

**ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE
CONCRETO A PARTIR DE AGREGADOS RECICLADOS, PROVENIENTES DE
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN PREVESA S.A.S –
GIRÓN, SANTANDER**

PAOLA ANDREA BOHÓRQUEZ PÉREZ

Informe de investigación presentado como requisito para optar al título de Magister
en Sostenibilidad

Universidad Pontificia Bolivariana
Fundación Universitaria Católica del Norte
Facultad de Ingenierías
Medellín
2023

**ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE
CONCRETO A PARTIR DE AGREGADOS RECICLADOS, PROVENIENTES DE
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN PREVESA S.A.S –
GIRÓN, SANTANDER**

PAOLA ANDREA BOHÓRQUEZ PÉREZ

Asesor (a)

Mary Luz Ocampo Osorio

Ingeniera Ambiental

Magister en Sostenibilidad

Informe de investigación presentado como requisito para optar al título de Magister
en Sostenibilidad

Universidad Pontificia Bolivariana

Fundación Universitaria Católica del Norte

Facultad de Ingenierías

Medellín

2023

Marzo 14 de 2023

Paola Andrea Bohórquez Pérez

“Declaro que este trabajo de grado no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en ésta o en cualquiera otra universidad”.

Art. 92, parágrafo, Régimen Estudiantil de Formación Avanzada.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Paola Andrea Bohórquez Pérez'.

Firma del autor (es)

Dedicatoria

A Alejandro mi esposo, por su apoyo incondicional, a mis hijos Nicolás y Alicia por ser la inspiración en todas mis acciones; y a mi madre Martha Ilce que es mi ejemplo a seguir.

Agradecimientos

A mi directora, Mary Luz Ocampo Osorio, por el tiempo dedicado a la orientación y revisión de la propuesta y documento final del trabajo de grado.

A las doctoras Piedad Gañán Rojo y Patricia Fernández Morales, evaluadoras de la propuesta de trabajo de grado, quiénes con sus valiosos aportes orientaron los ajustes necesarios al trabajo de grado.

A PREVESA S.A.S por su apoyo incondicional con entrevistas a funcionarios, observaciones del proceso productivo y uso del laboratorio de pruebas de concreto.

Al ingeniero Gustavo Adolfo Mantilla Oviedo, Gerente de la Escombrera El Parque, por compartir información sobre el proceso de recepción y gestión de los residuos de construcción y demolición

A todos los profesores de la Maestría en Sostenibilidad de la Universidad Pontificia Bolivariana Sede Medellín, y Fundación Universitaria Católica del Norte por su entrega y dedicación en la enseñanza de saberes que permitieron mi enriquecimiento profesional.

CONTENIDO

RESUMEN	11
INTRODUCCIÓN	12
JUSTIFICACIÓN	14
1. ESTADO DEL ARTE	15
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
3. MARCOS DEL PROYECTO	22
3.1 CONCEPTUAL.....	22
3.2 NORMATIVO	27
3.3 INSTITUCIONAL.....	29
4. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA.....	31
4.1 GENERAL.....	31
4.2 ESPECÍFICOS	31
5. METODOLOGÍA	32
5.1 TIPO DE ESTUDIO Y ENFOQUE.....	32
5.2 POBLACIÓN DE REFERENCIA	35
5.3 TIPO DE MUESTREO APLICADO.....	36
5.4 CONSIDERACIONES ÉTICAS	36
5.5 RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL ENFOQUE CUALITATIVO DEL PROYECTO.....	38
5.5.1 Técnicas de recolección de información.....	38
5.5.2 Esquema de análisis y procesamiento de datos.....	39
5.5.3 Análisis de la información de la Escombrera El Parque S.A.....	40
5.5.4 Análisis de la información de PREVESA S.A.S	49
5.5.5 Resultados y análisis de la información Escombrera.....	57
5.5.6 Resultados y análisis de la información PREVESA.....	59
5.6 RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL ENFOQUE CUANTITATIVO DEL PROYECTO.....	63
5.6.1 Selección y recolección de materias primas.....	64
5.6.2 Caracterización de los materiales en laboratorio	67
5.6.3 Diseño de mezclas de concreto.....	71

5.6.4	Elaboración de las mezclas	71
5.6.5	Elaboración de las muestras cilíndricas.....	74
5.6.6	Análisis de resultados.....	75
6.	RELACIÓN COSTO-BENEFICIO DE LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS	81
	CONCLUSIONES.....	83
	RECOMENDACIONES	85
	REFERENCIAS.....	86

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Normatividad relacionada con manejo de residuos de construcción y demolición	27
Tabla 2 Unidades de análisis, categorías y descriptores, entrevista 1 Escombrera El Parque.....	41
Tabla 3 Unidades de análisis, categorías y descriptores, entrevista 2 Escombrera El Parque.....	43
Tabla 4 Unidades de análisis, categorías y descriptores, entrevista 1 PREVESA	50
Tabla 5 Unidades de análisis, categorías y descriptores, entrevista 2 PREVESA	52
Tabla 6 Resultados de la prueba de humedad	70
Tabla 7 Resultados de la prueba de humedad.....	70
Tabla 8 Dosificación de la mezcla para cada diseño.....	72
Tabla 9 Resultados de prueba de asentamiento	74
Tabla 10 Resultados de prueba de resistencia	75
Tabla 11 Costo del metro cúbico de arena natural.....	81
Tabla 12 Costo del metro cúbico de arena RCD	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Fases metodológicas del enfoque mixto de diseño concurrente	33
Figura 2 Fases del enfoque cualitativo	35
Figura 3 Fases del enfoque cuantitativo	35
Figura 4 Esquema de análisis y procesamiento de datos	39
Figura 5 Localización geográfica de la escombrera El Parque	44
Figura 6 Acceso a la Escombrera El Parque.....	45
Figura 7 Cerramiento perimetral en los alrededores del predio.....	45
Figura 8 Revisión de la carga de los vehículos por parte del servicio de vigilancia.....	46
Figura 9 Vehículo carpado hasta la zona de descarga	47
Figura 10 Mantenimiento de las estructuras para evacuación de aguas.....	47
Figura 11 Vía interna bien mantenida	48
Figura 12 Registro de cantidades de RCD dispuestas.....	49
Figura 13 Localización geográfica de la planta PREVESA	54
Figura 14 Acceso a la planta PREVESA	55
Figura 15 Trasporte del producto en la mixer.....	56
Figura 16 Etapas del enfoque cuantitativo	64
Figura 17 Recolección del agregado fino y grueso naturales.....	65
Figura 18 Recolección de RCD	66
Figura 19 Trituradora de cono de trituración secundaria de 3 pies 100Tn/hr Mandíbula primaria de 12" *24"	67
Figura 20 Material Triturado, proveniente de RCD	67
Figura 21 Tamizado de agregados finos provenientes de RCD	68
Figura 22 Pesado de los materiales	70
Figura 23 Secado de los materiales en el horno del laboratorio.....	70
Figura 24 Pesado de los materiales	73
Figura 25 Mezcla de los materiales en el trompo.....	73
Figura 26 Pruebas de asentamiento	73
Figura 27 Confección de muestras cilíndricas.....	74
Figura 28 Pruebas de resistencia.....	74
Figura 29 Análisis resultados de asentamiento	80
Figura 30 Análisis resultados prueba de resistencia	80
Figura 31 Costos del metro cúbico de concreto con las diferentes mezclas	82

LISTA DE ANEXOS

Anexo A Carta de solicitud PREVESA S.A.S para realizar el trabajo de grado	91
Anexo B Carta de aceptación PREVESA S.A.S para realizar el trabajo de grado	92
Anexo C Carta de solicitud a El Parque para realizar el trabajo de grado.....	93
Anexo D Carta aceptación escombrera El Parque para realizar el trabajo de grado	94
Anexo E Formato Entrevista No.1 PREVESA S.A.S	95
Anexo F Formato Entrevista No.2 PREVESA S.A.S	96
Anexo G Formato Entrevista No.1 EL PARQUE S.A	97
Anexo H Formato Entrevista No.2 EL PARQUE S.A.....	98
Anexo I Guía de observación Planta PREVESA S.A.S	99
Anexo J Guía de observación Planta EL PARQUE S.A	100
Anexo K Memorando de la entrevista No. 1 Escombrera El Parque S.A	101
Anexo L Memorando de la entrevista No. 2 Escombrera El Parque S.A.....	105
Anexo M Costos disposición de RCD en la Escombrera El Parque S.A	107
Anexo N Protocolo de observación cualitativa escombrera El Parque S.A	110
Anexo O Memorando de la entrevista No.1 PREVESA.....	113
Anexo P Memorando de la entrevista No.2 PREVESA	117
Anexo Q Protocolo de observación cualitativa PREVESA	118

RESUMEN

Bucaramanga está en permanente construcción, y tener un solo lugar para disposición final de escombros, resulta insuficiente, por lo que se incurre en el arrojado clandestino en áreas públicas, lo que genera una problemática ambiental. Reciclar los RCD resuelve la falta de agregados pétreos naturales y contribuye con la protección de los ecosistemas de los cuales son extraídos. El presente trabajo desarrolla un marco conceptual relacionado con temas sobre sostenibilidad y desarrollo sostenible, economía circular y, concreto y residuos de construcción y demolición, analiza un marco normativo que muestra las principales normas y su descripción, referentes al, ruido, emisiones atmosféricas, escombros, material de construcción y residuos sólidos, y describe un marco institucional que presenta algunos aspectos fundamentales de PREVESA S.A.S. entidad objeto de estudio del presente trabajo de grado.

Objetivo: Analizar la viabilidad para la producción sostenible de concreto a partir de la utilización de agregados reciclados, provenientes de residuos de construcción y demolición de la empresa PREVESA S.A.S – Girón, Santander.

Metodología: Se determinó que el tipo de investigación mixto se ajusta a las necesidades, contexto, circunstancias y recursos del trabajo a realizar. El presente estudio propone un diseño concurrente de los enfoques cualitativo y cuantitativo, pues de acuerdo con el planteamiento del problema y la enunciación de los objetivos, la recolección y análisis de datos, así como la interpretación de resultados se ejecutan de manera simultánea.

Resultados: En cuanto al desarrollo de actividades investigativas del enfoque cualitativo se destaca que la escombrera tiene fortalezas como la organización de las actividades en la planta, el cumplimiento del plan de manejo ambiental y la rigurosidad en el cumplimiento de los protocolos establecidos para la recepción y descargue de los deshechos. Respecto a la planta de concreto, es necesario destacar que cuenta con la infraestructura y maquinaria necesaria para lograr un alto nivel de calidad en sus procesos de elaboración del concreto. En el desarrollo de las actividades investigativas del enfoque cuantitativo, vale la pena mencionar que las pruebas de desempeño de asentamiento y manejabilidad que se realizaron a la mezcla donde se usó 20% de agregados reciclados fueron muy parecidas a las del concreto convencional.

