas, de acuerdo a los estándares normativos creando una dosificación del concreto que permita crear un precedente para una futura línea investigativa.

8.2 Objetivos Específicos

- Establecer el proceso técnico de transformación para la producción de nuevos componentes a partir del RCD.
- Ubicar y cuantificar la cantidad de material RCD que están generando los laboratorios de concretos en el área geográfica de investigación.
- Determinar los ensayos y estudios demostrativos que permiten garantizar la resistencia, condiciones físicas y mecánicas necesarias para la transformación del RCD y pueda ser reutilizado como material pétreo en la construcción de vías, cumpliendo con la normatividad vigente y aplicable.
- Demostrar que los Residuos de Construcción y Demolición “RCD” pueden tener un ciclo sustentable y su viabilidad en la industria de la construcción con placa huellas.

9 Aspectos Metodológicos de la Investigación

9.1 Hipótesis

La transformación del material RCD en nuevos componentes para la construcción de obras civiles y edificaciones puede disminuir los factores nocivos que impactan el medio ambiente en el municipio de Girardot con proyectos de obras de infraestructura económicamente viables con materiales reciclables que cumplen con la normatividad establecida en Colombia (INVIAS) para el Diseño de pavimentos con placa huellas.

9.2 Tipo de Investigación

9.2.1 Carácter Descriptivo.

Pormenoriza cada uno de los eventos que involucran la producción y la disposición del material RCD que se está produciendo en las diferentes empresas o constructoras que se encuentran dentro del área de investigación.

9.2.2 Tipo Experimental.

Corresponde a la descripción técnica y teórica del proceso de transformación del material RCD en cada una de sus fases hasta lograr los nuevos compuestos que son sometidos a ensayos de laboratorio de compresión y flexión para ser utilizados como agregado en la elaboración de concreto.



Ilustración 6. Metodología general del proceso de investigación (fuente: Propia).

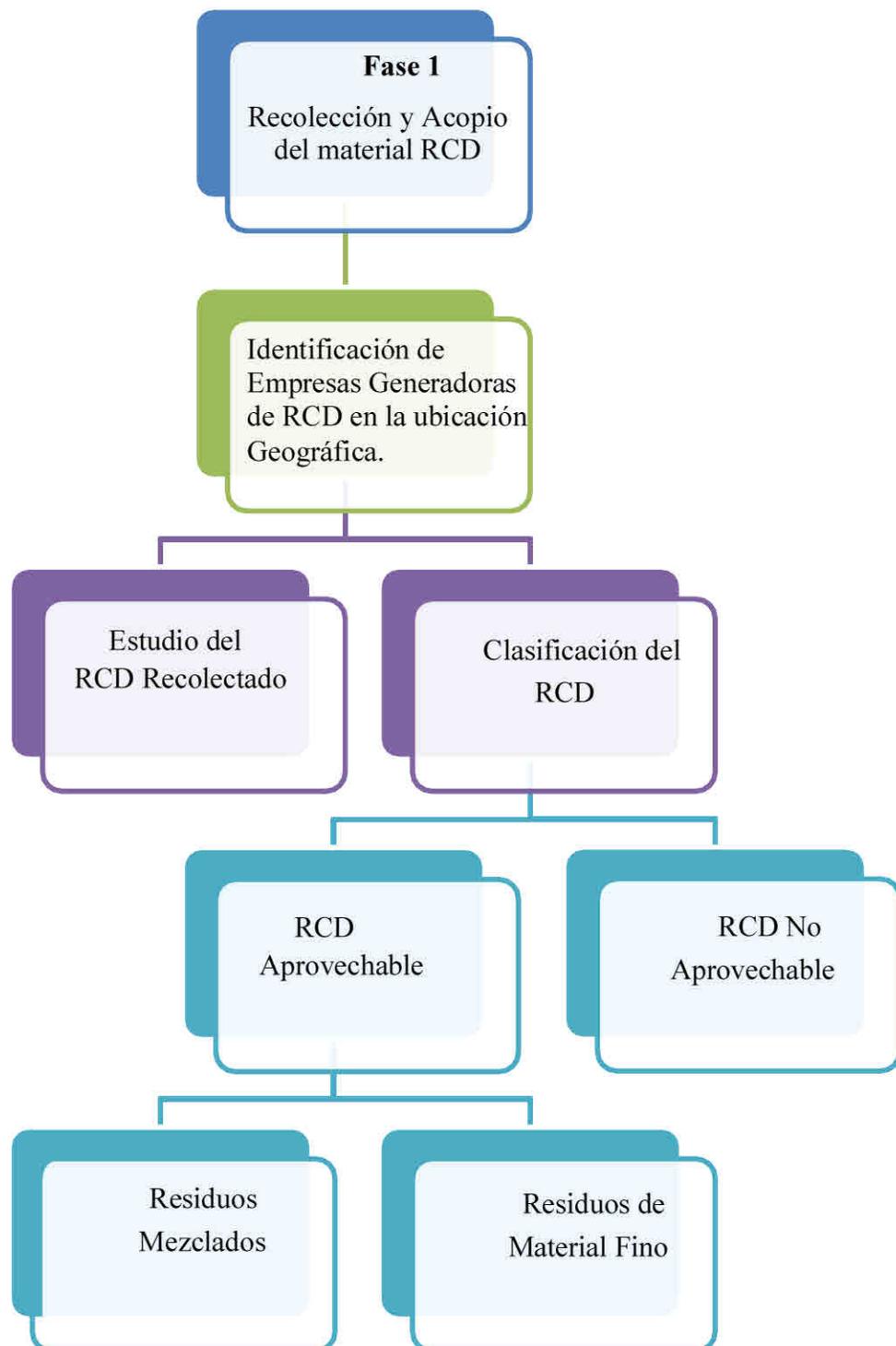


Ilustración 7. Metodología específica del proceso de investigación (Fuente propia).

9.3 Recolección y Acopio del Material RCD

Para la Recolección del material objeto de estudio (concreto RCD), se evidencia un paisaje no muy alentador además de la mala disposición de los mismos, los lugares donde se acumulan este tipo de material generan focos de aglomeración de plagas (ratas, serpientes etc...)



Fotografía. 1. Disposición final de RCD's en espacio público, Barrio el diamante, Girardot (Fuente: Propia, tomada en febrero de 2018)



Fotografía. 2. Disposición final de RCD's en relleno de baches en vías, Barrio el Diamante, Girardot (Fuente: Propia, tomada en febrero de 2018)

9.4 Identificación de empresas generadoras de RCD

Debido a los anteriores resultados se tomó la iniciativa de censar a las empresas generadoras de Concreto (RCD) específicamente a los laboratorios de concretos y suelos ubicados en el municipio de Girardot para generar un acercamiento a los resultados esperados, esto incluye los Laboratorios de la Universidad Piloto Seccional Magdalena, Corporación Universitaria Minuto de Dios, entre otros para lo que se llevó un seguimiento durante 6 meses para saber cuánto material RCD generan y reutilizarlo en el proyecto de investigación.



Fotografía. 3. RCD's ubicados en la Universidad Uniminuto Girardot (Fuente: Propia noviembre 2019).



Fotografía. 4. RCD's ubicados en la Avenida caños del norte (Fuente: Propia noviembre 2019).

En la siguiente tabla se deja en evidencia la cantidad de residuos RCD, que se generan como resultado de prácticas académicas en las universidades de la región:

Tabla 6. Cantidades de RCD's generados en universidades de la región

LUGAR	PSI	MR	CANT.DE CILINDROS	CANT.DE VIGAS TERCIO DE LA LUZ
UNIVERSIDADES UNIMINUTO- PILOTO	3000	30	65	12
	3500	35-38	55	20
	4000	40-45	45	24
	4500	50-55	45	32
	3000	30	242	28
LABORATORIOS DE GIRARDOT	3500	35-38	321	36
	4000	40-45	412	48
	4500	50-55	223	44
TOTAL DE RESIDUOS			1408	244

El volumen semestral de RCD's generado en los laboratorios es de aproximadamente 10,71 m³ de los cuales el 35% es material fino y de granulometría inferior a 1/2".

9.5 Clasificación del RCD

No se pudo realizar una clasificación fiable del concreto utilizado para la metodología de este proyecto, esto debido a que se encontraba contaminado con varios compuestos, lo que alteraba su composición. Sin embargo, es fundamental recalcar la importancia de la clasificación del concreto para su aprovechamiento, de esta manera se pueden conocer las condiciones iniciales del mismo y sus características.

9.6 Aprovechamiento y disposición de RCD

En Girardot, no hay un control acerca de los residuos RCD que se generan; solo se tiene conocimiento de las obras que legalmente se radican en la Oficina de Planeación Municipal de Girardot, y esto a decir verdad no es un datum certero, pero para tomar 'partida de esta investigación se tendrá en cuenta considerando que hay obras que se llevan a cabo sin ningún tipo de permiso como se puede evidenciar en la siguiente tabla:

De acuerdo a la naturaleza de los materiales empleados en construcción, estos pueden ser clasificados de la siguiente manera:

Tabla 7. Clasificación de los RCD's de acuerdo a su naturaleza

Categoría	Grupo	Clase	Componentes
<i>RCD's aprovechable</i>			
RCD Aprovechable	Residuos mezclados	Residuos pétreos	Concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero y materiales inertes.
	Residuos de material	Residuos finos no expansivos	Arcillas (caolín), limos y residuos inertes pocos o no plásticos y expansivos.

fino	Residuos expansivos	finos	Arcillas y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos.
Otros residuos	Residuos pétreos	no	Plástico, PVC, maderas, cartones, papel, siliconas, vidrios, cauchos.
	Residuos de carácter metálico	de	Acero, hierro, aluminio, cobre, estaño, zinc.
	Residuos orgánicos de pendones.	orgánicos	Residuos de tierra negra.
	Residuos orgánicos de césped.	de	Residuos vegetales y otras especies bióticas.

RCD No aprovechable

	Residuos peligrosos	Residuos corrosivos, radiactivos, reactivos, 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.
RCD no aprovechable	Residuos especiales	No definida	Poli estireno, icopor, cartón, yeso, (drywall) llantas entre otros.
	Residuos contaminados con otros residuos	Residuos contaminados con otros residuos peligrosos	Materiales pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentran contaminados con residuos peligrosos. Estos deben ser dispuestos como residuos peligrosos.
	Residuos contaminados con otros residuos	No definida	Residuos contaminados con otros residuos, que hayan perdido las características propias para su aprovechamiento.

En la tabla anterior se observa una clasificación de los RCD's de acuerdo a la categoría, agrupación y clase de acuerdo a las características de aprovechamiento y origen.

Adicionalmente, de las obras no solo se recuperan materiales y residuos de construcción. Sino además componentes constructivos como puertas, ventanas, vigas,

artefactos sanitarios, revestimientos, tejas, ladrillos y otros materiales similares que pueden ser reutilizados sin necesidad de procesamiento previo (Ramirez, 2007).

Como se pudo observar anteriormente los RCD están compuestos por una gran variedad de materiales aprovechables; Por consiguiente, para cada material generado existen diferentes métodos de aprovechamiento, a continuación, a manera de ejemplo nos enfocaremos en la reutilización de los residuos de concreto.

10 Proceso de Reutilización de los Residuos.

10.1 Metodología

Para llevar a cabo la reutilización de los residuos de escombros debemos de tener en cuenta que no podemos reciclar la mayoría de los materias, primero hay que tener una debida separación para así poder llevar a cabo todos los procesos requeridos.

10.2 Proceso

La separación se descartó, debido a que el material de estudio era conciso y no necesitaba ningún tipo de separación además porque los lugares a los que llegamos fueron específicos y cumplía con las características que se requerían para llevar a cabo el proyecto.

La recolección del concreto se hizo en diferentes laboratorios de concreto que se encuentran dentro del área de estudio; debido a que allí se encuentra en mayor volumen este tipo de material y se encuentra en óptimas condiciones; es decir supera los 210 kg/m² (MPa)



Fotografía. 5. Muestra de concreto recolectado para los análisis de laboratorio (Fuente: Propia).

La separación de material granular y material fino, obteniendo un porcentaje del 35% de material que tomaremos como desperdicio debido a que por resultados de anteriores autores el RCD fino del concreto no tiene un buen comportamiento dentro de una mezcla de concreto.



Fotografía. 6. Concreto fracturado para el análisis de laboratorio.

11 Reciclaje

Después del reconocimiento del RCD que se origina, se hace necesario investigar sobre los procesos, pruebas y demás que permitan evaluar su reutilización, para ello, encontramos esquemas de plantas de procesamiento para el tratamiento de RCD y ensayos convenientes que se llevarían a cabo en un proceso a gran escala como se muestra en la siguiente figura:

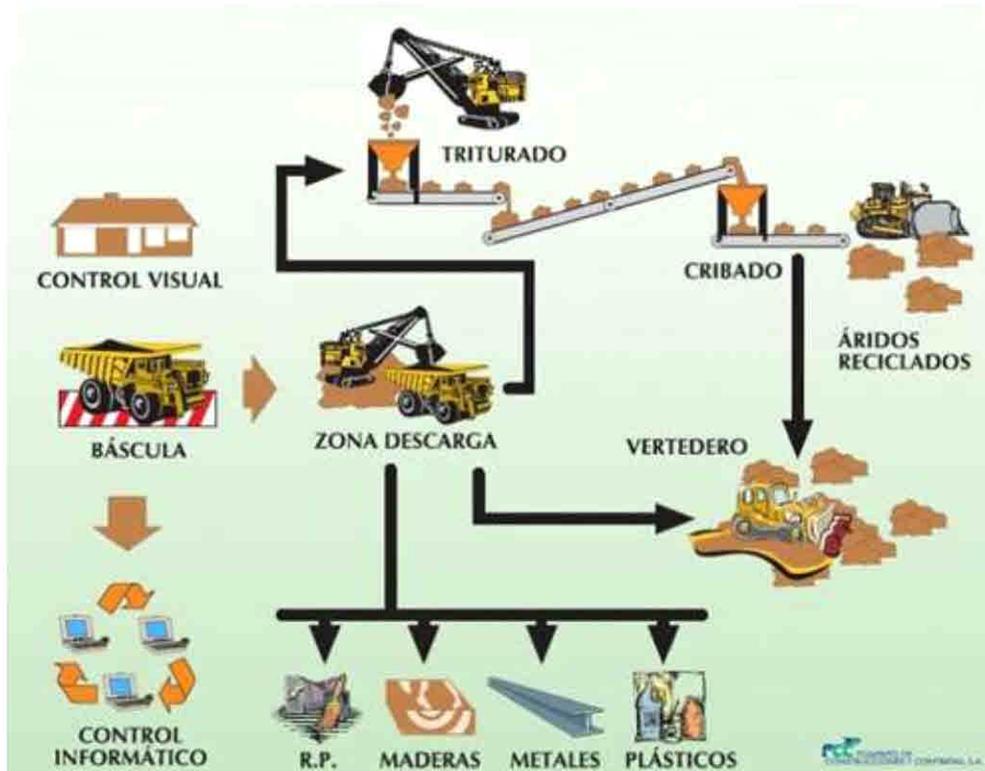


Ilustración 8. Clasificación de los RCD's (Vargas, 2015).

En ciudades como Sao Paulo en Brasil, se ha analizado el RCD, en su condición natural y adicionado con 4% de cal y 4% de cemento Portland, incrementa la resistencia del material, siendo este una composición que puede ser explotada en obras civiles como

pavimentación, además, el aumentar el cemento al RCD proveniente de material asfaltado reacciona mejor al comportamiento de resistencia a la compresión encofinada en comparación con el contenido de cemento mezclado con el agregado derivado de roca caliza utilizado (Olmedo & Barrera, 2013).

Comúnmente en Egipto para la elaboración de bases y sub-bases. (Utilización de agregados de hormigón reciclado tratados con cemento como capa base o sub base en Egipto (Olmedo & Barrera, 2013).,

En Colombia, se realizaron estudios de RCD, donde se concluyó que no es un material reutilizable óptimo para capas de base y sub base, ya que no cumplen con todos los requisitos técnicos de INVIAS, sin embargo mecánicamente encontraron que haciendo una variación de la humedad de compactación puede ser utilizado en bases y sub bases para niveles de transito bajo y medio (Alvarez et al., 2017).

Una empresa colombiana ciclo productos áridos reciclados, a través de la transformación de RCD's, un agregado reciclado que es mezclado con agua y cemento en baja proporción, para lograr formar bloques, ladrillos y adoquines bajo un proceso de secado al aire libre (Arquitectura, 2016).



Ilustración 9. Proceso de reciclaje RCD's por empresas en ciclos productivos áridos (Arquitectura, 2016).

11.1 Residuos mezclados

Es el tipo de residuo de RCD aprovechable específicamente del concreto; que resulta de la demolición y/o construcción que por su composición física, mecánica y química necesita de compuestos mezclados como el cemento, arena y grava para alcanzar la resistencia óptima.

11.2 Residuos finos

Residuo de RCD aprovechable que resulta de la demolición de materiales que han sido triturados para la obtención de materiales nuevos y que pasan por el tamiz N° 200 (75 mm).

11.3 Estudio del RCD recolectado

Por las condiciones que presenta el material RCD (cilindros de concreto) con resistencias entre 3000 PSI, 4000 PSI hasta de 5000 PSI y el lugar de donde se obtuvo (laboratorios). No fue imperativo realizarle pruebas con antelación.

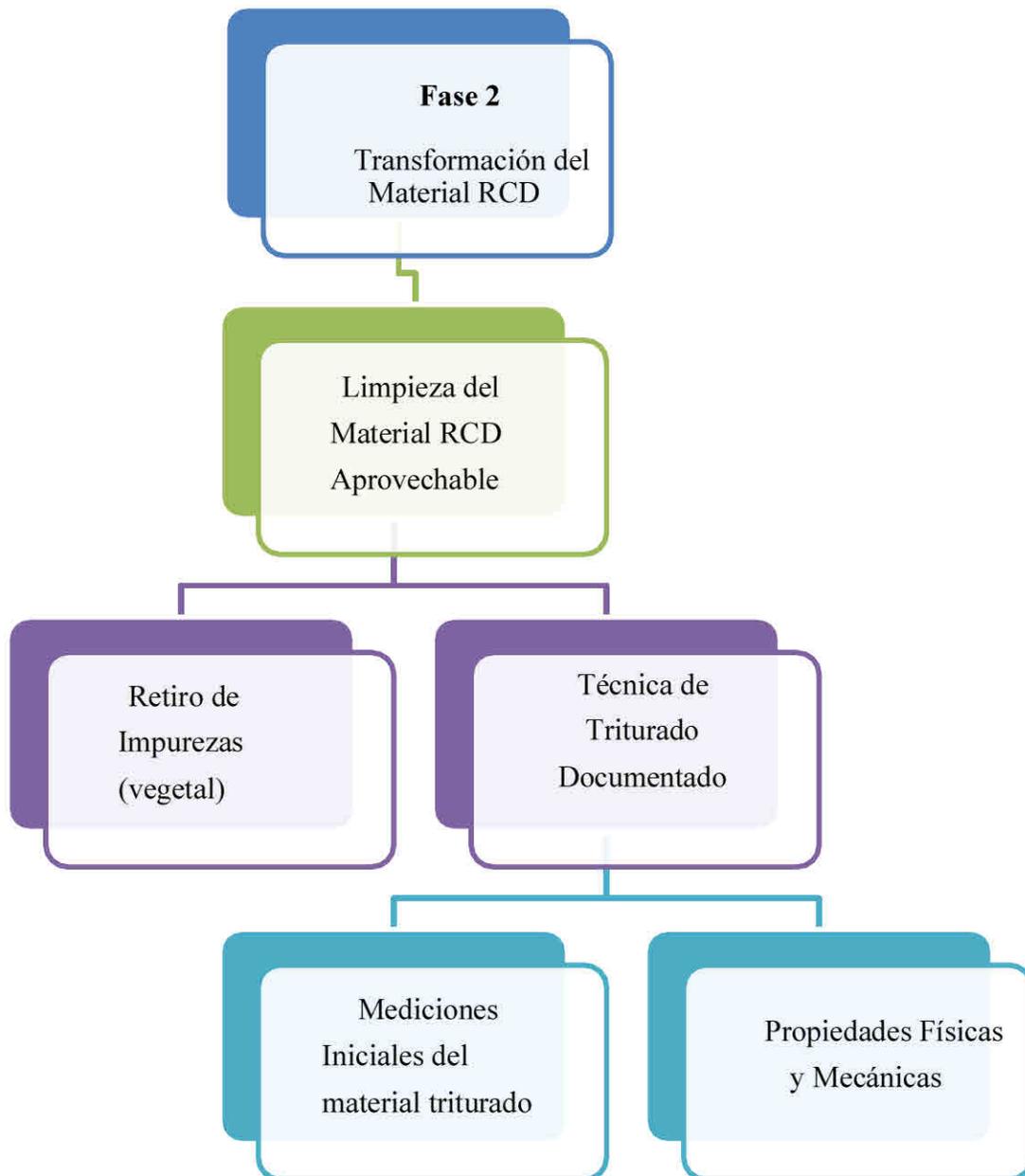


Ilustración 10. Segunda fase para el aprovechamiento y reutilización de los RCD's.

12 Reutilización de los Residuos de Concreto

12.1 Demolición

Cuando los escombros van a ser reciclados, es necesario utilizar métodos de demolición que reduzcan in situ los escombros a un tamaño que pueda ser tratado por un triturador primario de las plantas de reciclaje (menor a 1,200mm en plantas fijas y 400 a 700mm para plantas móviles); por otra parte el proceso de demolición selectiva puede ayudar a disminuir la presencia de impureza en los escombros, como por ejemplo el yeso.

12.2 Transformación

En esta parte del proceso los escombros son transformados en agregado. El proceso de producción de agregado a partir de concreto de demolición es bastante similar a la trituración de agregado de origen natural. Incluyendo trituración, cribación, eliminación de contaminantes como la separación del acero por medio de electroimanes. Existen plantas de primera, segunda y tercera generación, en función de la capacidad de la misma para separar y reutilizar los diferentes compuestos del producto machacado. Posterior al procesado el agregado es almacenado, teniendo en cuenta que se debe almacenar por separado del agregado natural y diferenciar los finos de los gruesos.

Las principales aplicaciones de los agregados provenientes del concreto triturado son en carreteras (bases y sub-bases sin tratar o tratadas con cemento o algún tipo de aglutinamiento, y en menores proporciones en capas superficiales de firme) y en edificaciones u otras obras públicas. En esta segunda fase el material RCD será sometido a transformación

para ser incorporado nuevamente en el diseño de mezcla de concreto RCD como material alternativo en la construcción de caminos veredales, vías de tráfico liviano (placa huellas)

La utilización del agregado proveniente de los residuos de construcción para la estructura de una carretera puede hacerse, siempre y cuando se cumplan con las condiciones técnicas y medio ambientales exigidas. La granulometría del agregado será establecida en la trituración, la calidad del agregado dependerá básicamente de la calidad de la composición del escombros.

12.2.1 Limpieza del material RCD.

La técnica de limpieza fue muy sencilla; para los primeros especímenes que se obtuvieron fue RCD que estaba contaminado debido a que encontraba con otro tipo de escombros y expuesto a las adversidades climáticas, como es el caso de la lluvia ácida, y otros contaminantes que por el hecho de estar a la intemperie pudo recoger, y esta consistía en sumergirlo en agua limpia para retirarle impurezas y material orgánico.

12.2.2 Retiro de Impurezas.

Desde la clasificación se hizo el retiro de materia vegetal para obtener solamente el material aprovechable y objeto de estudio.

12.2.3 Técnica de triturado.

Para la práctica del ejercicio se hizo de manera manual empleando herramienta menor como el mazo, puesto que es solo para material de estudio, pero de ser grandes cantidades se recomienda plantas de tratamiento de RCD, ya sea Pública o Privada que preste el servicio a grandes constructoras o proyectos de gran envergadura.