Conclusiones: Las pruebas de desempeño de manejabilidad que se realizaron a la mezcla donde se usó 100% de agregados finos RCD, arrojó que el asentamiento fue de 7,5 in a las 0 horas, lo cual es muy conveniente para la manejabilidad del producto; pero transcurrido 30 minutos, el asentamiento fue de 2,5 in, que nos indica que su fraguado es muy acelerado y no se podría vender con esas características. La mezcla donde se usó 20% de agregados finos reciclados tiene propiedades de asentamiento y resistencia muy similares a las del concreto convencional por lo cual puede usarse con alto nivel de confiabilidad. La relación costo beneficio en lo económico respecto a la producción del metro cúbico de concreto, es importante mencionar que el valor del concreto con agregados reciclados se incrementa, lo que puede constituirse en un factor que disminuya el interés de las concreteras por usarlos en la producción de concreto

Palabras clave: Concreto; Residuos de Construcción y Demolición; Agregados Reciclados; Producción sostenible; Economía circular.

INTRODUCCIÓN

A nivel nacional e internacional, se han realizado muchas investigaciones sobre las características y propiedades del concreto elaborado con agregados reciclados. Debido a este panorama, los beneficios económicos y ambientales que trae para los proyectos de ingeniería en el país, es razonable pensar en opciones como el uso de reciclados que además de generar ventajas económicas y ambientales, disminuyan el costo de la disposición final de escombros, montajes de plantas de agregados *in situ* o transporte de los agregados desde la fuente natural hasta la zona del proyecto. Sin embargo, vale la pena preguntarse: ¿El concreto elaborado con agregados reciclados puede alcanzar la calidad obtenida con los agregados naturales?

Por lo anterior, el trabajo de grado pretende demostrar la viabilidad para la producción sostenible de concreto a partir de la utilización de agregados reciclados, provenientes de residuos de construcción y demolición de la empresa PREVESA S.A.S – Girón, Santander, para lo cual se consultaron unos antecedentes relacionados con la producción de concreto con agregados reciclados, que hablan sobre la caracterización física y mecánica de agregados reciclados obtenidos a partir de escombros de la construcción, la evaluación y comparación de propiedades de agregados naturales y reciclados, la sostenibilidad del concreto elaborado con agregados reciclados y, la gestión de residuos de construcción y demolición.

De igual manera desarrolla un marco conceptual relacionado con temas sobre sostenibilidad y desarrollo sostenible, economía circular y, concreto y residuos de construcción y demolición. Adicionalmente, se analiza un marco normativo que muestra las principales normas y su descripción, referentes al ruido, emisiones atmosféricas, escombros, material de construcción y residuos sólidos. Igualmente, describe un marco institucional que presenta algunos aspectos fundamentales de PREVESA S.A.S. entidad objeto de estudio del presente trabajo de grado.

En la óptica metodológica se utilizó un tipo de investigación mixta, de diseño concurrente, que se ajusta a las necesidades, contexto, circunstancias y recursos del trabajo realizado. Se presenta en primer lugar las técnicas de recolección de información, el análisis y procesamiento de datos, y los hallazgos y construcción de sentido del enfoque, aplicando las técnicas de entrevista semiestructurada, para lo cual se diseñaron dos formatos, los cuales fueron aplicados a dos funcionarios de la escombrera El Parque S.A. y dos funcionarios de PREVESA S.A.S. Para el análisis cualitativo se diseñó un formato de observación aplicado en la escombrera

y otro para la planta de concreto cuyo propósito fue recoger información detallada del proceso desarrollado en cada entidad.

En el enfoque cuantitativo se realizó selección y recolección de materias primas, se hizo una caracterización de materiales en laboratorio, se diseñaron mezclas de concreto, se elaboraron las mezclas diseñadas, se confeccionaron muestras cilíndricas de concretos fabricados con agregados naturales y reciclados a las cuales se les aplicó pruebas de asentamiento y resistencia. Igualmente, el documento presenta un análisis de resultados cualitativos y cuantitativos y de la relación costo-beneficio de la producción de concreto a partir de la utilización de agregados reciclados, que culmina con unas conclusiones generales arrojadas en el presente trabajo de grado.

JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de grado ofrece un análisis del uso de AR (agregados reciclados) para la producción sostenible de concreto, que beneficia el medio ambiente por cuanto se disminuye el impacto ambiental negativo que trae la obtención de agregados extraídos de canteras o de las riberas de los ríos, pues ayuda a la conservación del suelo, disminuye la generación de material particulado a la atmósfera, producto de la minería a cielo abierto y protege el paisaje natural de las áreas de explotación de materiales de construcción. De igual manera, la utilización de los AR disminuye el requerimiento de espacios para ser utilizadas como escombreras, que pudieran ser aprovechados como áreas naturales para recreación o para urbanizar si fuere necesario.

Así mismo, está alineado con los objetivos de calidad de la empresa PREVESA S.A.S, que en su primer objetivo los cuales buscan mejorar continuamente la eficacia y eficiencia de los procesos al interior de la organización, por lo tanto este trabajo de grado aporta a la producción sostenible de concreto con AR, fundamentado en un análisis de su viabilidad técnica, económica, ambiental y social, lo que contribuye con el mejoramiento de los procesos en la empresa, a través de la incorporación de criterios de sostenibilidad, Con relación al segundo objetivo de calidad, incrementar la satisfacción de los cliente y trabajadores, la producción de este concreto, se constituye en otra alternativa a la que pueden acceder los clientes y en otra experiencia de aprendizaje para los trabajadores. Contribuye también con el logro del tercer objetivo de calidad, fortalecer continuamente el posicionamiento de la imagen corporativa de PREVESA S.A.S en el sector de la construcción e infraestructura, por la alta calidad de sus procesos y servicios, por cuanto la producción sostenible de concreto promueve el cuidado del medio ambiente, el compromiso social y ofrece costos acordes al producto y servicio brindado.

En este sentido el presente trabajo de grado está articulado con el Plan de Desarrollo Departamental 2020-2023 “Santander Siempre Contigo y para el Mundo”, en lo relacionado con el logro del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) No. 12 que habla de la producción y consumo responsables, específicamente en lo relacionado con la Economía Circular, pues permite que los productos, al terminar su ciclo de vida, vuelvan a integrarse a la cadena para producir algo nuevo. Es así, como la producción sostenible de concreto a partir de AR que se propone en este proyecto, apoya la tendencia actual “de la cuna a la cuna”, que motiva a las empresas y a sus respectivas cadenas de valor, a trabajar bajo una estructura más sostenible.

CAPÍTULO 1

1. ESTADO DEL ARTE

El empleo de los materiales de construcción reciclados se hace visible en la posguerra, pues Europa tenía grandes cantidades de escombros producto de los bombardeos, que comenzaron a usarse para construcción de nuevas obras civiles. El primer informe de producción de concreto reciclado menciona que fue realizado en la entonces Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas en 1946, (Martínez-Molina, W. y otros, 2015 p. 3) poco tiempo después de la Segunda Guerra Mundial y de este tiempo en adelante han surgido diversas experiencias que han ido incluyendo varios desarrollos tecnológicos en este tema. A continuación, se presentan algunos trabajos relacionados en el tema objeto de estudio del presente trabajo de grado.

El trabajo titulado Concreto reciclado: una revisión, explica como la generación de residuos sólidos de concreto hidráulico, considerados como desecho, está convirtiéndose en un problema medioambiental. Por esta razón, el uso de agregados triturados provenientes de demolición de concreto hidráulico se aprovecha para generar Concreto Hidráulico Reciclado, un material que puede reducir costos, disminuir la contaminación y abaratar la edificación. Este trabajo hace una revisión de los avances a nivel internacional en esta temática y explica que:

Lograr que materiales considerados como desechos sólidos (basura, residuos), como el caso del concreto demolido o colapsado, se re-usen para elaborar nuevas mezclas de concreto, resuelve entre otros objetivos: A) re-uso de residuos sólidos, abatiendo la cantidad de residuos o desechos que dañan al medioambiente y por ende a los humanos, por ejemplo problemas de lixiviados; B) diseño, innovación y elaboración de nuevos materiales de construcción ecoamigables; C) conservación de los minerales naturales de las canteras, que redundan en no ataque, no explotación y preservación al hábitat natural de flora y fauna nativa, conservación de la arquitectura del paisaje, geoparques. Los recursos minerales son no renovables; D) disminución de la contaminación atmosférica, al darle un nuevo uso a un material que para su producción emitió CO y CO₂. (p. 3).

Los autores concluyen que usar material reciclado evita que haya acumulaciones de concreto colapsado o demolido que necesite ser removido o transportado a vertederos de residuos sólidos, con el consiguiente gasto de combustible para el traslado. Adicionalmente evitan que las acumulaciones de estos residuos sólidos provoquen cambios en la arquitectura del paisaje al modificar la morfología de la

superficie o topografía de las zonas de recepción de material demolido. De igual manera, el uso de agregados producto del reciclado permite disminuir la cantidad de emisiones contaminantes al medio ambiente y evita la sobreexplotación innecesaria de las canteras y riberas de los ríos, disminuyendo el impacto ambiental de las extracciones y los modos de falla por deslizamiento de los bancos de material cercanos a los centros poblacionales, así como las recargas a los mantos acuíferos.

El estudio publicado en el 2014 y titulado “Caracterización física y mecánica de agregados reciclados obtenidos a partir de escombros de la construcción” los cuales a partir de la gran problemática de la saturación de los sitios de disposición de desechos sólidos que enfrentan actualmente los países latinoamericanos, que se puede atribuir a su ineficiente aprovechamiento y a la falta de políticas adecuadas para el manejo y gestión de los escombros de construcción y demolición. En la ciudad de Cali, Colombia, por ejemplo, se generan diariamente un promedio de 2.480 m³ de estos residuos sólidos, de los cuales sólo el 40% es reutilizado. Una alternativa que el presente estudio surge es aprovechar los residuos de la construcción en la producción de elementos prefabricados. En este estudio se realiza de manera comparativa las propiedades físicas y mecánicas de los agregados reciclados, con respecto a los agregados naturales que se utilizan normalmente en el área de la construcción, con la finalidad de demostrar la viabilidad de su uso en la fabricación de concreto de cemento Portland.