Fotografía. 7. Técnica de trituración manual (Fuente: Propia).

12.2.3.1 Mediciones iniciales de material triturado.

La principal limitación fue la recolección debido a que el material que se encontraba en el espacio público no era suficiente cantidad; debido a que el concreto que se encontraba en los RCD era el que estaba adherido a los ladrillos y cerámica debido a sus características no presentaban una resistencia apropiada para la ejecución del proyecto.



Fotografía. 8. Ensayo de compresión a cilindros de concreto tradicional (3000 PSI) (Fuente: Propia).



Fotografía. 9. Ensayo de compresión a cilindros de concreto reemplazando al 100% de la grava por material RCD (3000 PSI) (Fuente: Propia).

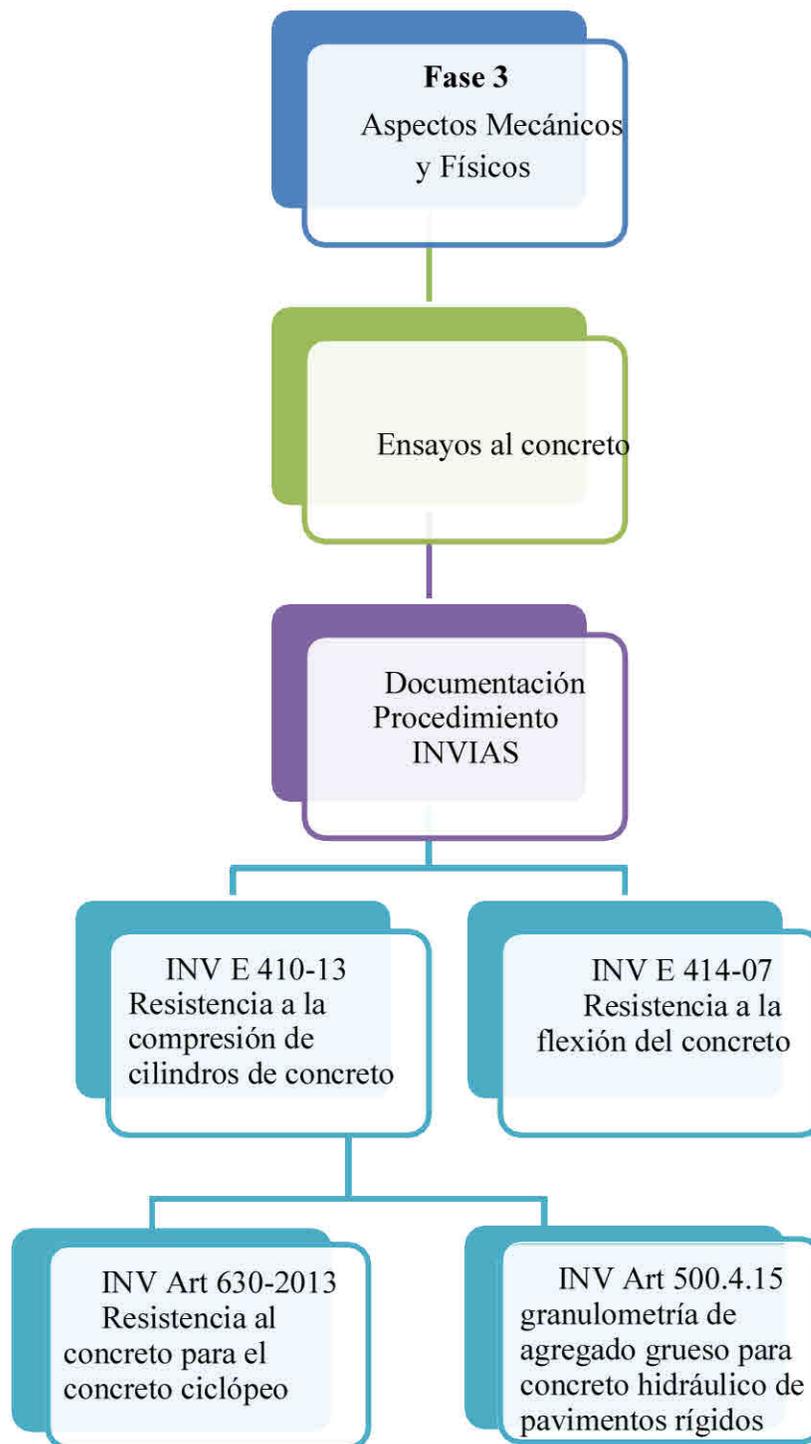


Ilustración 11. Tercera fase para el aprovechamiento y reutilización de los RCD's.

En esta fase de la investigación la base de estudio fueron los resultados de los diferentes autores para tomar partida y llevar a cabo la propuesta de reutilización de RCD en Placa huellas según la guía de diseño de pavimentos con placa huella de Instituto Nacional de Vías (INVIAS) (Instituto Nacional de Vías INVIAS, 2016)

A continuación, se reflejan los resultados que fueron base para el desarrollo de este proyecto:

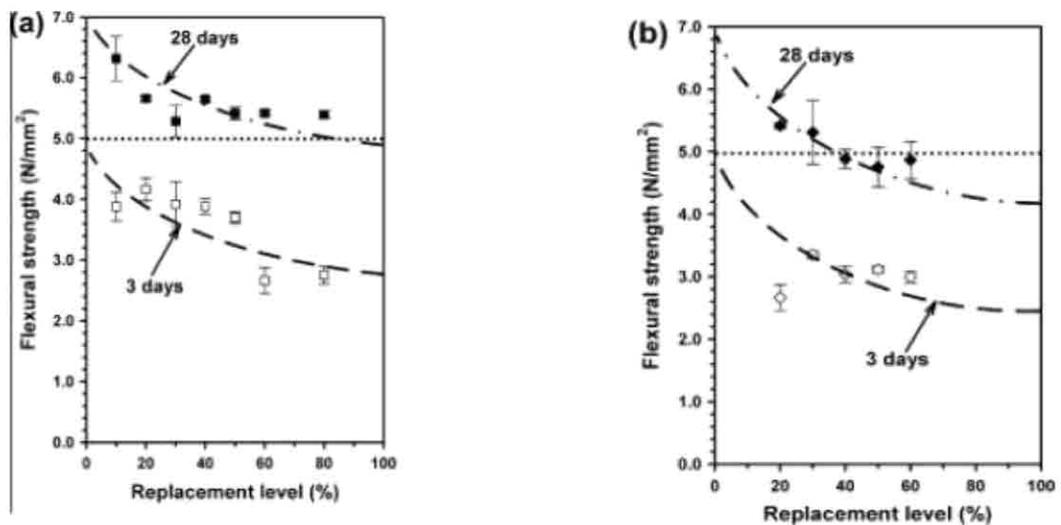


Ilustración 12. Comparación del reemplazo de fracciones por residuos de concreto (gruesas con 20% de fracciones finas a la izquierda y finas con 60% de fracciones gruesas a la derecha) (Escandon, 2011).



Ilustración 13. Caracterización de residuos áridos realizado por empresa cementera (Vega, 2012).

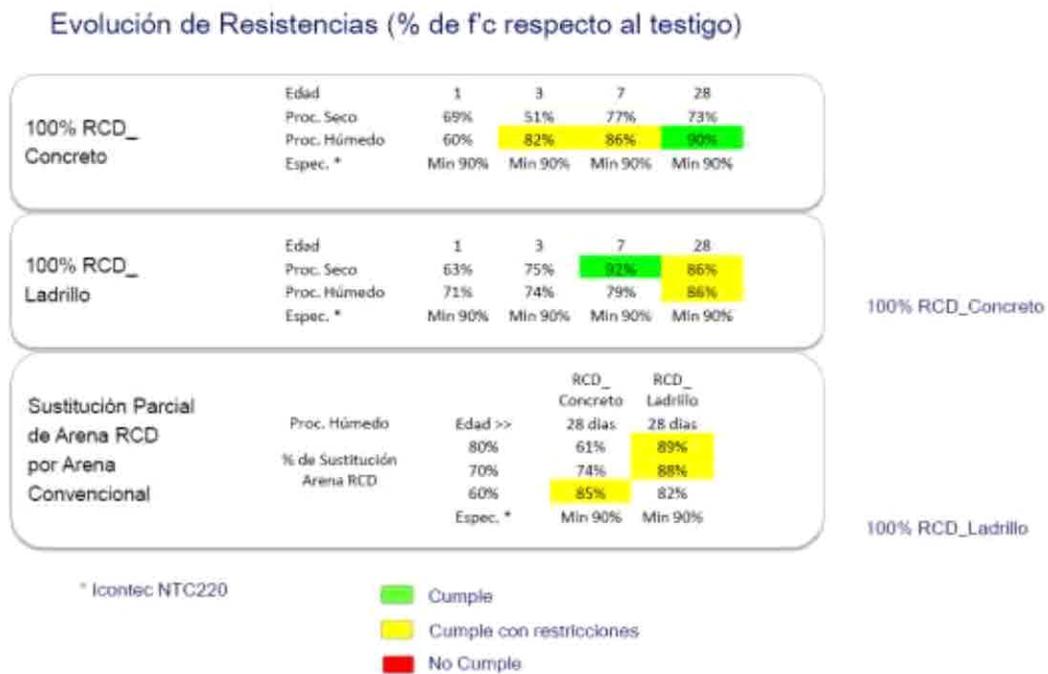


Ilustración 14. Evolución de resistencias en la caracterización de residuos áridos (Vega, 2012).

Los resultados anteriores y otros antecedentes se tuvieron en cuenta a la hora de sustituir el porcentaje mínimo (20%) para cumplir con las especificaciones técnicas sin alterar las propiedades mecánicas, conservando las resistencias apropiadas para el diseño de pavimentos con placa huellas.

Según la guía de diseño de pavimentos con placa huellas (Instituto Nacional de Vías INVIAS, 2016) la resistencia del concreto para riostras debe ser de 3000 psi y para el concreto ciclópeo y bordillos debe ser de 2500 psi. Reemplazando el 20% de grava natural por grava RCD ¾” se obtuvo la siguiente dosificación:

Tabla 8. *Tabla de dosificación del concreto*

tipo de concreto	resistencia Psi	Cemento Kg	arena m3	grava m3	RCD m3	agua lt	producción desperdicio
1:2:1,6:0,4	3000	420	0.67	0.536	0.134	250	5%
1:2:2,4:0,6	2500	350	0.56	0.672	0.168	180	5%

En la tabla 8 se puede observar las características del concreto de acuerdo a la dosificación realizada en las pruebas de laboratorio (Fuente: Propia).

De esta manera cumple con la siguiente normatividad:

- INV E 410-13 Resistencia a la compresión de cilindros de concreto.
- INV E 414-07 Resistencia a la flexión del concreto.
- INV Art 630-2013 Resistencia al concreto para el concreto ciclópeo.
- INV Art 500.4.15 granulometría de agregado grueso para concreto hidráulico de pavimentos rígidos.

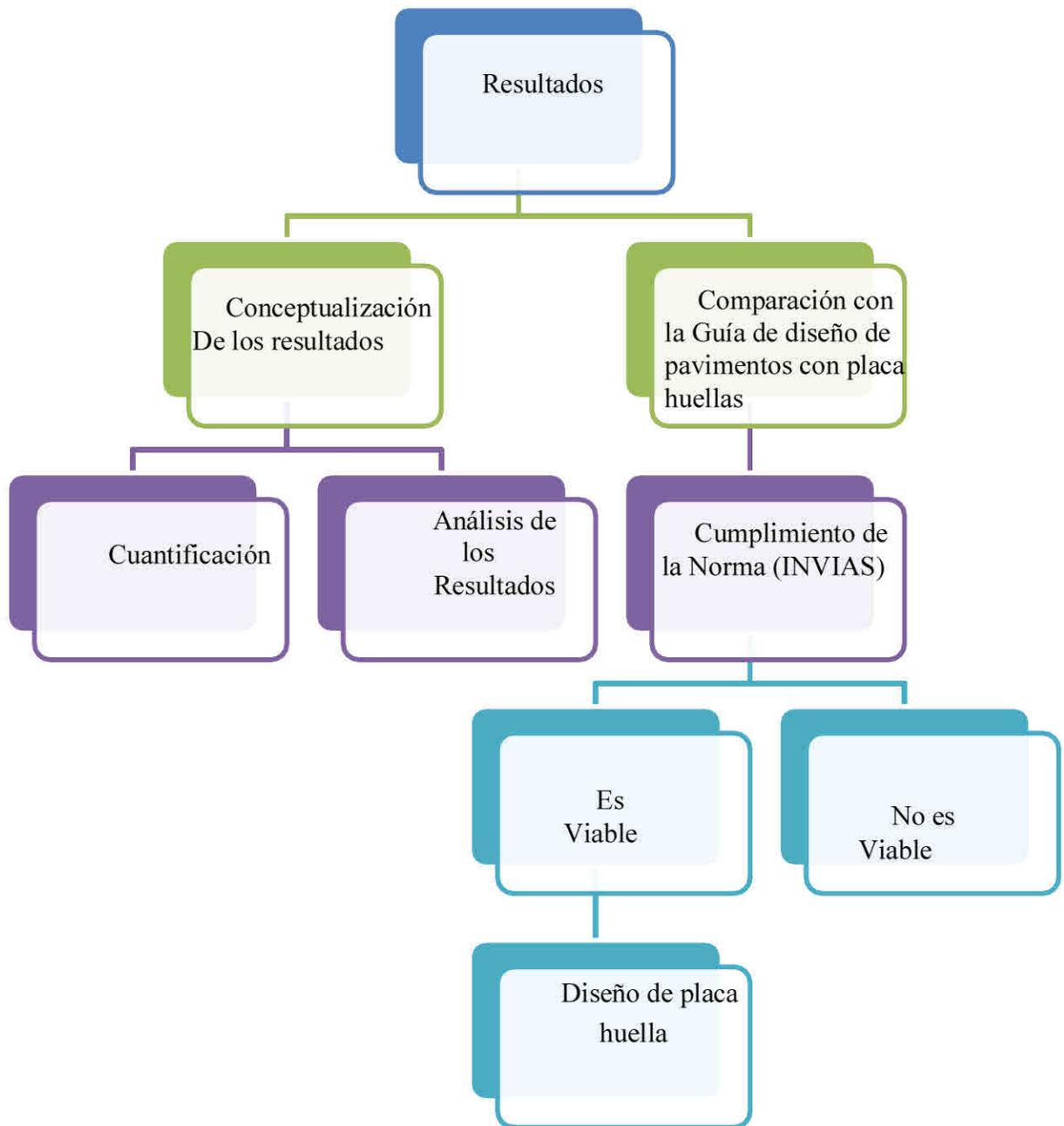


Ilustración 15. Resultados del proceso de aprovechamiento y reutilización de los RCD's.

13 Resultados

13.1 Conceptualización de resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la ejecución de la metodología planteada para el aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición, y se realiza el análisis de los mismos:

13.1.1 Cuantificación.

Al relacionar los resultados que se obtuvieron de la evolución de resistencias el concreto RCD y los ensayos de compresión y flexión además de obtener el porcentaje para reemplazar la grava natural por grava RCD (concreto) para obtener la resistencia adecuada, al mismo tiempo se refleja que es el material que ofrece mayor resistencia en agregado grueso por tanto el más óptimo para sustituir en la mezcla del total de concreto que se produce en Girardot el 20% de la grava natural se dejaría de extraer para ser reemplazado por el concreto RCD.

13.2 Análisis de los Resultados

En contexto, la reutilización de los RCD de concreto puede ser una solución a la construcción de obras de infraestructura como es el caso del diseño de pavimentos con placa huellas que acompañado de una gestión pública mitigaría el impacto ambiental en el municipio de Girardot.

A continuación, se muestran los presupuestos para la construcción de las placas huellas con materiales de origen natural y reciclado:

Tabla 9. Presupuesto planteado para la construcción de 3 ml de placa huella con materiales naturales.

Ítem	Descripción	Und	Cantidad	Vlr. unitario	Vlr. total
1.1	Concreto para placa huella	M3	0,83	520.568	432.071
1.2	Riostras	M3	0,17	520.568	86.414
1.3	Concreto ciclópeo	M3	0,42	356.275	149.636
1.4	Aceros	KG	83,64	5.184	433.590
1.5	Bordillos		3,0	59.445	178.335
VALOR TOTAL					1.101.711

Tabla 10. Presupuesto materiales naturales

DESCRIPCIÓN	TRAMO ML	PRECIO
PLACA HUELLA	3 ML	1.101.711
PLACA HUELLA	1 ML	367.237
PLACA HUELLA	200 ML	73.447.383

Tabla 11. Presupuesto de placa huella .tramo de 3 ml con material reciclado RCD's

Ítem	Descripción	Und	Cantidad	Vlr. unitario	Vlr. total
1.1	Concreto para placa huella	M3	0,83	527.332	437.685
1.2	Riostras	M3	0,17	520.568	86.414
1.3	Concreto ciclópeo	M3	0,42	356.275	149.636
1.4	Aceros	KG	83,64	5.184	433.590
1.5	Bordillos	ML	3,0	59.445	178.335
VALOR TOTAL					1.285.660

Tabla 12. *Presupuesto material RCD's*

DESCRIPCIÓN	TRAMO ML	PRECIO
PLACA HUELLA	3 ML	1.285.660
PLACA HUELLA	1 ML	428.553
PLACA HUELLA	200 ML	85.710.645

El concreto fue el DE mejor comportamiento al ser sustituido como agregado grueso, pero según los resultados de las pruebas técnicas que realizo Cemex el agregado fino del ladrillo tuvo un mejor comportamiento como arena RCD.

13.3 Componente ambiental

En el año 2010 en Colombia se formuló la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible, la cual actualiza e integra la Política Nacional de Producción más Limpia y el Plan Nacional de Mercados Verdes como estrategias del Estado colombiano para promover y enlazar el mejoramiento ambiental y la transformación productiva con la competitividad empresarial. En el tema específico de residuos sólidos se destacan estrategias y líneas de acción como: i) desarrollo de sistemas de aprovechamiento de residuos a nivel regional; ii) regulación del manejo de residuos en sectores como el de la construcción, la manufactura, el transporte, los alimentos y, los empaques y envases; iii) desarrollo de la responsabilidad extendida del productor en sectores como el electrónico, el de pilas, baterías, llantas, el farmacéutico y el de productos químicos; iv) fortalecer los instrumentos económicos existentes y desarrollar nuevos que promuevan la producción y el consumo sostenible; v) articular el Programa Nacional de Educación Ambiental interinstitucional e intersectorial para

la producción y consumo sostenible; y vi) emprendimiento de negocios verdes. PAG 17
(CONPES 3874, 2016; Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo, 2010).

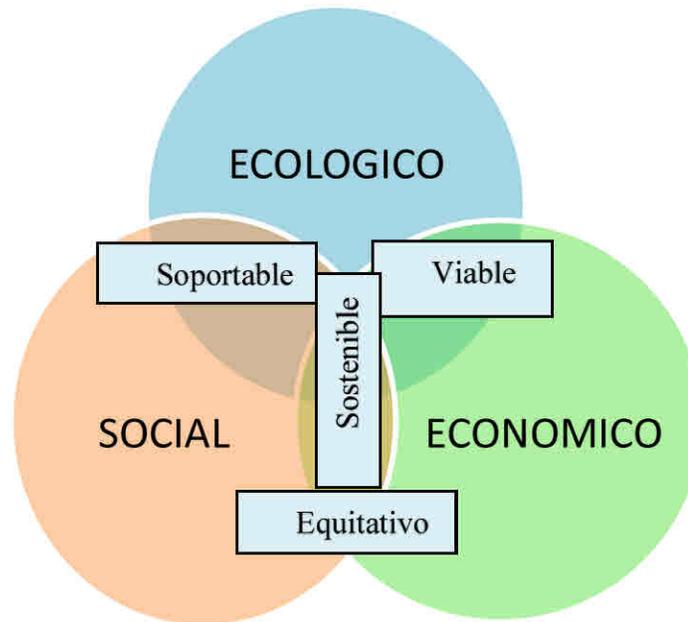


Ilustración 16. Componentes del termino de sostenibilidad de acuerdo a las metas del nuevo milenio adaptada por la política nacional de desarrollo sostenible (Rengifo Rengifo, Quitiaquez Segura, & Mora Córdoba, 2012).

La creciente generación de residuos que irían a los rellenos sanitarios no está acorde con la disponibilidad de suelos para efectuar su disposición final Según cálculos en el Documento CONPES 3819, Colombia tendrá 64 ciudades con más de 100.000 habitantes en 2035, en las que habitará el 83% de la población y existirán 5,1 millones de nuevos hogares, para los cuales es necesario garantizar servicios públicos con calidad y continuidad. Así mismo, la generación de residuos sólidos urbanos y rurales se estimó en 2015 en 13,8 millones de toneladas anual; es decir, cerca de 283 kilogramos por persona, un poco más de la mitad del promedio de los países de la OCDE de 530 kilogramos. Se estima que para 2030, la

generación de residuos en las zonas urbanas y rurales podría llegar a 18,74 millones de toneladas anuales. Se estiman residuos cercanos a 321 kilogramos por persona/año, con un nivel de aprovechamiento de 2,5 millones de toneladas anuales y con 14,2 millones de toneladas anuales de residuos que deberán ser dispuestos en rellenos sanitarios que no cuentan con la suficiente capacidad para recibirlos. A partir de Estudio Nacional de Infraestructura se presentaría déficit de capacidad instalada, el cual se estima en 10,28 millones de toneladas para el año 2030, presentándose un acumulado para el período 2015-2030 de 95,39 millones de toneladas, este déficit será mayor para los rellenos más grandes, los cuales reciben los residuos de las principales ciudades del país (CONPES 3874, 2016)..

Teniendo en cuenta los objetivos de desarrollo sostenible esta propuesta cumple con los siguientes:



Ilustración 17. Objetivo N° 13 “Acción por el clima”, de los ODS planteados por la organización de las naciones unidas (ONU, 2018).

Disminuir las cifras de contaminación ambiental, provocadas por la producción de cemento que genera CO₂ y la extracción de material pétreo natural de los ríos y canteras alterando los ecosistemas.



Ilustración 18. Objetivo N° 11 “Ciudades y comunidades sostenibles”, de los ODS planteados por la organización de las naciones unidas (ONU, 2018).

Diseñar y posteriormente construir placa huellas con materiales alternativos y que aportan al desarrollo sostenible de la comunidad.



Ilustración 19. Objetivo N° 12 “Producción y consumo responsable”, de los ODS planteados por la organización de las naciones unidas (ONU, 2018).

13.4 Encuestas a la comunidad sobre el reúso de RCD's

Con el objetivo de dimensionar la opinión de la comunidad sobre el aprovechamiento de residuos de construcción y demolición, se aplicó una encuesta a la comunidad académica el programa de ingeniería civil de la Uniminuto, Seccional Girardot; A continuación, se muestran los resultados:

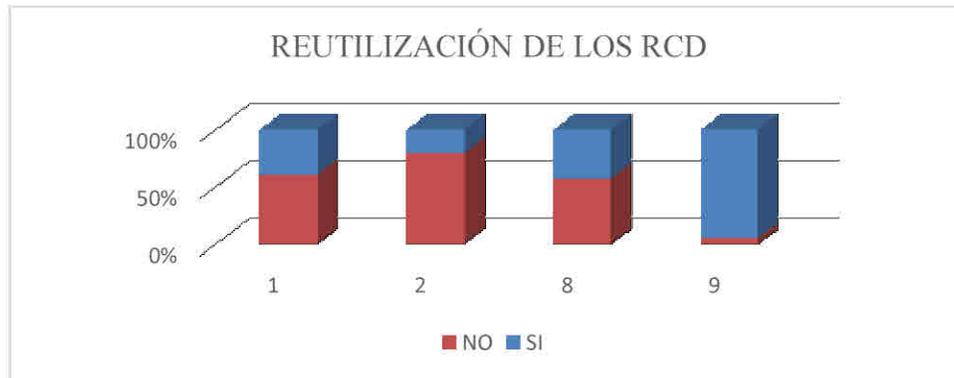


Ilustración 20. Opinión sobre el aprovechamiento de los RCD's (fuente propia).