Para el desarrollo de esta investigación, se realiza un muestreo de los escombros, siguiendo con la trituración hasta obtener una granulometría adecuada, posteriormente se realizó una caracterización física y mecánica de los agregados reciclados y finaliza con una evaluación y comparación de las propiedades de los agregados reciclados obtenidos. Lo que arrojó como resultados que el uso de los residuos de concreto como agregados para el concreto muestra una viabilidad importante desde el punto de vista físico y mecánico, además del impacto positivo que trae usar este tipo de materiales. Sus problemas de porosidad y cantidades de mortero adherido se podrían sopesar con una molienda que disminuya al máximo la presencia del mortero adherido, para ser así agregados más finos para la fabricación de concretos. Sin embargo, a pesar de estas características que pudiesen ser contraproducentes para este tipo de materiales, los mismos cumplen con las normativas que especifican las características que deben tener los agregados usados para construcción.

El trabajo titulado Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados, afirma que el uso de residuos de construcción y demolición (RCD) hace parte de la gestión que permite mitigar la contaminación ambiental y disminuir el impacto que ocasiona la extracción de agregados naturales. De igual manera menciona que el sector de la construcción ha puesto en marcha el logro de objetivos de implementación de la metodología de las 3R (reducir, reusar y

reciclar) y los procesos de producción más limpia para los RCD. Este trabajo requirió el establecimiento de un análisis granulométrico comparativo entre los agregados naturales y reciclados, que permitió identificar desde el punto de vista técnico, semejanzas y diferencias, entre parámetros establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 174 (especificaciones de agregados en la producción de concretos). Se obtuvieron curvas granulométricas de los agregados respecto a los límites establecidos por la norma NTC 176, lográndose determinar que los RCD no cumplen con las especificaciones normativas de los concretos; sin embargo, no se descarta su uso como agregado para el concreto no estructural, para la fabricación modular sostenible. Como conclusión general se afirma que se requiere de una evaluación y comparación granulométrica de los agregados para establecer que los residuales sean reutilizados como materia prima, promoviendo una política ambiental que sugiera el uso como estrategia de sostenibilidad en entornos sociales.

El trabajo titulado, el concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana, aborda la confección de un concreto usando agregados reciclados obtenidos de la valorización de escombros de concreto y mampostería. Se muestran aspectos como resistencia al esfuerzo de la compresión a 3, 7, 14, 28, 56 y 91 días; porosidad, velocidad de pulso ultrasónico y carbonatación; costo económico en comparación con un concreto convencional; y una reseña de las políticas públicas de Construcción Sostenible y aprovechamiento de escombros formuladas en Medellín, Colombia. La resistencia al esfuerzo de la compresión y las medidas de velocidad de pulso ultrasónico en algunas mezclas fueron del orden del 98 % de la mezcla de referencia; así mismo la mezcla confeccionada con 100 % de agregados reciclados, mostró una diferencia en cuanto a la profundidad de carbonatación de tan solo 0.7 mm con respecto a la mezcla de referencia para una edad simulada de 27 años. Los resultados obtenidos con sustituciones de agregados naturales por agregados reciclados gruesos y finos en porcentajes del 25 %, 50 % y 100 %, y el avance en los lineamientos político-administrativos de la municipalidad en los once años recientes, permiten deducir la posibilidad de confeccionar concretos estructurales y no estructurales para uso masivo en la construcción.

El trabajo Obtención de concretos autocompactantes empleando residuos de demolición, aborda el problema de la disposición o reciclaje de los materiales de desechos de construcción y demolición y el gran volumen de estos, que en una ciudad como Bogotá es del orden de 15 millones de metros cúbicos por año. Por tal motivo, el objetivo de esta investigación fue la utilización de los residuos de mampostería molido en la producción de concretos autocompactantes (CAC) como reemplazo del cemento en porcentajes entre el 10% y el 50%. Igualmente, se evaluaron propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión y a la

tracción indirecta. Los autores confirmaron, que en términos generales, la construcción no es una actividad amigable con el medio ambiente, ya que genera efectos sobre la tierra, agotamiento de recursos naturales, generación de residuos y diversas formas de contaminación como son las emisiones antropogénicas de CO₂, como es el caso de Bogotá, ciudad donde se generan cerca de 15 millones de toneladas de residuos de la construcción y demolición al año, y ocupa el primer lugar a nivel nacional con un indicador de aproximadamente de 2000 kg de residuos de construcción por habitante/año. Por esta razón, la utilización de estos residuos de demolición de mampostería en la obtención de concretos autocompactantes (CAC) sería un paso positivo hacia un desarrollo sostenible. El concreto autocompactante es un tipo especial de concreto, desarrollado en Japón a finales de la década de los ochenta, para ser utilizado principalmente en estructuras reforzadas altamente congestionadas en regiones sísmicas, ya que un concreto convencional no podría fluir a través de estas zonas. En las últimas dos décadas, el CAC se ha identificado como uno de los logros más importantes en la industria del concreto debido a su gran trabajabilidad, ya que éste se compacta bajo su propio peso sin ningún tipo de vibración. Con base en los resultados de la investigación realizada, se concluye que la utilización de los residuos elementos constructivos de mampostería en la producción de concretos autocompactantes como sustitución parcial del cemento es técnicamente viable. La incorporación de los finos de mampostería como una adición que reemplaza parcialmente al cemento en la mezcla, permitió la reducción de la cantidad de cemento en cantidades que van desde el 10% al 50% en peso, pero se hace necesario comprobar la durabilidad.

El estudio titulado Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes discute el tema de la generación y gestión de los residuos generados por la construcción en Bogotá, además de las políticas públicas y condiciones necesarias para que la actividad del reciclaje de agregados se convierta en una posibilidad viable para la ciudad y se generen acciones alrededor de las oportunidades y retos necesarios para alcanzar una gestión total de los RCD, afirma que el sector de la construcción ha crecido de forma constante en la última década, y con él, la producción de RCD. De este gran volumen de RCD que se originan en Bogotá, los mayores productores son el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) con un 28% y las construcciones privadas con un 43% del total de los residuos generados en la ciudad, y en muchos casos, van a parar a sitios no autorizados, alterando el paisaje, contaminando suelos y acuíferos. (Castaño y otros 2013 p. 123 citado por Ramírez, 2009). Los autores proponen un esquema de funcionamiento básico de una planta de tratamiento de la siguiente manera: ingreso de las volquetas, procedentes de las diferentes obras de la ciudad; inspección visual de la mezcla; pesaje y determinación del tratamiento posterior del residuo (En esta zona es donde se fijará el costo de la gestión, dado que el material separado desde obra tendrá algún incentivo); aceptación o rechazo del residuo, si es aceptado, pasa a la

zona de descarga para la separación por medios manuales o mecánicos de los distintos componentes; trituración y separación; sistemas de cribado y zona de acopio final por fracciones granulométricas. La conclusión principal en este estudio es la necesidad apremiante de una solución al tema de los RCD en el Distrito, y convenientemente debe ser la administración la que proporcione las herramientas que permitan concluir satisfactoriamente el proceso, creando plantas de transformación de primer nivel y zonas de almacenamiento o vertederos de residuos no peligrosos situados en zonas aisladas.

El informe técnico publicado en el 2020 tUso de residuos de construcción y demolición como material cementicio suplementario y agregado grueso reciclado en concretos autocompactantes, habla sobre que en los últimos años, el uso del concreto autocompactante (CAC) ha ido aumentando, debido a la capacidad que tiene para llenar encofrados con alta densidad de aceros, por lo que el empleo de este tipo de concreto en la elaboración de muros delgados armados sería una solución al llenado incompleto de este tipo de elementos prefabricados. Por otra parte, el empleo de residuo de mampostería (RM) y agregado grueso reciclado de concreto (AGR) proveniente de los RCD como reemplazo del cemento y del agregado grueso, respectivamente, daría un enfoque sostenible al concreto autocompactante. El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de los RCD en las propiedades en estado fresco y estado endurecido de concretos autocompactantes. El empleo de ARC ayuda a mitigar la deposición de los RCD, lo que contribuye a la preservación del ambiente, además de reducir los costos en la construcción, ya que cuando se utilizan estos directamente en la obra, ayuda a disminuir al mínimo los gastos de transporte, ahorro de su disposición final en vertederos, recuperación de tierras, reducción de la deforestación y extracción de agregados naturales de lechos de ríos, lagos y otras fuentes que generan problemas ambientales. Este trabajo de investigación concluye que la utilización del residuo de mampostería en la producción de concretos autocompactantes como sustituto parcial del cemento es técnicamente viable, debido a que los CAC donde había presencia de RM cumplieron con los requerimientos de trabajabilidad, como son una fluidez adecuada, buena capacidad de llenado. Adicionalmente, el empleo de agregado grueso reciclado afecta la trabajabilidad del concreto autocompactante, debido a su morfología y mayor capacidad de absorción, por lo cual se debe hacer un mayor uso de aditivo superplastificante para contrarrestar este efecto sobre las propiedades en estado fresco.

El trabajo de investigación Análisis de indicadores para determinar el grado de sostenibilidad en concretos especiales, afirma que cuando se habla de sostenibilidad también se habla de un mayor grado de calidad de los productos o servicios ya que los estándares que se deben tener en cuenta para que sea sostenible son bastante altos. Las empresas productoras de cemento y concreto,

cada vez más se preocupan por elaborar productos con procesos más sostenibles dando cumplimiento al compromiso con el medio ambiente y la innovación que la industria del concreto ha incorporado para aumentar la sostenibilidad durante todo el ciclo de vida del material. En este trabajo se analiza un nuevo modelo de indicadores que permita medir el grado de sostenibilidad de concretos especiales en el sector de construcción. Adicionalmente, el estudio se realizó con base en la metodología "MIVES" (Modelo integrado de cuantificación de valor para edificaciones sostenibles) el cual considera las siguientes características: a) Define el problema resolver y los límites del sistema de la decisión a tomar, b) Produce un diagrama de toma de decisión estableciendo todos los factores que afectan el problema en forma de árbol de requerimientos, c) Establece funciones matemáticas que permiten convertir los indicadores de orden cuantitativo y cualitativo con relativa facilidad, bajo las mismas unidades y escalas, d) Mide variables cuantitativas y cualitativas de forma integrada y durante todo el ciclo de vida del producto, e) Prioriza las variables de forma concisa y coherente y f) Considera su estructura metodológica dissociada a las alternativas implicadas en la toma de decisión, evitando que la decisión se vea afectada por intereses ajenos al problema. De esta manera, este modelo permite medir el riesgo debido a la mala ejecución de obra y condiciones de trabajo adversas (clima, social, entre otras); además permitió generar una cartera de indicadores que admita evaluar de forma simplificada la sostenibilidad de un material dentro del sector de la construcción y, por último, poder determinar cuál es el mejor concreto bajo criterios de sostenibilidad.