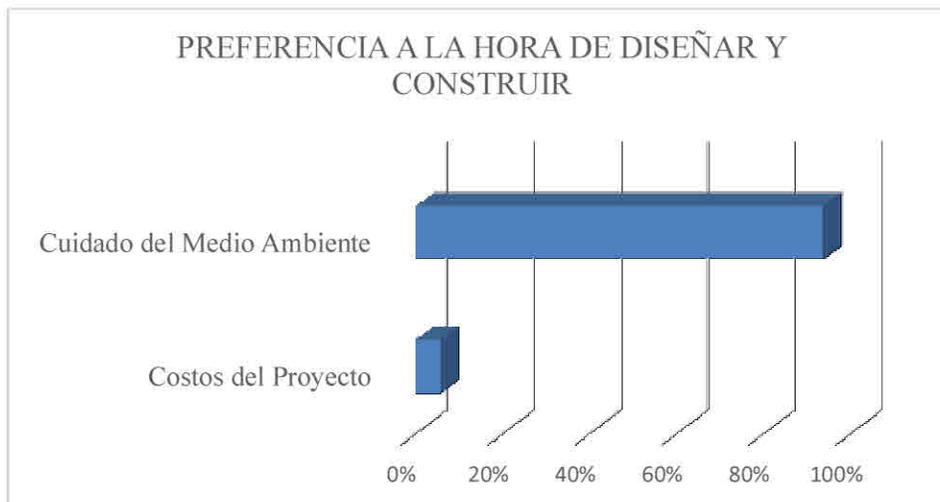


Ilustración 21. Opinión sobre la preferencia de los RCD's, si se compara el cuidado del medio ambiente con el beneficio económico (fuente propia).

13.5 Componente social

Es de vital importancia integrar una justificación social al desarrollo de cualquier proyecto, ya que de esto depende la aceptación o rechazo del mismo, además, la comunidad debe verse beneficiada por la ejecución de proyectos o actividades; para este caso la construcción de vías por medio de un material reciclable propicia una mejor calidad de vida para la comunidad, mejorando el acceso a la educación, recursos, servicios y oportunidades (Arquitectura, 2016).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, la comunidad de la vereda San Lorenzo en el municipio de Girardot, evidencia los beneficios de la construcción de vías con placa huellas (k0+200 a k0+370), mediante el uso de residuos de construcción y demolición. Garantizando una mejor calidad de vida.

14 Alcance

Este proyecto es aplicable a cualquier municipio que desee integrar procesos sostenibles para el aprovechamiento y disposición final de sus residuos de construcción y demolición, ya que promueve e impulsa la ampliación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) y la creación de políticas públicas que propicien el compromiso de la comunidad y las industrias involucradas, lo que genera alternativas tecnológicas viables para la problemática actual de la disposición de RCD's.

15 Limitaciones

La principal limitación para el desarrollo de esta propuesta es la recolección de RCD's debido a que la generación en el municipio de Girardot, es llevada a otros municipios aledaños con fines de relleno por la falta de escombrera, razón por la cual limita el alcance a este material.

La información que se recauda en planeación municipal acerca de las obras que se adelantan en el municipio no es verídica puesto que el datum es con respecto a las licencias que se otorgan en la oficina de planeación sin tener en cuenta las obras que se realizan “ilegalmente”.

En términos generales la limitación de mayor peso para la ejecución de esta propuesta es el costo del proyecto, ya que para la administración municipal es más económico la disposición de dicho material en una escombrera, que financiar el aprovechamiento y transformación del mismo.

16 Conclusiones

El proceso de transformación manual de los RCD's funciona con volúmenes pequeños del material, sin embargo, no es útil en la implementación de este proyecto debido a las grandes cantidades que se encuentran dispuestas en el municipio, por lo que es esencial proyectar el financiamiento de un proceso de transformación mecánico.

Dentro del área referenciada se pudo evidenciar según los datos recogidos que se genera un volumen de 10,71 m³ de concreto que resulta del ensayo de laboratorios de concreto a flexión y compresión, en los laboratorios referenciados, volumen que nos lleva a concluir que el volumen es aún mayor teniendo en cuenta que para este estudio no se tuvo en cuenta el volumen que generalas construcciones y obras de carácter público y privado.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los estudios realizados en este proyecto, se puede concluir que el material pétreo producto del proceso de transformación de los RCD's posee las condiciones físicas y mecánicas óptimas para el diseño y construcción de pavimentos con placa huellas según lo que exige invias en la norma INV E 414-13 Y INV E 410-13.

La propuesta presentada en este documento para la transformación de los RCD's en material pétreo útil para la construcción de placas huellas es viable, conforme a la tabla de dosificación que se empleó para alcanzar la resistencias exigidas nos arrojó resultados valederos para esta investigación y reemplazar en 20% la grava natural por RCD obteniendo resistencias de 2.500 psi para los componentes secundarios de una placa huella y sugiriendo una dosificación de concreto para obtener 3.000 psi para los elementos primarios.

17 Recomendaciones

Debido a que se tuvo como base la dosificación del concreto de 3.000 psi, para la creación del concreto RCD, se obtuvo una resistencia de 2.500 psi. Para una futura investigación se recomienda realizar un diseño de mezcla con el material RCD que cumpla con los requerimientos exigidos.

Otro punto a tener en cuenta es la transformación del material de manera mecánica, con una planta para este tipo de material, esto aumenta drásticamente los costos de inversión, pero generando el aprovechamiento de grandes cantidades de RCD aumentando su utilidad y beneficio para la comunidad.

18 Anexos



**ESTUDIOS
DISEÑOS Y
CONSTRUCCIONES
CARLOS NIETO S.A.S**

Girardot, Agosto 12 de 2019

Señor(es):

ING. LAURA VALENTINA CASTRO SEGURA

ING. FRANCY YURANY CONDE SEPULVEDA

Uniminuto

Girardot – Cundinamarca

Respetadas Ingenieras:

Por medio de la presente nos permitimos dar a conocer los resultados de los Ensayos de Resistencia a Compresión de los cilindros normales de concreto de las muestras enviadas al laboratorio, procedente del trabajo de grado que tiene como objeto La Reducción de Residuos de Construcción y Demolición (RDC) y Reutilización en Construcción de Vías de Tráfico Liviano, en el municipio de Girardot, Departamento de Cundinamarca.

Los ensayos fueron realizados de acuerdo con la norma I.N.V E - 410 -13.

Gustosamente atenderé cualquier inquietud al respecto.

Anexamos informe de resultados.

Cordialmente,

Ing. CARLOS ANDRÉS NIETO LAGUNA

Mat. 25202-190306 CND.

Ingeniero Civil

Especialista en Geotecnia

Especialista en Diseño y Construcción de Pavimentos

Representante Legal Edyconst S.A.S

Diagonal 8 No. 32-36 Barrio Blanco Girardot-Cundinamarca

Tel: 8887452-Cel: 3115571381

edyconst@hotmail.com-gerencia@edyconst.com.co

	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO INV E – 410 – 13	CÓDIGO: OPS-R-028
		EMISIÓN: 01/02/2017
		VERSIÓN: 1
		CONSECUTIVO: EDY N°001
ESTUDIOS, DISEÑOS Y CONSTRUCCIONES CARLOS NIETO S.A.S		

ESTUDIANTES: ING. LAURA VALENTINA CASRO SEGURA Y ING. FRANCY YURANY CONDE SEPULVEDA

PROYECTO: REDUCCION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION (RCD) Y REUTILIZACION EN CONSTRUCCION DE VIAS DE TRAFICO LIVIANO

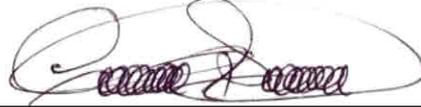
LOCALIZACION: MUNICIPIO DE GIRARDOT, DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA

No.	RESISTENCIA TEORICA		FECHA		EDAD DIAS	FUERZA LEIDA KNw	FUERZA Kg	ESFUERZO		PORCENTAJE RESISTENCIA COMPRESION
	Kg/cm2	PSI	TOMA	ROTURA				Kg/cm2	PSI	
1	210	3000	14/07/2019	17/07/2019	3	178,8	18232,41	100,0	1428	47,6%
2	210	3000	14/07/2019	21/07/2019	7	202,5	20649,13	113,2	1617	53,9%
3	210	3000	14/07/2019	28/07/2019	14	268,5	27379,21	150,1	2144	71,5%
4	210	3000	14/07/2019	11/08/2019	28	311,9	31804,75	174,4	2491	83,0%

Porcentaje de resistencia esperada a cada edad

3 Días	39% a 47%	14 Días	81% a 85%
7 Días	62% a 68%	28 Días	100% como mínimo

OBSERVACIONES: CILINDROS DE CONCRETO DE 6"


ING. CARLOS ANDRES NIETO L.
 REPRESENTANTE LEGAL




ING. RUBEN D. ORTEGA MAYORQUIN
 DIRECTOR DE LABORATORIO



**ESTUDIOS, DISEÑOS Y
CONSTRUCCIONES
CARLOS NIETO S.A.S.**



CO17/7710
ISO 9001: 2015

Girardot, Septiembre 25 de 2019

Señor(es):

**ING. LAURA VALENTINA CASTRO SEGURA
ING. FRANCY YURANY CONDE SEPULVEDA**

Uniminuto

Girardot – Cundinamarca

Respetadas Ingenieras:

Nos permitimos dar a conocer los resultados de los Ensayos de Resistencia a Flexión del concreto, de las muestras enviadas al laboratorio, procedente del trabajo de grado que tiene como objeto La Reducción de Residuos de Construcción y Demolición (RDC) y Reutilización en Construcción de Vías de Trafico Liviano, en el municipio de Girardot, Departamento de Cundinamarca.

Adicionalmente le informo que los ensayos realizados en laboratorio fueron hechos bajo los parámetros cumpliendo con la norma I.N.V E – 414 – 13.

Gustosamente atenderé cualquier inquietud al respecto.

Anexamos informe de resultados.

Cordialmente,

Ing. CARLOS ANDRÉS NIETO LAGUNA

Mat. 25202-190306 CND.

Ingeniero Civil

Especialista en Geotecnia

Especialista en Diseño y Construcción de Pavimentos

Representante Legal Edyconst S.A.S

Diagonal 8 No. 32-36 Barrio/Blanco Girardot-Cundinamarca

Tel: 8887452- Cel.: 3115571381-3175262303

edyconst@hotmail.com - gerencia@edyconst.com.co



**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO USANDO UNA
VIGA SIMPLEMENTE APOYADA Y CARGADA EN LOS TERCIOS
DE LA LUZ LIBRE
INV E – 414 – 13**

CÓDIGO: OPS-R-027

EMISIÓN: 01/02/2017

VERSIÓN: 1

CONSECUTIVO: EDY N°001

ESTUDIOS, DISEÑOS Y CONSTRUCCIONES CARLOS NIETO S.A.S

CONTRATISTA: ING. LAURA VALENTINA CASRO SEGURA Y ING. FRANCY YURANY CONDE SEPULVEDA

PROYECTO: REDUCCION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION (RCD) Y REUTILIZACION EN CONSTRUCCION DE VIAS DE TRAFICO LIVIANO

LOCALIZACIÓN: MUNICIPIO DE GIRARDOT DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA

CONSECUTIVO	RESISTENCIA TEORICA MR		FECHA		EDAD DÍAS	LONG mm	ANCHO PROM mm	ALTO PROM mm	FUERZA KNw	FUERZA Kg	ESFUERZO MR		RESISTENCIA %
	Kg/cm2	MPA	TOMA	ROTURA							Kg/cm2	MPA	
1	21,0	2,06	28/08/2019	04/09/2019	7	450	150	150	17,1	1744	9,96	0,98	47,55%
2	21,0	2,06	28/08/2019	11/09/2019	14	450	150	150	22,8	2325	13,29	1,30	63,40%
3	21,0	2,06	28/08/2019	25/09/2019	28	450	150	150	29,1	2967	16,96	1,66	80,92%

Porcentaje de resistencia esperada a cada edad

7 Dias: 62% a 68%

14 Dias: 81% a 85%

28 Dias: 100% como minimo

ING. CARLOS ANDRES NIETO.
REPRESENTANTE LEGAL



CO17/7710

ING. RUBEN D. ORTEGA M.
DIRECTOR DE LABORATORIO

DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS
INV E – 102 – 13

PROYECTO:	REDUCCION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RDC) Y REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS EN CONSTRUCCIÓN DE VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO		
INGENIERAS:	LAURA VALENTINA CASTRO SEGURA - FRANCY YURANY CONDE SEPULVEDA		
LOCALIZACION:	K0 + 200 AL K0+400, VEREDA SAN LORENZO	MUNICIPIO:	GIRARDOT - CUNDINAMARCA
CALICATA N°:	1	FECHA TOMA:	05 AGOSTO 2019
PROFUNDIDAD (m):	0,00 A 1,50 Mts	FECHA ENTREGA:	20 AGOSTO 2019

PROFUNDIDAD (m)	CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AASHTO	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR %	TIPO DE MUESTRA	HUMEDAD EN %
0,00		SM	A-4	MATERIAL DE MEJORAMIENTO		INALTERADA	
0,45				ARENA LIMOSA, DE COLOR CAFÉ CLARO, CON PARTICULAS SUB-ANGULOSAS MENOR A 2", CONDICIÓN DEL SUELO HÚMEDO , DE CONSISTENCIA DURA, DE CEMENTACIÓN MODERA, DE ESTRUCTURA HOMOGÉNEA, DE RESISTENCIA EN SECO MEDIANA, DE DILATANCIA NULA, DE TENACIDAD BAJA Y DE PLASTICIDAD BAJA.	14,16%		3,1%
1,50							

CLASIFICACIÓN SUELOS (AASHTO Y SUCS)

PROYECTO:	REDUCCIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RDC) Y REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS EN CONSTRUCCIÓN DE VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO		
INGENIERAS:	LAURA VALENTINA CASTRO SEGURA - FRANCY YURANY CONDE SEPULVEDA		
LOCALIZACIÓN:	K0 + 200 AL K0+400, VEREDA SAN LORENZO	MUNICIPIO:	GIRARDOT - CUNDINAMARCA
CALICATA N°:	1,0	FECHA T:	05-ago-19
PROFUNDIDAD:	0,45 A 1,50 Mts	FECHA E:	20-ago-19

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO AGREGADO INV E - 122 - 13

No. TARA	1
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	231,9
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	226,3
PESO DE LA TARA	47,8
% DE HUMEDAD	3,1

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS INV E - 125 - 13

E N S A Y O #	1	2	3
No. TARA			
N° DE GOLPES			
PESO DEL SUELO HUMEDO+TARA	NO LIQUIDO		
PESO DEL SUELO SECO+TARA			
PESO DE LATARA			
% DE HUMEDAD			

LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS INV E - 126 - 13

E N S A Y O #	1	2	3
No. TARA			
PESO DEL SUELO HUMEDO+TARA	NO PLASTICO		
PESO DEL SUELO SECO+TARA			
PESO DE LATARA			
% DE HUMEDAD			

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA INV E - 181 - 13

LÍMITE LIQUIDO	NL
LÍMITE PLASTICO	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NP
ÍNDICE DE GRUPO	0

AASHTO: A-1-b

S.U.C.S: SM

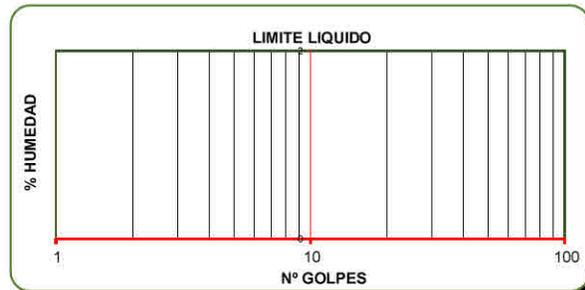
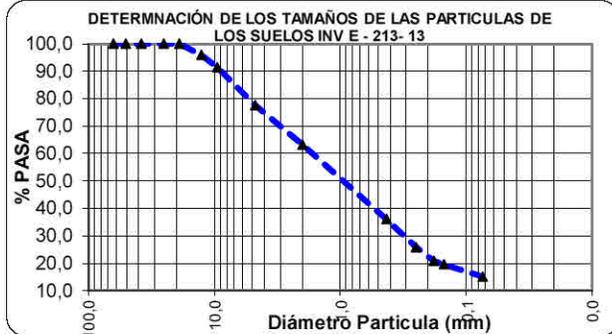
Humedad natural:

3,1

% DE GRAVAS:	22,3
% DE ARENAS:	62,5
% DE FINOS:	15,1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS GRUESO Y FINO INV E - 213 - 13

RETENIDO No 10		PASA No 10		
MUESTRA INICIAL =	1938,2	INICIAL	1938,2	
MUESTRA FINAL =	1644,6	FINAL	932,6	
TAMIZ		PESO. RETENIDO INDIVIDUAL	% RETENIDO INDIVIDUAL.	% QUE PASA
Pulg	mm			
3"	76,20	0,0	0,0	100,0
2-1/2"	63,50	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,0	0,0	100,0
1-1/2"	38,10	0,0	0,0	100,0
1"	25,40	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,05	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,70	78,9	4,1	95,9
3/8"	9,52	86,2	4,4	91,5
N°4	4,76	267,9	13,8	77,7
N°10	2,00	279,0	14,4	63,3
N°40	0,430	526,8	27,2	36,1
N°60	0,250	198,6	10,2	25,8
N°80	0,180	96,4	5,0	20,9
N°100	0,150	24,7	1,3	19,6
No 200	0,074	86,1	4,4	15,1
F		293,6		



RELACION DE SOPORTE DEL SUELO EN EL TERRENO (CBR IN-SITU)
INV E - 169 - 13

PROYECTO:	REDUCCION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RDC) Y REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS EN CONSTRUCCIÓN DE VÍAS DE TRÁFICO LIMANO		
INGENIERAS:	LAURA VALENTINA CASTRO SEGURA - FRANCY YURANY CONDE SEPULVEDA		
LOCALIZACIÓN:	K0 + 200 AL K0+400, VEREDA SAN LORENZO	MUNICIPIO:	GIRARDOT - CUNDINAMARCA
CALCATA N°:	1	FECHA T:	05-ago-19
PROFUNDIDAD:	0,45 A 1,50 Mts	FECHA E:	20-ago-19

CONTENIDO DE HUMEDAD		
Peso recipiente + suelo húmedo	Grs.	245,1
Peso recipiente + suelo seco	Grs.	239,6
Peso del recipiente	Grs.	70,5
Peso del suelo seco	Grs.	169,1
Peso del agua evaporada	Grs.	5,5
Contenido de humedad	%	3,3
Contenido de humedad Natural	%	3,1

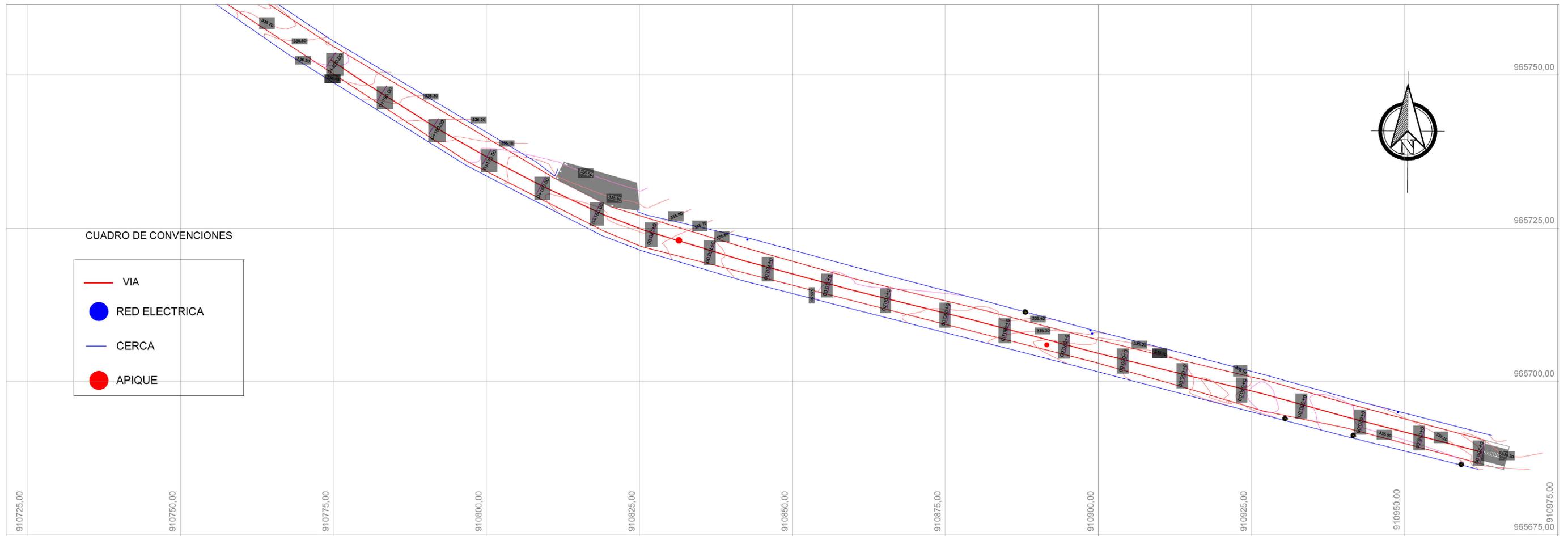
DENSIDAD		
Peso molde + suelo compactado	Grs.	8.133
Peso del molde	Grs.	3.909
Peso del suelo compactado	Grs.	4.224
Volumen del molde	Cm3	2.159
Densidad suelo húmedo	Grs./cm3	1,966
Contenido de humedad	%	3,3
Densidad suelo seco	Grs./cm3	1,895
Densidad suelo seco	Lbs./pie3	118,2

PENETRACIONES - CARGAS - (C.B.R. "IN SITU")						
Fecha de inmersión:		05/08/2019	Molde #1		% EXPANSIÓN	
Hora:		14:20:00	Lec. inicial	0,0	0,0	
Dias transcurridos:		3	Lec. final	0,0		
Tiempo	Penet. en mm.	Penet. en Pulg.	Molde #1			C.B.R.
			Lectura DIAL	L. Corregida	Carga lb/pul2	
00"	0	0,000	0,00	0	0	
30"	0,64	0,025	0,46	103	34	
60"	1,27	0,050	0,93	209	70	
1' 30"	1,91	0,075	1,41	317	106	
2'	2,54	0,100	1,89	425	142	14,16
2'30"	3,18	0,125	2,38	535	178	
3'	3,81	0,150	2,86	643	214	
3'30"	4,45	0,175	3,35	753	251	
4'	5,08	0,200	3,80	854	285	18,98
6'	7,62	0,300	5,25	1.180	393	
8'	10,16	0,400	6,12	1.376	459	
10'	12,7	0,500	6,50	1.461	487	