A partir de los trabajos citados anteriormente, se tomaron como bases para el presente estudio, los avances que a nivel internacional se han realizado respecto al uso de RCD para la producción de Concreto Hidráulico Reciclado, un material que puede reducir costos, disminuir la contaminación y rebajar costos en la edificación; el estudio las propiedades físicas y mecánicas de los agregados reciclados; el componente técnico, por cuanto con base en pruebas de laboratorio que demuestran que la fabricación de concreto con RCD no cumplen con las especificaciones normativas de los concretos estructural, sin embargo, se puede usar como agregado para el concreto no estructural, para la fabricación modular sostenible; los procedimientos y alternativas para la producción de concretos utilizando RCD, de los cuales dos fueron realizados en Bogotá - Colombia, y que se constituyen en trabajos pilotos que pueden ser replicados en otras ciudades colombianas; una alternativa para la utilización de un tipo de concreto elaborado con RCD en el llenado de estructuras reforzadas con acero y elementos fundamentales relacionados la sostenibilidad en la producción de concreto utilizando RCD.

CAPITULO 2

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente a nivel nacional, regional y específicamente empresarial, se presenta el desaprovechamiento de los RCD y específicamente los AR para la producción de concreto a utilizar en proyectos del sector de la construcción. Lo anterior se debe a la insuficiente información de los procesos de reutilización de los RCD, por parte de las empresas productoras de concreto, a la desconfianza en la calidad del concreto producido a partir de los AR y a la incertidumbre en la relación costo-beneficio de la producción de concreto con AR, particularmente por parte de la empresa PREVESA S.A.S. Es preciso mencionar que: "...los flujos de materiales de construcción: están compuestos por arcillas, cemento, madera, plásticos, vidrio, yeso, entre otros materiales. Son un flujo prioritario en cuanto a su crecimiento durante la última década, debido a la construcción de edificaciones, viviendas y obras civiles, y a los requerimientos de área para su disposición final." (Gobierno de la República de Colombia 2019 p. 33).

De continuar con estas problemáticas y sus causas, se presentarán algunas consecuencias tales como el aumento del volumen de los RCD que conlleva a una disminución de la disponibilidad de escombreras en el municipio de Bucaramanga y su área metropolitana, lo que hace insostenible el manejo de esos residuos. Adicionalmente, se incurriría en algunos daños ambientales tales como el aumento de la sedimentación del suelo en los sitios de la disposición final de los RCD; contaminación del aire por material particulado en el proceso de descargue y movimiento de estos materiales, agotamiento de los agregados finos y gruesos de canteras y ribera de los ríos con el consecuente daño paisajístico.

De otra parte, es importante mencionar que, en el panorama internacional, específicamente en los países industrializados, es cada vez más frecuente la producción de concreto con AR provenientes de residuos de construcción y demolición tal como se evidencia en trabajos recientes como: Aplicación en obra civil de los áridos granulares reciclados obtenidos a partir de residuos de construcción y demolición (2014) desarrollado en España, Concreto reciclado: una revisión (2015) trabajado en México y Guideline Development for Use of Recycled Concrete Aggregates in New Concrete (2019), desarrollado en Estados Unidos, por esta razón, es una opción que se debe analizar detalladamente para intervenir la problemática que plantea el presente proyecto de grado.

CAPITULO 3

3. MARCOS DEL PROYECTO

El presente trabajo muestra un marco conceptual, normativo e institucional que fundamenta la investigación.

3.1 CONCEPTUAL

El presente apartado, expone aspectos relacionados con la sostenibilidad, la economía circular, el concreto y los residuos de construcción y demolición.

3.1.1 Sostenibilidad y desarrollo sostenible

La última década se ha caracterizado por una notable preocupación por problemas complejos que inciden en la supervivencia de la humanidad y el cuidado y preservación de los recursos naturales y el medio ambiente. Situaciones como el calentamiento global, la contaminación del aire, la desertificación del suelo y la pobreza, son algunas de las cuestiones que deben afrontar los países, los gobiernos, las comunidades, las empresas privadas y las personas, para lograr “que el desarrollo sea sostenible, duradero, o sea, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias.” (Naciones Unidas, 1987, p. 23)

La sostenibilidad y en especial el desarrollo sostenible son conceptos difusos y controvertidos al interior de la comunidad de especialistas, por esta razón, es necesario intentar precisar estos conceptos que fundamentan el presente trabajo de grado.

La sostenibilidad es un atributo de los sistemas abiertos a interacciones con su mundo externo. No es un estado fijo de constancia, sino la preservación dinámica de la identidad esencial del sistema en medio de cambios permanentes. Un número reducido de atributos genéricos pueden representar las bases de la sostenibilidad. El desarrollo sostenible no es una propiedad sino un proceso de cambio direccional, mediante el cual el sistema mejora de manera sostenible a través del tiempo. (Gallopín, 2003, p. 40).

En este orden de ideas es necesario precisar la relación desarrollo – medio ambiente, que, “..., no se trata de ver al desarrollo y al medio ambiente como contradictorios (el primero “agrediendo” al segundo y éste “limitando al primero) sino

de reconocer que están estrechamente vinculados, que la economía y el medio ambiente no pueden tratarse por separado.” (Macedo, 2005, p.3)

Con relación al desarrollo sostenible específicamente, se afirma que: El desarrollo sostenible o sustentable depende de la gestión de los distintos actores y políticos en un contexto nacional e internacional. Es responsabilidad de todos cuidar el mundo que tenemos, que incluye el entorno ambiental y social, los ecosistemas y la naturaleza toda, con los que vivimos y convivimos. La sostenibilidad y el desarrollo son en cierta forma conceptos asociados que se complementan a la hora de mirar el futuro común y el camino por donde recorren nuestras historias.” (Centurión, 2005, p. 1)

Para concluir, es importante mencionar, que sostenibilidad y el desarrollo sostenible, tienen que ver con factores como la calidad de vida de las poblaciones, el crecimiento económico traducido en crecimiento de ingresos y productividad y el uso racional de los recursos naturales.

3.1.2 Economía circular

En la actualidad, la humanidad está viviendo por encima de la capacidad del planeta, que ha disminuido notoriamente su posibilidad de regeneración y el agotamiento de recursos es evidente. Muestra de lo anterior, es que en los últimos años se ha observado que gran parte de la población mundial habita el sector urbano, donde se concentra un gran consumo de recursos, e igualmente, dejan grandes cantidades de residuos y generan impactos negativos ambientales. Una de las causas que ocasiona la problemática anterior, es que hay una larga tradición de un modelo de producción lineal “...en el que los recursos naturales son extraídos, ya sea para ser utilizados directamente o para ser transformado en bienes, los cuales son vendidos para ser usados durante un periodo de tiempo determinado y, finalmente, acaban siendo desechados en un vertedero, generando grandes cantidades de residuos.” (Hériz, 2018, p. 29).

Como respuesta a lo anterior, recientemente han surgido alternativas como la economía azul y la economía verde, que pretenden que las empresas sean eficientes a la hora de producir bienes y servicios y que respeten el medioambiente e incluso trabajen en su mejora. En este orden de ideas y para romper esa larga tradición de un modelo de producción lineal, surge la economía circular, como una alternativa viable, “que busca la fabricación de productos más resistentes o la recolección de materias primas a través del reciclaje para su reutilización, lo que representa una forma de desarrollo sostenible que mantiene la Responsabilidad Social por parte de las empresas.” (González y Vargas, 2017, p. 2) A continuación

se presentan algunas reflexiones en torno a la economía circular, uno de los conceptos que fundamentan el presente trabajo de grado.

Hériz, I. B. (2018) afirma que:

La economía circular pretende, precisamente, cambiar el modelo lineal de usar y tirar por uno que imite o asemeje, lo más posible, al sistema circular (valga la redundancia), que presenta el ciclo biológico en la naturaleza, de manera que se optimice la utilización de los recursos y se disminuyan los residuos. Es decir, la economía circular pretende que nuestros productos estén siempre en circulación, no solo ampliando su vida útil sino consiguiendo que, tanto durante esta como una vez que se acabe, sirvan para generar nuevos productos (de igual manera que la planta contribuye a crear nuevas plantas y nuevos organismos), para que así no se haga necesario extraer grandes cantidades de recursos naturales, sino emplear de nuevo aquellos que ya fueron una vez utilizados o extraídos, evitando así tanta dependencia por unos recursos que se agotan. (p. 31).

Aunque la economía circular toma conceptos y aspectos del discurso ambiental, es necesario precisar que se trata de un modelo económico, por tanto, busca dar respuesta a problemas ambientales, pero esencialmente contribuir al desarrollo económico y social de los seres humanos. Por esta razón, vale la pena tener en cuenta los aportes que Cerdá y Khalilova (2016) hacen en torno al concepto de economía circular. Reconocen tres principios en los que se apoya: (1) La preservación y aumento del capital natural, controlando las existencias finitas y equilibrando los flujos de recursos renovables. (2) La optimización del rendimiento de los recursos, circulando siempre productos, componentes y materiales en su nivel máximo de utilidad, en los ciclos técnico y biológico. Y (3) la promoción de la efectividad del sistema, generando patentes y proyectando la eliminación de las externalidades negativas. Con base en los principios anteriormente mencionados, estos autores, determinan algunos atributos de criterio que le dan identidad a este concepto: la reducción de insumos y menor utilización de recursos naturales; el compromiso de compartir en mayor medida la energía y los recursos renovables y reciclables; la reducción de emisiones; la disminución de las pérdidas de materiales y de residuos y el mantenimiento del valor de productos, componentes y materiales en la economía.

Ahora bien, respecto a la relación economía circular y residuos de construcción y demolición, Margarita Ruiz Saiz-Aja y otros (2016) afirman que los RCD se constituyen en uno de los flujos de residuos cuantitativamente más relevantes del total de los residuos generados, son muy voluminosos y adicionalmente, el porcentaje de su recuperación es muy bajo, probablemente por la falta de una cultura de separación de estos desde el origen, la persistencia en la aplicación de un modelo de economía lineal y la preferencia por el uso de materias primas

extraídas directamente de la naturaleza. Sin embargo, diversas organizaciones del ámbito de la construcción fomentan el uso de los RCD y el desarrollo de técnicas y prácticas de separación *in situ*, pues de esta manera el costo del tratamiento de los residuos correctamente separados será menor y las características de los materiales obtenidos a partir de estos residuos separados mejorarán con relación al de los materiales mezclados. (p. 18)

3.1.3 Concreto y residuos de construcción y demolición

La industrialización ha sido el motor de desarrollo de la humanidad y ha contado con la industria de la construcción como uno de sus pilares fundamentales por cuanto promueve el crecimiento económico de los países y el mejoramiento de la calidad de vida de la población. El concreto es el material primordial de la construcción, su producción, transporte y uso tienen una alta repercusión en la vida útil de las obras en la que se utilice, pero también, una acción perjudicial en el medio ambiente.

En este orden de ideas, es necesario precisar, que el concreto es básicamente una mezcla de agregados y pasta, esta última compuesta de cemento, agua, que se usa para unir los agregados de grano fino y grueso, y que una vez seca forma una estructura de características semejantes a una roca. La pasta se constituye en la fase continua y los agregados son la fase discontinua del concreto. (Carrillo, 2012, p. 13,14). La NTC 385 define el concreto como “el material compuesto que consta, esencialmente, de un medio aglutinante dentro del cual están embebidas partículas o fragmentos de agregados.” (p. 4) Así mismo, de Guzmán (2001) lo define como: “... la mezcla de material aglutinante (Cemento Portland Hidráulico), un material de relleno (agregados o áridos), agua y eventualmente aditivos, que al endurecerse forma un todo compacto (piedra artificial) y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión.” (p. 19).

Los agregados, son las partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas especificaciones están descritas en la NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 385, 2009 y que constituyen entre el 65 y 75% del concreto. Esta norma los define como: “...material granular, como la arena, la grava, la piedra triturada, o la escoria de alto horno, usado para elaborar concreto o mortero.” (p. 4). De igual manera, de Guzmán (2001) manifiesta que: “En el sentido general de la palabra, los agregados también llamados áridos, son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento portland en presencia de agua conforman un todo compacto (piedra artificial) conocido como concreto u hormigón.”

(p. 65) Así mismo, la NTC 385 reconoce los siguientes tipos de agregados según el tamaño de la partícula: (1) Agregado fino, cuyo tamaño de partículas es inferior a 4,8 mm y superior a 75 μm ; (2) Agregado grueso, cuando predominantemente es retenido sobre el tamiz de 4,75 mm; (3) Agregado liviano, que se refiere a partículas de baja densidad, usado para producir concreto liviano y que incluye materiales como piedra pómez, escoria, diatomita, cenizas y tobas volcánicas; arcilla expandida o sinterizada, pizarra, esquisto, pizarras diatomáceas, perlita vermiculita y productos finales de la combustión del carbón o coque; y (4) Agregado pesado, que se refiere a las partículas de alta densidad; como la barita, magnetita, limonita, ilmerita, o acero. Es importante resaltar, que para lograr una mezcla de concreto óptima se requieren que la compacidad de la mezcla de agregados sea la máxima posible con una trabajabilidad adecuada de forma que se minimice la cantidad de pasta requerida para la pega de los agregados. Igualmente se requiere que sus componentes satisfagan características que permitan que la mezcla de concreto sea durable y cumpla con los requisitos de trabajabilidad y resistencia establecidos durante el diseño. De otra parte, es necesario mencionar que la estimación de la compacidad de una mezcla granular es un problema fundamental para el manejo y conocimiento del concreto, y depende de tres parámetros fundamentales: tamaño y distribución de los granos, forma de los granos (morfología y textura) y método de compactación de la mezcla de concreto. (León y Ramírez, 2010 p. 4 a 6).

Respecto a los residuos de construcción y demolición, Gutiérrez y otros, (2011) los definen como: "...todos los desechos que se generan de las variadas actividades de construcción y de demolición. Estos residuos incluyen varios materiales inertes y reactivos, que resultan de la demolición no discriminatoria de estructuras. También pueden incluir desechos que se generan de la demolición discriminatoria de las mismas estructuras." (Gutiérrez, Gonzáles, Gutiérrez y Álvarez, 2014, p.2) Igualmente, la Red Gestora de Residuos, 2016 mencionada por (Suárez y otros, 2018, p. 4) afirman que en Colombia la producción de RCD se estima en 100 mil toneladas por día, que equivale a tres veces la generación de residuos sólidos urbanos. De igual manera, afirman que se ha estudiado el comportamiento de los materiales reciclados provenientes de los escombros y se ha encontrado que los componentes de estos agregados tienen semejanza a los obtenidos de forma natural. Así mismo, RCD según Oikonomou, (2005) y Ozal; Yilmaz; Kara; Kaya; Şahin, (2016) citado por Silva y Delvasto (2021), presentan una composición variada de componentes, que en su gran mayoría están constituido por 40% de concreto y un 30% de cerámicos, aproximadamente. Entre los materiales cerámicos se encuentran los residuos de ladrillo de arcilla cocida que generalmente están mezclados con concreto de pega basado en cemento Portland residuo de mampostería, que se genera en grandes cantidades y su reutilización es posible como un relleno o como material cementicio suplementario si presenta actividad puzolánica. (p. 3)

3.2 NORMATIVO

Para este apartado se presenta una tabla que muestra las principales normas que se relacionan con el presente trabajo de grado y su descripción categorizados en normatividad general, ruido, emisiones atmosféricas, escombros y material de construcción y residuos sólidos.

Tabla 1 Normatividad relacionada con manejo de residuos de construcción y demolición

NORMATIVIDAD GENERAL	DESCRIPCIÓN
Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1076 de 2015	Esta versión incorpora las modificaciones introducidas al Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible a partir de la fecha de su expedición.
NORMATIVIDAD RUIDO	DESCRIPCIÓN
Resolución 832 de 2000	Por la cual se adopta el sistema de clasificación empresarial por el impacto sonoro sobre el componente atmosférico, denominado "Unidades de Contaminación por Ruido" UCR.
Resolución 627 de 2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
NORMATIVIDAD EMISIONES ATMOSFÉRICAS	DESCRIPCIÓN
Decreto 948 de 1995	Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
Resolución 005 de 1996	Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diésel y se definen los

	equipos y procedimientos de medición de dichas emisiones y se adoptan otras disposiciones.
Resolución 2254 2017	Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones.
Ley 2169 del 22 de diciembre del 2021	Por la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones
NORMATIVIDAD ESCOMBROS Y MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	DESCRIPCIÓN
Ley 1259 de 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.
Resolución 2397 de 2011	Por la cual se regula técnicamente el tratamiento y/o aprovechamiento de escombros en el Distrito Capital.
Decreto 1077 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.
Resolución 0472 de 2017	Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD) y se dictan otras disposiciones.
Resolución 1257 de 2021	Por la cual se modifica la Resolución 0472 de 2017 sobre la gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición – RCD y se adoptan otras disposiciones.
NORMATIVIDAD RESIDUOS SÓLIDOS	DESCRIPCIÓN
Constitución de 1991	Constitución Política de la República de Colombia los artículos 49,79, 80, 81, 334, 336 y 365.
Decreto 1713 de 2002	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos
Decreto 4741 de 2005	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
Resolución 1402 del 2006	Por la cual se desarrolla parcialmente el Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005, en materia de residuos o desechos peligrosos.
Decreto 2081 de 2013	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.

Ley 1801 del 2016	Por la cual se expide el Código Nacional de Seguridad y Convivencia Ciudadana
-------------------	---

3.3 INSTITUCIONAL

PREVESA S.A.S, la entidad objeto de estudio del presente trabajo de grado, es una empresa colombiana productora de concreto y agregados en Santander y a nivel nacional, que durante los últimos 25 años ha fabricado más de 1.6 millones de m³ de concreto y más de 10 millones de m³ de agregados, en operaciones ubicadas especialmente en Bucaramanga, Barrancabermeja, Pescadero y La Lizama y operaciones puntuales según las necesidades de los clientes.

Fue constituida oficialmente en el año 2006, recogiendo la experiencia y reconocimiento de más de diez años de la organización Planta de Concretos JORGE LUIS VESGA MORENO. Desde entonces esta organización se propuso cumplir con las necesidades de concretos y productos derivados, para los constructores, urbanizadores y contratistas de la región, especialmente del área metropolitana de Bucaramanga. El objetivo general de la empresa es la producción de mezclas de concreto de diferentes tipos y el transporte de que satisfagan la necesidad del cliente.

PREVESA S.A.S cuenta con un equipo de expertos, bien formados, comprometidos con el cumplimiento de los requisitos aplicables a la operación y mejorando continuamente el funcionamiento y resultados del sistema de gestión de calidad de la empresa, para garantizar la satisfacción de los clientes, trabajadores y accionistas. La empresa cuenta con un amplio equipo de laboratorio de concreto a disposición del constructor, el servicio de prensa calibrada para fallo de cilindros, bajo la supervisión técnica del ingeniero de control de calidad y personal de laboratorio. Además, cuenta con personal técnico capacitado para ayudarle a evaluar el diseño óptimo de los productos, seleccionando los materiales más adecuados de acuerdo con el procedimiento constructivo. Brinda acompañamiento durante la obra, para orientar y guiar a al personal, transformando los problemas en soluciones, con el propósito de elevar los niveles de eficiencia y optimizar el uso de todos los recursos.

Tiene una infraestructura de 17.000 m² para el área de producción y 2.000 m² para el área administrativa. Cuenta con una planta dosificadora "ALTRON AD100" capaz de producir hasta 100 m³ de concreto por hora equivalentes a 800m³/día; tiene sus respectivos depósitos de materia prima, 3 silos para cemento de 40,70 y 120 toneladas respectivamente, más uno para ceniza volante con capacidad de 50 toneladas. Tiene una planta pre-mezcladora ELBA EMC38VAC MOD 20016 capaz

de producir hasta 30m³/hora con lo cual se puede tener una producción diaria de 270 m³/día, con sus respectivos depósitos de cemento, 2 silos de 40 y 120 toneladas respectivamente, más un silo para ceniza volante con capacidad de 90 toneladas. Adicionalmente, tiene equipos mezcladores, trituradoras, camiones mixer y bombas para la colocación de concreto. (PREVESA, 2021).

Además, produce varios tipos de concreto entre los que se encuentra el concreto normal, el bombeable, para pavimentos, el industrializado, el tremie, el lanzado, el fast track y el mortero normal. La producción de estos concretos requiere de materias primas como cemento, agregados finos y gruesos, y aditivos que dosificados y una vez realizadas las pruebas de control son utilizados para las obras que los requieran. La empresa ha utilizado siempre agregados finos y gruesos convencionales, extraídos de canteras o de las riberas de los ríos para la producción de concretos, pero tiene como propósito apoyar las políticas de conservación del medio ambiente estudiando la posibilidad de producción de concreto a partir de la utilización de AR provenientes de RCD y de esta manera contribuir significativamente con el cuidado del medio ambiente.