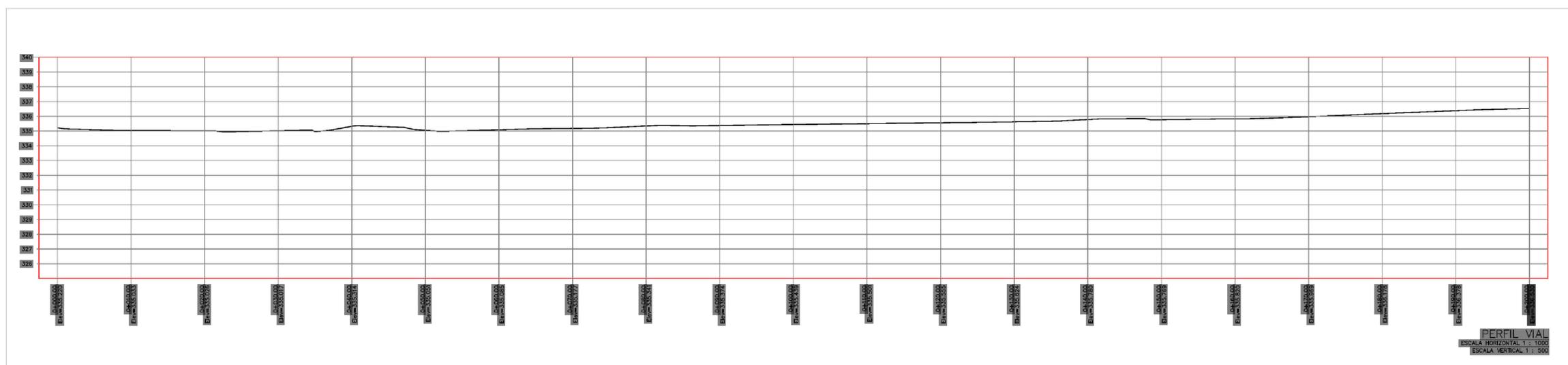
% GRAVAS	22,3		
% ARENAS	62,5	L. L.	NL
% FINOS	15,1	IP.	NP
AASHTO: A-1-b		S.U.C.S: SM	

VALORES DE (C.B.R. "IN SITU") CORREGIDO		
Pulgadas	0,1"	0,2"
C.B.R. "IN SITU"	14,16	18,98





LOCALIZACION



PROYECTO:
PROPUESTA PARA LA REDUCCION Y REUTILIZACION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION (RCD) EN PLACA HUELLA DE LA VEREDA SAN LORENZO K0 + 000 A K0 + 0200

IVP JURADO 2:

CONTIENE:
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
SECCION LONGITUDINAL
LOCALIZACION

OBSERVACIONES:

FECHA:

UBICACION:
MUNICIPIO DE GIRARDOT
VEREDA SAN LORENZO

TITULO A OBTENER:
INGENIERA CIVIL

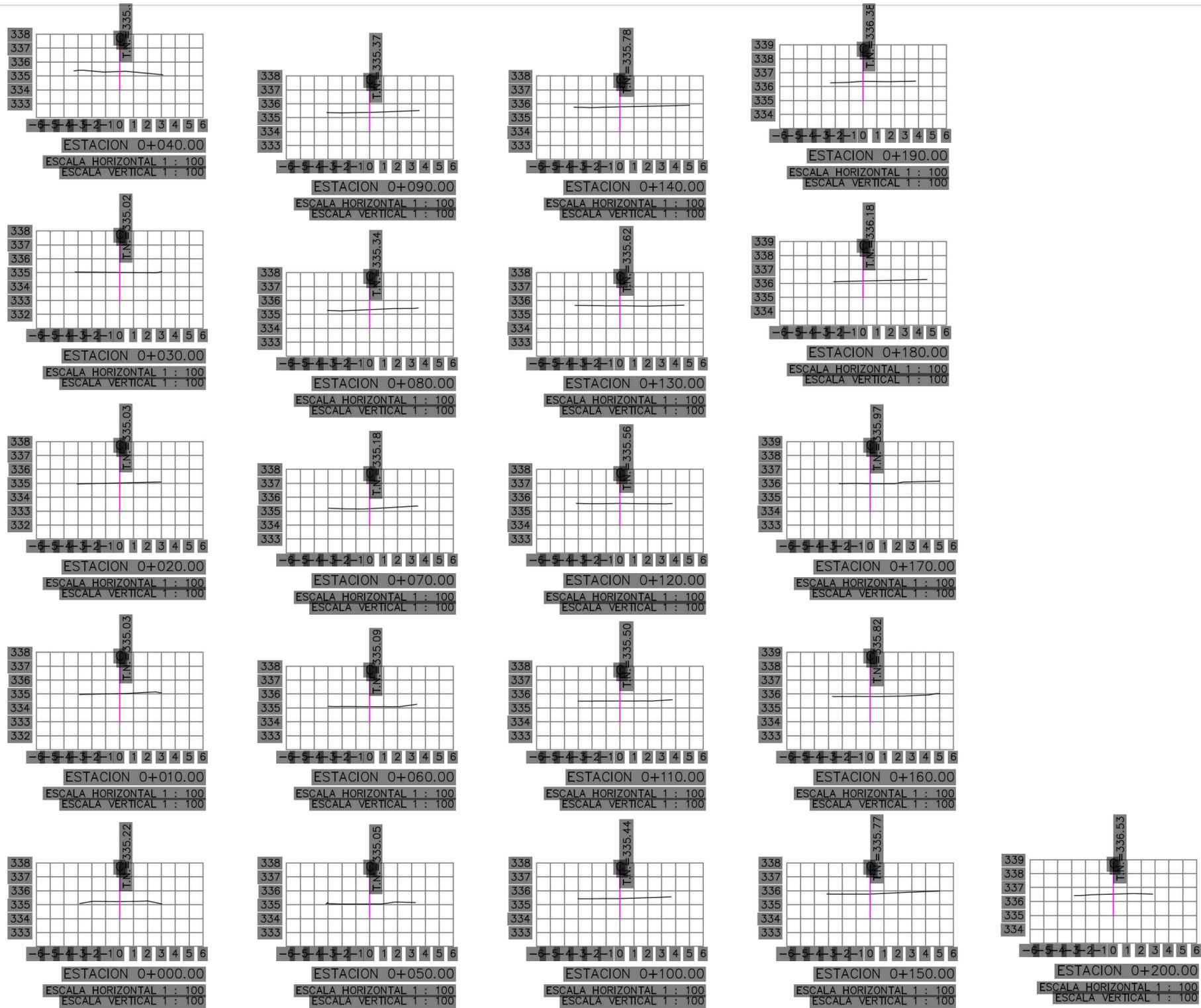
ESTUDIANTES:
LAURA CASTRO SEGURA
FRANCY CONDE SEPULVEDA

FECHA:
NOVIEMBRE 2019

PLANO No:
1 DE 3

ESCALA:
1:250

PERFIL:
h = 1: 200
v = 1: 100



PROYECTO
PROPUESTA PARA LA REDUCCION Y REUTILIZACION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION (RCD) EN PLACA HUELLA DE LA VEREDA SAN LORENZO K0 +000 A K0 +0200

PIF JURADO 1

PIF JURADO 2

CONTIENE
SECCIONES TRANSVERSALES

OBSERVACIONES

AREA

LUBICACION
MUNICIPIO DE GIRARDOT
VEREDA SAN LORENZO

TITULO A OBTENER
INGENIERA CIVIL

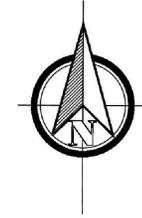
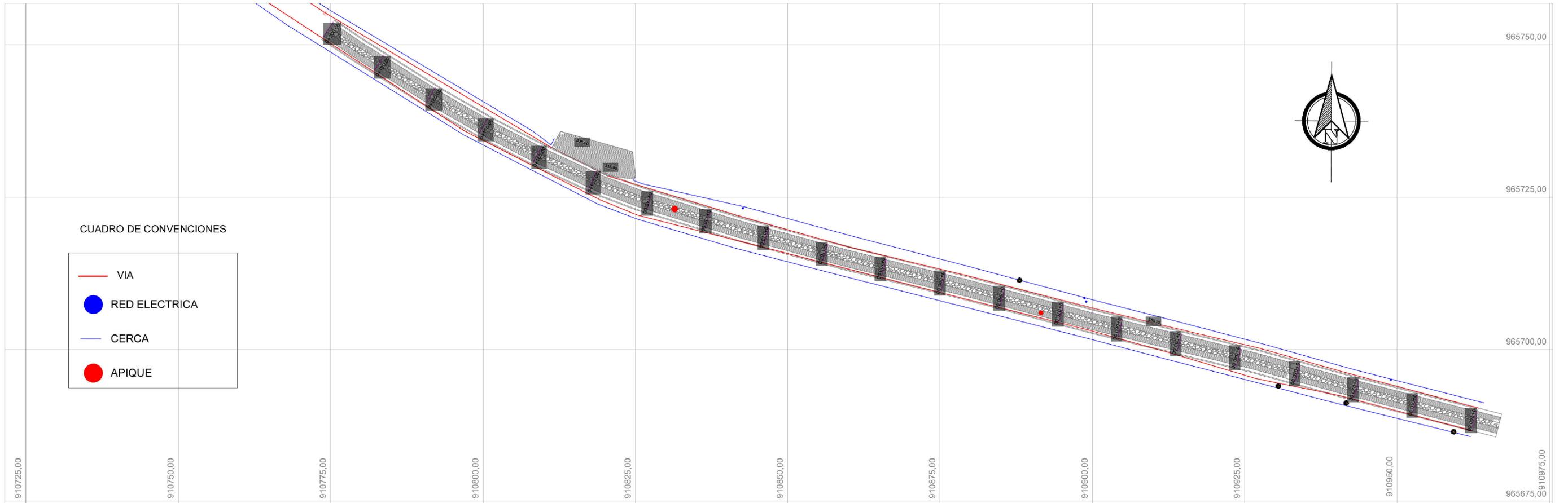
ESTUDIANTES
LAURA CASTRO SEGURA
FRANCY CONDE SEPULVEDA