CAPÍTULO 4

4. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

Los objetivos que orientaron esta tesis se enuncian a continuación:

4.1 GENERAL.

Analizar la viabilidad para la producción sostenible de concreto a partir de la utilización de agregados reciclados, provenientes de residuos de construcción y demolición de la empresa PREVESA S.A.S – Girón, Santander

4.2 ESPECÍFICOS

Describir el proceso de recolección y disposición final de los residuos de construcción y demolición en el área metropolitana de Bucaramanga, para determinar posibles proveedores de materia prima en la fabricación de Agregados Reciclados.

Determinar el proceso de utilización de los agregados reciclados provenientes de los residuos de construcción y demolición para la producción de concreto.

Realizar pruebas de caracterización de materiales y resistencia del concreto producido con los agregados reciclados en la empresa PREVESA S.A.S.

Estudiar la relación costo-beneficio de la producción de concreto a partir de la utilización de agregados reciclados.

CAPÍTULO 5

5. METODOLOGÍA

Una vez planteado el problema y definidos los objetivos de la propuesta de la tesis, se determinó que el tipo de investigación mixto se ajustaba a las necesidades, contexto, circunstancias y recursos del trabajo a realizado.

5.1 TIPO DE ESTUDIO Y ENFOQUE.

Los dos primeros objetivos específicos requirieron una acción descriptiva narrativa acorde con un enfoque cualitativo y un diseño de estudio de caso. Los objetivos específicos tres y cuatro requirieron un análisis de datos numéricos, más acorde con el enfoque cuantitativo y un diseño experimental y no experimental respectivamente.

Con respecto al enfoque de investigación mixto:

Chen (2006) lo define como la integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio con el fin de obtener una “fotografía” más completa del fenómeno, y señala que estos pueden ser conjuntados de tal manera que los enfoques cuantitativo y cualitativo conserven sus estructuras y procedimientos originales (“forma pura de los métodos mixtos”); o bien, que dichos métodos pueden ser adaptados, alterados o sintetizados para efectuar la investigación y lidiar con los costos del estudio (“forma modificada de los métodos mixtos”). (Citado por Hernández y Mendoza 2018, p. 612).

En este mismo sentido, el enfoque mixto de investigación ofrece una serie de ventajas entre las cuales se encuentra: “Producir datos más ricos y variados mediante la multiplicidad de observaciones, ya que se consideran diversas fuentes y tipos de datos, contextos o ambientes y análisis (Bazeley, 2018 citado por Hernández y Mendoza 2018). Adicionalmente Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2016). Metodología de la investigación. 6ta Edición Sampieri. Soriano, RR (1991). Guía para realizar investigaciones sociales. Plaza y Valdés.

a) Enriquecimiento de la muestra (al mezclar enfoques se mejora). b) Mayor fidelidad y validez de los instrumentos de recolección de los datos (certificando que sean adecuados y útiles, así como que se perfeccionen las herramientas disponibles). c) Integridad del tratamiento o intervención (asegurando su confiabilidad). d) Optimización de significados (facilitando mayor perspectiva de los datos, consolidando interpretaciones y la utilidad de los descubrimientos).

De igual manera el presente estudio propone un diseño concurrente de los enfoques cualitativo y cuantitativo, pues de acuerdo con el planteamiento del problema y la enunciación de los objetivos, la recolección y análisis de datos, así como la interpretación de resultados se ejecutan de manera simultánea. Respecto a este diseño, Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2016), afirman que en una ejecución concurrente:

Aplicas ambos métodos de manera simultánea (los datos cuantitativos y cualitativos los recolectas y analizas más o menos en el mismo tiempo). Desde luego se sabe de antemano que regularmente los datos cualitativos requieren de mayor tiempo para su obtención y análisis. Los diseños concurrentes implican cuatro condiciones (Onwuegbuzie y Johnson, 2008): i. Se recaban en paralelo y de forma separada datos cuantitativos y cualitativos. ii. Ni el análisis de los datos cuantitativos ni el análisis de los datos cualitativos se construye sobre la base del otro análisis. iii. Los resultados de ambos tipos de análisis no son consolidados en la fase de interpretación de cada método, sino hasta que ambos conjuntos de datos han sido recolectados y analizados de manera separada. iv. Después de la recolección de los datos e interpretación de resultados de los componentes CUAN y CUAL, se establecen una o varias metainferencias que integran los hallazgos, inferencias y conclusiones de ambos métodos y su conexión o mezcla.

La figura 1 que aparece a continuación plantea las fases metodológicas del enfoque mixto de diseño concurrente que se desarrollaran en el trabajo de grado.

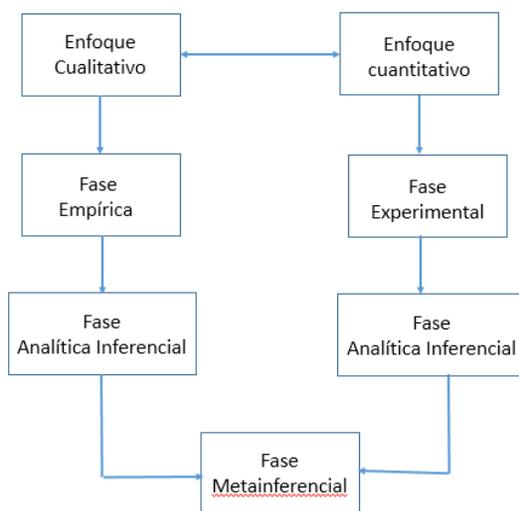


Figura 1 Fases metodológicas del enfoque mixto de diseño concurrente

Tanto el enfoque cualitativo como el cuantitativo presentan unas fases similares, pero que incluyen aspectos específicos que le dan identidad al tipo de investigación. Para el enfoque cualitativo cuyo diseño es el estudio de caso, se seleccionaron como técnicas de recolección de datos la observación cualitativa que tiene como propósito observar analíticamente las actividades y situaciones que suceden en la escombrera, el parque y la planta de producción de concreto PREVESA S.A.S, ubicadas en el área metropolitana de Bucaramanga. De igual manera, se eligió la entrevista semiestructurada, que se aplicó a dos funcionarios o empleados de la escombrera y a dos de la planta de concreto, con el fin de obtener más información en relación con las unidades de análisis elegidas para el trabajo. Para el análisis de la información se determinaron como unidades de medición los RCD: origen, clasificación, transporte, almacenamiento y revalorización y para la producción de concreto: materiales, proceso, transporte y destino. Una vez recogida la información se organizó los datos a partir de la transcripción y elaboración de una bitácora.

Para el enfoque cuantitativo, con diseño experimental y no experimental (Hernández, Mendoza 2018 p. 112, 149) se tuvieron en la fase experimental etapas como: selección de materias primas para producción de concreto con agregados reciclados, secuencia de dosificación y mezclado del concreto y pruebas de concreto. En la fase analítica, se realizará un cálculo de costos de producción de concreto con AR, un análisis de confiabilidad e interpretación de datos y un análisis documental de costos de producción de concreto con agregados convencionales. Las fases de cada uno de los enfoques concurren en una fase inferencial que permite establecer conclusiones a partir de los resultados obtenidos en los procesos cualitativo y cuantitativo.

La figura 2 que se muestra a continuación, presenta las técnicas de recolección de datos, los lugares /participantes en la fase empírica, y la organización de datos y unidades de análisis en la fase analítica del enfoque cualitativo.

ENFOQUE CUALITATIVO			
FASE EMPÍRICA		FASE ÁNALÍTICA	
Técnicas de recolección de datos	Lugar / Participante	Organización de datos	Unidades de análisis
Observación cualitativa	Escombrera El Parque Planta de producción de concreto PREVESA	Transcripción del material recogido	Origen Clasificación Transporte
Entrevista	2 funcionarios o empleados de la escombrera y 2 de la planta de producción	Bitácora de documentación del proceso	Almacenamiento Revalorización Materiales Proceso Transporte Destino

Figura 2 Fases del enfoque cualitativo

La figura 3 que se presenta a continuación, muestra las acciones de la fase experimental y analítica del enfoque cuantitativo.

ENFOQUE CUANTITATIVO	
FASE EXPERIMENTAL	FASE ÁNALÍTICA
Selección de materias primas para producción de concreto con agregados reciclados	Cálculo de costos de producción de concreto con AR
Secuencia de dosificación y mezclado del concreto	Confiabilidad e interpretación de datos
Pruebas de concreto	Análisis documental de costos de producción de concreto con agregados convencionales

Figura 3 Fases del enfoque cuantitativo

5.2 POBLACIÓN DE REFERENCIA

Aun la tesis no pretende generalizar los resultados, es importante ubicar la muestra seleccionada dentro de una población de referencia, que para el caso del presente trabajo está constituida por ocho concreteras, que funcionan en el área metropolitana de Bucaramanga y que trabajan en la producción de concreto para surtir los diferentes proyectos de infraestructura y construcción de la región. A continuación, se mencionan brevemente algunos datos de empresas de las cuales se pudo obtener información.

CEMEX es una compañía global de materiales para la industria de la construcción que ofrece productos de alta calidad y servicios confiables, no solo en la región sino a nivel nacional e internacional. (CEMEX, 2022). **ARGOS**, es una empresa con más de 80 años de experiencia en el área de la construcción, cuarto productor de cemento en Colombia y segundo en el negocio de concreto en Estados Unidos, además de ser uno de los principales productores en Centroamérica y Caribe. **SERSAR** es una empresa fundada en el 2011, dedicada a la elaboración y comercialización de diferentes tipos de concreto en Bucaramanga y su área metropolitana. (SERSAR, 2022). **HBS Concretos** tiene como propósito la fabricación de artículos de hormigón cemento y yeso. Adicionalmente, la región cuenta con las concreteras Klinker, Made, Concretar y PREVESA, esta última la planta objeto de estudio del presente trabajo de grado.

5.3 TIPO DE MUESTREO APLICADO

La muestra para esta investigación fue no probabilística, es decir una muestra elegida por conveniencia, de acuerdo con la naturaleza del problema a investigar, que para el presente trabajo se trata del uso de agregados reciclados provenientes de RCD, para la producción de concreto, en la empresa santandereana, PREVESA S.A.S con una importante tradición en la fabricación de concreto con agregados naturales. (Anexo A Carta de solicitud PREVESA S.A.S para realizar la tesis). (Anexo B Carta de aceptación PREVESA S.A.S para realizar la tesis).

Como parte del desarrollo la tesis, que implicó la utilización de RCD, se escogió por conveniencia la inmersión en la Escombrera El Parque, única escombrera autorizada en Bucaramanga y su área metropolitana, para cumplir con el primer objetivo específico que plantea el proyecto: Describir el proceso de recolección y disposición final de los residuos de construcción y demolición en el área metropolitana de Bucaramanga. (Anexo C Carta de solicitud escombrera El Parque para realizar la tesis). (Anexo D Carta de aceptación escombrera El Parque para realizar la tesis).