FECHA
NOVIEMBRE 2019

PLANO No. 2 DE 3

ESCALA 1:250

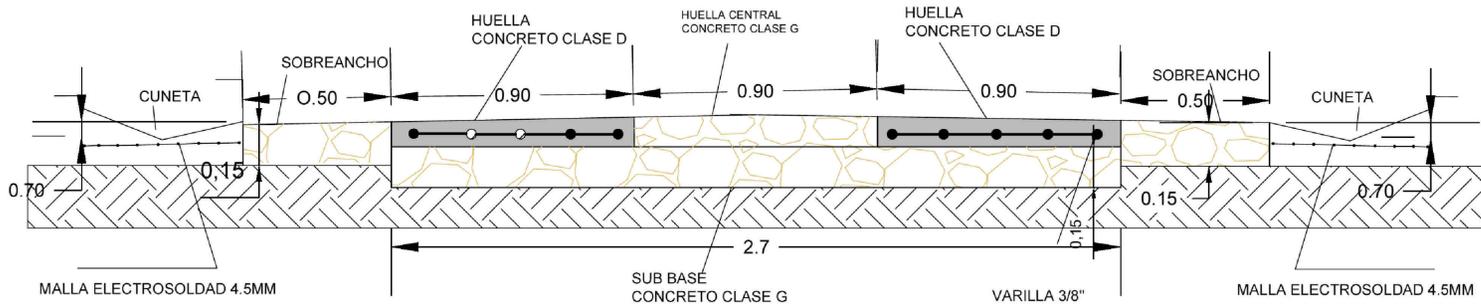
PERFIL
h = 1:200
v = 1:200



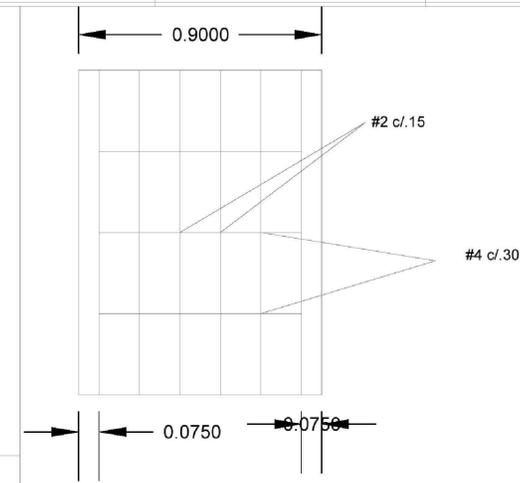
CUADRO DE CONVENCIONES

- VIA
- RED ELECTRICA
- CERCA
- APIQUE

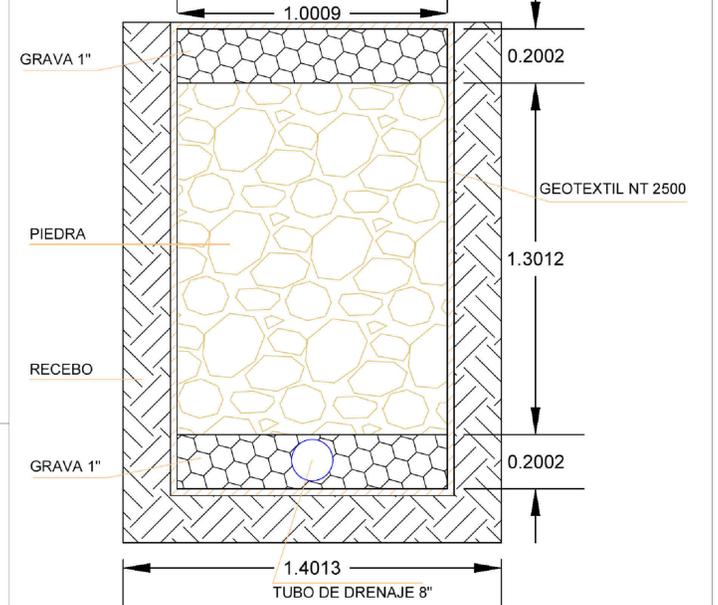
CORTE TRANSVERSAL VIA



Escala: 1/10

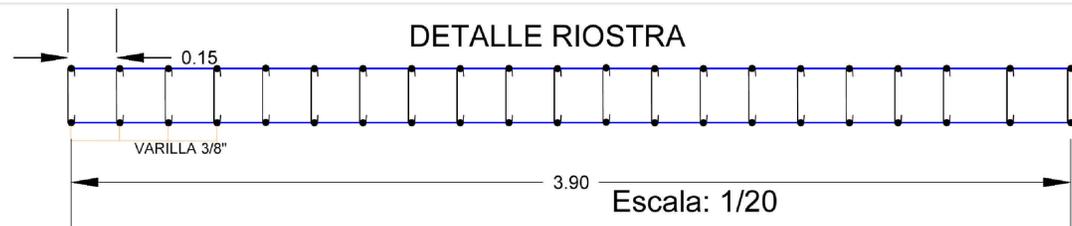


CORTE FILTRO



Escala: 1/10

DETALLE RIOSTRA



Escala: 1/20

PROYECTO: PROPUESTA PARA LA REDUCCION Y REUTILIZACION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION (RCD) EN PLACA HUELLA DE LA VEREDA SAN LORENZO K0 + 000 A K0 + 0200

VPS JURADO 2

CONTIENE: PLANTA DETALLES

OBSERVACIONES:

JURADO:

UBICACION: MUNICIPIO DE GIRARDOT VEREDA SAN LORENZO

TITULO A OBTENER: INGENIERA CIVIL

ESTUDIANTES: LAURA CASTRO SEGURA FRANCY CONDE SEPULVEDA

FECHA: NOVIEMBRE 2019

PLANO No: 1 DE 1

PLANTA: 1:250

PERFIL: h = 1:200 v = 1:100

Esta encuesta tiene como objetivo conocer la opinión acerca un nuevo producto a partir de la transformación de RCD (CONCRETO) que tan confiable puede ser. Esta encuesta se realiza con fines académicos.

RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)

Carrera Universitaria:

¿Preguntas?

1. ¿En su carrera profesional obtuvo el conocimiento sobre la utilización de los residuos de construcción y demolición?

SI

NO

2. ¿Conoce algún proyecto en Colombia donde se hayan usado materiales RCD?

SI

NO

- 2.1 Si su respuesta anterior fue afirmativa (la pregunta N°2), por favor indique la ubicación del proyecto, en donde y como se implementaron los materiales RCD.

ej: ciudad, VIS, VIP, vías, etc...

3. Su inclinación a la hora de diseñar y construir es:
Marque en la escala de 1 a 5 su prioridad, siendo 1 los costos del proyecto y 5 el cuidado del medio ambiente.

Costos del Proyecto 1 2 3 4 5 Cuidado del Medio Ambiente

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

4. Su inclinación a la hora de diseñar y construir es:
Marque en la escala de 1 a 5 su prioridad, siendo 1 la calidad de materiales y 5 el costo de los mismos.

Calidad del Material 1 2 3 4 5 Costos de Materiales

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

5. Su inclinación a la hora de diseñar y construir es:
Marque en la escala de 1 a 5 su prioridad, siendo 1 el cuidado del medio ambiente y 5 la estética y acabados de los materiales.

Cuidado del Medio Ambiente 1 2 3 4 5 Estética y Acabado de los Materiales

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

6. Su inclinación a la hora de diseñar es:
Marque en la escala de 1 a 5 su prioridad, siendo 1 la estética y acabados de los materiales y 5 los costos de los materiales.

Estética y Acabado de los Materiales 1 2 3 4 5 Costos de los Materiales

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

7. ¿Ha utilizado los materiales de residuos de construcción y demolición?

- Concretos
- Ladrillo
- Fragmentos de rocas
- Baldosín
- Otro: Menciónelo

7.1 En el caso de haber utilizado alguno de los materiales descritos en la pregunta anterior (Pregunta N°7), por favor, cuéntenos en qué proceso o cómo lo utilizaste.

8. ¿se arriesgaría a incluir materiales de residuos de construcción y demolición a la hora de diseñar y construir?

SI

NO

9. ¿Le gustaría recibir capacitaciones y formación acerca de la utilización de los residuos de construcción y demolición?

SI

NO

19 Referencias bibliográficas

- Aguilera, G. (2016). FORMULACION DE LOS AJUSTES AL “PLAN DE MANEJO AMBIENTAL ESCOMBRERA GIRARDOT” (Vol. 53).
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Alcaldía de Bogotá. (2015). *Decreto Número 586 del 2015*.
- Alcaldía de Girardot. (2014). SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL (SIGAM) GIRARDOT 2014-2026. *Pontificia Universidad Católica Del Peru*, 8(33), 44.
- Alcaldía de Girardot. (2016). *ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (PGIRS) DE GIRARDOT*. Retrieved from [http://girardot-cundinamarca.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionYControl/Actualización del plan de gestión integral de residuos sólidos \(PGIRS\) de Girardot.pdf](http://girardot-cundinamarca.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionYControl/Actualización%20del%20plan%20de%20gestión%20integral%20de%20residuos%20sólidos%20(PGIRS)%20de%20Girardot.pdf)
- Alvarez, A., Martínez, M., & Guerra, G. (2017). Influencia de la utilización del RCD como árido en mezclas asfálticas en caliente. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 11(1), 1–14.
- Arquitectura. (2016). APUNTES - REVISTA DIGITAL DE ARQUITECTURA. Retrieved November 13, 2019, from <http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2017/04/ciclo-materiales-sostenibles-partid-de.html>
- CEMPRE. (1998). *Manual de gestion integral*.
- Congreso de la Republica. (2009). *LEY 1259 DE 2008* (Vol. 2). Retrieved from ???
- CONPES 3874. (2016). Política Nacional Para La Gestión Integral De Residuos Solidos. *Consejo Nacional de Política Económica y Social*, 73. Retrieved from

http://acmineria.com.co/sites/default/files/regulations/conpes_3874.pdf

Construmatica. (2010). Gestión de Residuos y Demoliciones. Retrieved November 14, 2019,

from

https://www.construmatica.com/construpedia/Gestión_de_Residuos_y_Demoliciones

Corte constitucional. (2011). ACCION DE TUTELA DE ASOCIACION DE

RECICLADORES EN MATERIA DE SERVICIOS PUBLICOS DE ASEO. Retrieved

November 14, 2019, from

<http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/autos/2012/a084-12.htm>

Escandon, J. C. (2011). *DIAGNÓSTICO TÉCNICO Y ECONÓMICO DEL*

APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN

EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ (PONTIFICIA UNIVERSIDAD

JAVERIANA). <https://doi.org/10.16194/j.cnki.31-1059/g4.2011.07.016>

Guacaneme, F. (2015). *Ventajas y usos del concreto reciclado* (UNIVERSIDAD MILITAR

NUEVA GRANADA). Retrieved from

[https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15151/GuacanemeLizarazoFa](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15151/GuacanemeLizarazoFabioAndres2015.pdf;jsessionid=C61037D4EE0C4711DA9C67620FFE20FD?sequence=1)

[bioAndres2015.pdf;jsessionid=C61037D4EE0C4711DA9C67620FFE20FD?sequence=1](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15151/GuacanemeLizarazoFabioAndres2015.pdf;jsessionid=C61037D4EE0C4711DA9C67620FFE20FD?sequence=1)

IGAC. (2017). *Informe de gestión 2016-2017*.

INDERENA. (1974). DECRETO 2811 DEL 18 DE DICIEMBRE DE 1974. *IEEE Journal on*

Selected Areas in Communications, 2(1), 258–263.

<https://doi.org/10.1109/JSAC.1984.1146039>

Instituto Nacional de Vías INVIAS. (2016). *Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella*

(p. 244). p. 244.

- Londono, S. (2016). *REUTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DEL CONCRETO CON PIGMENTOS DE COLOR PARA EL MEJORAMIENTO DE ESPACIOS PÚBLICOS DETERIORADOS*. UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA MEDELLÍN.
- Maat. (2019). Reutilización de residuos de Construcción y Demolición RCD's • Maat. Retrieved November 14, 2019, from <https://www.maat.com.co/reutilizacion-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-rcds/>
- Mapama. (2011). Metodología de estimacion de emisiones. *Sistema Espanol de Inventario de Inventario de Emisiones*, 1–3. Retrieved from https://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/030311-combust-fabric-cemento_tcm30-430164.pdf
- Mejía, E., Giraldo, J., & Martínez, L. (2013). Residuos de Construcción y Demolición: Revisión Sobre su Composición, Impactos y Gestión. *Cintex*, 18, 105–130.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo, C. (2010). *Política Nacional de Producción y Consumo*.
- Ministerio de Vivienda. (2013). *Decreto 2981 de 2013 Reglamentario del Servicio Publico de Aseo*. Retrieved from <http://www.minvivienda.gov.co/Residuos Solidos/Presentación del Decreto 2981 de 2013.pdf>
- Ministerio de Vivienda Ciudad y Desarrollo Territorial. (2017). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - Título C: Sistemas de potabilización. *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial*, 336.
- Olmedo, O., & Barrera, D. (2013). Utilización De Residuos De Construcción Y Demolición (Rcd) Ligados con materiales cementantes en pavimentos. *Pontificia Universidad*

Javeriana, 1–8.

ONU. (2018). ODS en Colombia Los retos para el 2030. *ONU*. Retrieved from

https://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/ODS/undp_co_PUBL_julio_ODS_en_Colombia_los_retos_para_2030_ONU.pdf

POT. (2000). Acuerdo Numero 029 De 2000. *Alcaldia de Girardot, 2000*(junio 28), 3–5.

Rengifo Rengifo, B. A., Quitiaquez Segura, L., & Mora Córdoba, F. J. (2012). La educación ambiental una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental en Colombia. *XII Coloquio Internacional de Geocrítica*, 1–16.

Serrano, T., & Borrachero, M. V. (2012). MORTEROS ALIGERADOS CON CASCARILLA DE ARROZ: DISEÑO DE MEZCLAS Y EVALUACIÓN DE PROPIEDADES. *Dyna*, 79(175), 128–136.

Vargas, S. (2015). Manejo adecuado de residuos de construcción y demolición : 2015.

Retrieved November 13, 2019, from

<http://residuosdeconstruccionydemolicion.blogspot.com/2015/>

Vega, J. (2012). *Aprovechamiento y disposiciòn de RCD*.