5.4 CONSIDERACIONES ÉTICAS

En este apartado se mencionan aspectos relacionados con los derechos morales, derechos patrimoniales y el concepto ético.

5.4.1 Derechos morales

La titularidad de los derechos de propiedad intelectual se determinará de conformidad con el Estatuto de Propiedad Intelectual de la Universidad Pontificia Bolivariana y las leyes vigentes sobre la materia. En todo caso, los derechos morales corresponderán siempre a los creadores del Proyecto de Grado y éstos serán debidamente reconocidos para cualquier uso que se haga de la creación intelectual de que se trate.

5.4.2 Derechos Patrimoniales

Los derechos sobre los resultados derivados del presente trabajo de grado se rigen por el Estatuto de Propiedad Intelectual de la Universidad. Durante la ejecución de la TRABAJO DE GRADO y al momento de finalizarlo, se deberá valorar los aportes creativos de cada de la autora en cada producto desarrollado en virtud del trabajo de grado, a fin de establecer la titularidad sobre la propiedad intelectual de los resultados obtenidos.

5.4.3 Concepto ético

El proyecto de investigación titulado ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE CONCRETO A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS, PROVENIENTES DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN PREVESA S.A.S – GIRÓN, SANTANDER, considera la pertinencia de la investigación, el rigor metodológico, su calidad científica, la coherencia, la racionalidad y define que no tendrá implicaciones negativas desde la visión técnica, administrativa, ambiental, entre otras. Dada la naturaleza de la investigación y en cumplimiento con el reglamento estudiantil dado por la Universidad Pontificia Bolivariana, en el cual se tiene previsto recolección de información primaria y secundaria el autor, se compromete a proteger los datos suministrados por las instituciones aliadas al proyecto por medio de la no revelación de estrategias y aspectos negativos de estas.

5.5 RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL ENFOQUE CUALITATIVO DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta que el enfoque mixto de diseño concurrente fue el elegido para el desarrollo del presente trabajo de grado, tal como se mencionó en el apartado 7. 1 tipo de estudio y enfoque, se presentarán en primer lugar las técnicas de recolección de información, el análisis y procesamiento de datos, y los hallazgos y construcción de sentido del enfoque cualitativo y posteriormente las del enfoque cuantitativo.

5.5.1 Técnicas de recolección de información

Para este enfoque se aplicaron las técnicas de entrevista semiestructurada y la observación cualitativa. Respecto a la primera, Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2016) afirman que: “Las entrevistas semiestructuradas por su parte, se basan en una guía de asuntos o preguntas y el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener más información sobre los temas deseados, (es decir no todas las preguntas están predeterminadas).” (p.418).

Se diseñaron dos entrevistas semiestructuradas, para ser aplicadas en PREVESA S.A.S (Anexo E Formato Entrevista No.1 PREVESA S.A.S). (Anexo F Formato Entrevista No. 2 PREVESA S.A.S) y dos para ser aplicadas en la Escombrera El Parque, (Anexo G Formato Entrevista No.1 EL PARQUE S.A). (Anexo H Formato Entrevista No. 2 EL PARQUE S.A.). Los formatos de la entrevista se diseñaron teniendo en cuenta las unidades de análisis establecidas en la propuesta y garantizando que se estudiara el componente ingenieril – ambiental y el componente económico.

Respecto a la observación cualitativa Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2016) manifiestan que: “La observación cualitativa, no es mera contemplación (“sentarse a ver el mundo y tomar notas”); implica adentrarnos en profundidad a situaciones sociales y mantener un papel activo, así como una reflexión permanente. Estar atento a los detalles, sucesos, eventos e interacciones.” (p. 411).

Se diseñaron dos formatos de observación cualitativa para ser aplicados en PREVESA S.A.S y en la Escombrera El Parque S.A. Es preciso mencionar que el formato incluía un listado de elementos esenciales, en los cuales había que enfocarse, teniendo en cuenta que se ampliara la recolección de información de las entrevistas según las unidades de análisis mencionadas en la propuesta. (Anexo I Guía de observación Planta PREVESA S.A.S). (Anexo J Guía de observación Planta EL PARQUE S.A.).

Es importante mencionar, que tanto los formatos de las entrevistas semiestructuradas, como el de las observaciones cualitativas fueron socializadas previamente con los representantes legales de la escombrera El Parque S.A. y de la planta de concreto PREVESA S.A.S, quienes estuvieron de acuerdo con las preguntas de las entrevistas y los contenidos a observar en cada uno de los lugares a visitar.

5.5.2 Esquema de análisis y procesamiento de datos

El análisis y procesamiento de datos en el enfoque cualitativo se realizó teniendo en cuenta el esquema que aparece a continuación.



Figura 4 Esquema de análisis y procesamiento de datos

Nota: Tomado de Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2016 p. 445) y modificado para el contexto la presente tesis.

La **recolección de datos**, paso previo al análisis de la información, consistió en recoger los datos con la aplicación de las cuatro entrevistas semiestructuradas y las dos observaciones cualitativas mencionadas en el apartado 7.5.1 Enfoque cualitativo. La **organización de datos e información** tuvo en cuenta la escogencia de un criterio de organización, que para el presente trabajo de grado fue la entidad participante en la investigación. La **preparación de datos para el análisis** consistió en la transcripción de las entrevistas semiestructuradas y las observaciones cualitativas, limpiándolas de ruidos y repeticiones, así como la selección de imágenes para incluir en el informe final del trabajo de grado. La **lectura analítica de datos** consistió en revisar nuevamente todo el material para explorar el sentido general de los datos, para escribir una bitácora de análisis, que documentó paso a paso el proceso de manera ordenada. La **determinación de unidades de análisis** se refirió a las planteadas en la propuesta, para evaluar si son coherentes con los datos recogidos, en cuyo caso se ratifican o si es necesario replantearlas de acuerdo a la información recolectada. La **categorización y asignación de códigos** consistió en resumir la información recogida, eliminando lo irrelevante con el propósito de lograr un mayor entendimiento del material a analizar. Se eligieron segmentos de información para analizarlos, compararlos, darles significado y constituirlos en categorías a cada una de las cuales les asignó un código. En la **categorización descriptiva o de primer nivel** se eligieron palabras y líneas de las entrevistas y observaciones transcritas que se dejaron textualmente (códigos vivos) o se redactaron para precisar la idea (códigos sustantivos). La **categorización relacional o de segundo nivel** se refiere a la vinculación de dos o más categorías descriptivas que se conceptualizan y se constituyen en categorías de orden más teórico. Los **hallazgos emergentes basados en los datos** consisten en explicaciones de lo analizado, que se constituyen en hipótesis emergentes basadas en la experiencia de los participantes y la fundamentación de los datos recogidos.

A continuación, se presenta de manera detallada el análisis de los datos y los resultados encontrados en el enfoque cualitativo del proceso de investigación. La organización de la información tuvo como criterio la entidad participante en la investigación, por tanto, se presentan en primer lugar los resultados obtenidos en la Escombrera El Parque S.A y posteriormente, los resultados obtenidos en la planta de concreto PREVESA S.A.S

5.5.3 Análisis de la información de la Escombrera El Parque S.A

Para la recolección de la información en la escombrera, se diseñaron dos formatos de entrevista: uno dirigido a un funcionario encargado de la parte ingenieril y otra a un funcionario de la parte financiera. De igual manera se diseñó un formato de observación cualitativa de la planta cuyo propósito fue recoger información detallada del proceso de recolección, almacenamiento y disposición final de los RCD.

5.5.3.1 Entrevista 1 Funcionario área ingenieril

Una vez validado por el representante legal de la escombrera, el formato de la entrevista 1, se procedió a realizarla, transcribirla, analizarla determinando unidades de análisis, categorías y descriptores. (Anexo K Memorando de la entrevista No.1 Escombrera El Parque S.A). Los resultados se muestran en la tabla 2 que aparece a continuación.

La entrevista fue realizada de manera presencial al representante legal - gerente de la entidad, en la sede administrativa y fue grabada en un audio que posteriormente se transcribió. De la entrevista emergieron tres unidades de análisis que se habían planteado en la propuesta de tesis y las categorías utilizadas fueron descriptivas o de primer nivel, para las que se eligieron palabras y líneas de las respuestas que se redactaron para precisar la idea, es decir se utilizaron códigos sustantivos.

Tabla 2 Unidades de análisis, categorías y descriptores, entrevista 1 Escombrera El Parque

Unidades de análisis	Categorías	Descriptores
Origen de los RCD	Área metropolitana de Bucaramanga	"... vienen de Piedecuesta, vienen de Florida, de Bucaramanga de Girón."
	Otros municipios de Santander	"...de Lebrija y de Rionegro; eventualmente nos llegan de otros municipios como Barranca o nos pueden llegar hasta de Sabana de Torres."
Materiales que reciben	Techo y paredes	"...concreto y ladrillo, cielorrasos, drywall..."
	Tubería	"...tubería de pvc..."
	Metales	"...materiales como aluminio, hierro..."
	Material vegetal	"...poda."
Procesos	Área administrativa	"...una parte administrativa que se encuentra en cabecera donde está el gerente, profesionales y tecnólogos que ayudan en la parte contable, tramites, ventas, etc;"
	Área operativa	"...la parte operativa... donde hay una garita con

		una persona encargada de recibir las volquetas con los RCD y otra persona encargada de guiar a las volquetas para que dejen los RCD en los lugares correctos.”
	Revisión del material	“...tenemos una garita en la entrada de la escombrera donde se revisa el material que traen las volquetas...”
	Disposición del material	“...en la zona de disposición tenemos otra persona que es la que le va indicando en donde deben descargar...”
	Compactación	“En esa misma zona también tenemos un equipo pesado que es un bulldozer que es el que extiende el material y hace la compactación...”
	Pago	“Para el pago en la garita hay dos opciones, por medio de un recibo que previamente la empresa constructora ha comprado una tiquetera... o si son volqueteros independientes entonces ellos pagan en efectivo en la garita y se les da recibo sellado y se llena planilla con placas del vehículo, de dónde viene el material, qué tipo de material depositaron...”

Nota: los colores asignados a cada una de las categorías establecidas, de cada unidad de análisis, corresponden con los colores utilizados en el memorando K de análisis de la información recogida en la entrevista No. 1.

5.5.3.2 Entrevista 2 Funcionario área financiera

Una vez validado por el representante legal de la escombrera, el formato de la entrevista 2, se procedió a realizarla, transcribirla, analizarla determinando unidades de análisis, categorías y descriptores. (Anexo L Memorando de la entrevista No.2 Escombrera El Parque S.A). Los resultados se muestran en la tabla 3 que aparece a continuación.

Fue realizada de manera presencial a la auxiliar administrativa de la entidad, en la sede administrativa y fue grabada en un audio que posteriormente se transcribió. De la entrevista emergieron tres unidades de análisis que se habían planteado en la propuesta de tesis y las categorías utilizadas fueron descriptivas o de primer nivel, para las que se eligieron palabras y líneas de las respuestas que se redactaron para precisar la idea, es decir se utilizaron códigos sustantivos.

Tabla 3 Unidades de análisis, categorías y descriptores, entrevista 2 Escombrera El Parque

Unidad de análisis	Categorías	Descriptores
Clasificación de RCD	Informal por recicladores	"...en la planta se permite el ingreso de algunos recicladores independientes que realizan una clasificación de algunos residuos y se los llevan para venderlos;"
Destino	Relleno de la cárcava	"...todo va para el relleno de la cárcava."
	Recicladores	"...y lo que se llevan los recicladores."
Revalorización	Inviabile para la empresa	"No me parece viable, para esta empresa porque eso conlleva procesos adicionales que no son económicamente sostenibles con lo que se tiene contemplado."

Nota: los colores asignados a cada una de las categorías establecidas, de cada unidad de análisis, corresponden con los colores utilizados en el memorando L de análisis de la información recogida en la entrevista No. 2.

5.5.3.3 Observación cualitativa

Una vez aplicadas las entrevistas, se organizó y analizó y categorizó la información recogida, se procedió a hacer el diseño del formato de observación cualitativa, teniendo en cuenta la inclusión de unidades de análisis planteadas en la propuesta, y profundizando en los aspectos que a juicio de la investigadora eran importantes para reunir un volumen de datos robusto que permitiera ampliar la mirada crítica sobre los aspectos fundamentales que aborda el proyecto.

Se realizó una visita técnica a la planta con el acompañamiento del gerente de la entidad, que fue registrada en una video grabación, y transcrita en un diario de campo, donde se consignaron los sucesos más sobresalientes de la observación, para su posterior análisis e interpretación. Adicionalmente, al diario de campo la información cualitativa se enriquece con los datos que se presentan en el Informe de cumplimiento ambiental – Segundo trimestre 2022 de la entidad. A manera de síntesis, se elaboró un protocolo de observación que presenta la información relevante para ser analizada. (Anexo N Protocolo de observación cualitativa escombrera El Parque S.A) A continuación se presenta el registro de la visita en fotografías, acompañadas de una explicación concisa, necesaria para informar los aspectos más importantes presentados en el Anexo N.

La planta de tratamiento o Escombrera está ubicada km 4 vía Girón antigua ladrillera de Bucaramanga tal como se muestra en el mapa que se presenta a continuación.

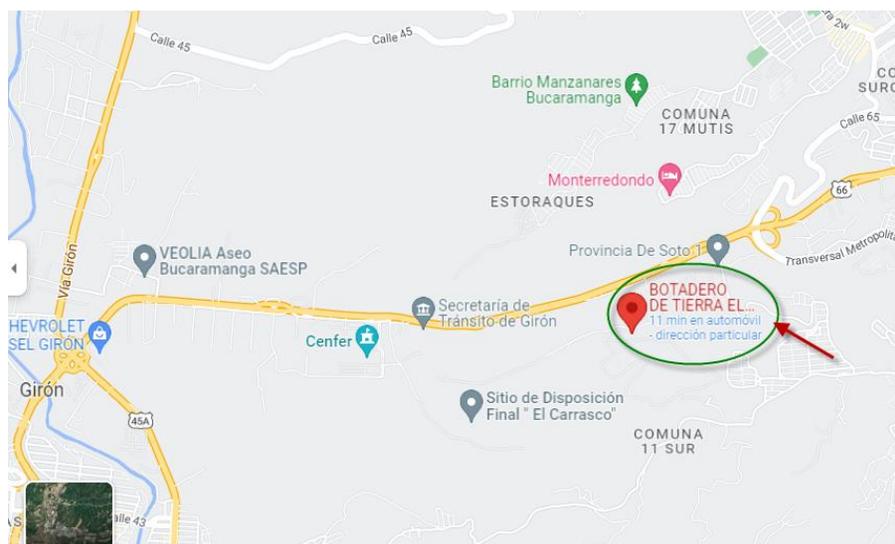


Figura 5 Localización geográfica de la escombrera El Parque

Nota: Tomada de

<https://www.google.com/maps/place/BOTADERO+DE+TIERRA+EL+PARQUE+S.A./@5.9804192,-74.6373427,8z/data=>

Con el fin de mantener el acceso restringido para clientes se cuenta con un portón en la vía de acceso vehicular al sitio de disposición final, como se muestra en la

siguiente figura 6, el cual se mantiene abierto durante el horario de operación del botadero de lunes a viernes 7:00 am a 4:00 pm y sábado 7:00 am a 1:00 pm. Cuenta con un servicio de vigilancia permanente contratado por la empresa.



Figura 6 Acceso a la Escombrera El Parque

Adicionalmente, tiene un cerramiento que garantiza el aislamiento y minimiza el impacto visual del sitio de disposición final, como se presenta en la siguiente figura 7, esto atendiendo al artículo 3, literal 6 que establece garantizar un cerramiento perimetral para aislar y mantener la seguridad del predio en su totalidad.



Figura 7 Cerramiento perimetral en los alrededores del predio

Nota: Tomada del informe de cumplimiento ambiental – segundo trimestre 2022 Escombrera El Parque S.A.

En la planta se da prioridad al ingreso de vehículos tipo volqueta, para facilitar la labor de inspección por parte del servicio de vigilancia, está restringido el ingreso de acompañantes en los vehículos, y se revisa la carga de los vehículos que ingresan al botadero por parte del servicio de vigilancia como aparece en la Figura 8.



Figura 8 Revisión de la carga de los vehículos por parte del servicio de vigilancia

Para controlar la dispersión de polvo, la escombrera solicita mantener los vehículos carpados hasta la zona de descarga. Así mismo, se informa a los conductores por medio de una valla informativa en la garita, acerca de mantener el vehículo carpado hasta la zona de descarga. Adicional a ello, esta información se refuerza con las indicaciones del personal de forma verbal al momento de realizar el registro de las cantidades como aparece en la Figura 9.



Figura 9 Vehículo carpado hasta la zona de descarga

La escombrera El Parque, realiza mantenimiento a las estructuras de concreto, canales de evacuación de aguas y sacos filtrantes que permiten la evacuación de aguas con una periodicidad que varía según las condiciones climáticas, esto con el fin de garantizar la estabilidad de las obras en el botadero y mantener un control en la erosión como aparece en la Figura 10.



Figura 10 Mantenimiento de las estructuras para evacuación de aguas

Con el fin de mantener en buenas condiciones las vías internas, la escombrera estableció el ingreso y circulación gradual de vehículos con el fin de minimizar la

dispersión de polvo y la erosión en las vías internas de la escombrera El Parque. Vale la pena anotar, que esta actividad se hace de forma coordinada entre el vigilante que se encuentra cerca del portón central, el personal ubicado en la garita y el jefe de patios como aparece en la Figura 11.



Figura 11 Vía interna bien mantenida

El personal ubicado en la garita registra a la salida del botadero la cantidad dispuesta por cada vehículo, esto permite mantener un control en las cantidades de material que ingresan al sitio de disposición final. Cada conductor recibe un manifiesto que indica la cantidad depositada, el nombre del generador, la placa del vehículo y la fecha como aparece en la figura 12.



Figura 12 Registro de cantidades de RCD dispuestas

5.5.4 Análisis de la información de PREVESA S.A.S

Una vez recogida y analizada la información de la Escombrera El Parque S.A., se procede a la recolección de la información en PREVESA S.A.S, para lo cual, se diseñaron dos formatos de entrevista: uno dirigido a un funcionario encargado de la parte ingenieril y otra a un funcionario de la parte financiera. De igual manera se diseñó un formato de observación cualitativa para la planta cuyo propósito fue recoger información detallada sobre el proceso de producción de concreto en PREVESA S.A.S.

5.5.4.1 Entrevista No. 1 Funcionario área ingenieril

Una vez validado por el representante legal de PREVESA S.A.S, el formato de la entrevista 1, se procedió a realizarla, transcribirla, analizarla determinando unidades de análisis, categorías y descriptores. (Anexo O Memorando de la entrevista No.1 PREVESA S.A.S). Los resultados se muestran en la tabla que aparece a continuación.

La entrevista fue realizada de manera presencial al Director de Calidad e Innovación de la entidad, en la sede administrativa y fue grabada en un audio que

posteriormente se transcribió. De la entrevista emergieron seis unidades de análisis y las categorías utilizadas fueron descriptivas o de primer nivel, para las que se eligieron palabras y líneas de las respuestas que se redactaron para precisar la idea, es decir se utilizaron códigos sustantivos.

Tabla 4 Unidades de análisis, categorías y descriptores, entrevista 1 PREVESA

Unidades de análisis	Categorías		Descriptores
Materias primas concreto	Naturales		"...agua, agregados grueso y fino, ..."
	Químicos		"...aditivos,..."
	Naturales - Químicos		"...de cemento,..."
	Reciclados		"...ceniza..."
Tipo de materias primas	Cemento		"...se usa cemento tipo ART que significa cemento de alta resistencia temprana según la clasificación de la NTC 121 y las condiciones que debe cumplir cada cemento;"
	Agregados		"Se usan 2 tipos de agregados, los agregados gruesos que llamamos gravas y los agregados finos que llamamos arenas; los dos agregados son provenientes de procesos de trituración de material de crudo de río, el agregado de PREVESA es del río Chicamocha ubicado en Pescadero y cumplen una norma que es la NTC 174 de producción de concretos y ahí especifican unos ensayos."
	Aditivos	Plastificantes	"...hay concretos de línea que son los convencionales y llevan 2 aditivos plastificante y super plastificante..."
		Acelerantes	"...se usan aditivos acelerantes que son cuando requieres un concreto que necesite una resistencia temprana;..."
Inclusores de aire		"...otro aditivo son los inclusores de aire que son	

			para concretos de baja permeabilidad...”
	Agua		“Actualmente recirculamos el agua y se debe tener en cuenta la alcalinidad.”
Proceso de producción concreto	Consecución materias primas		“Las etapas empiezan desde las materias primas, dosificación que se hace una filtración por peso de manera automatizada y garantizar que se cumple con el diseño de la mezcla.”
	Dosificación		
	Mezcla	Resistencia Manejabilidad	
Tipo de pruebas de control	Trabajabilidad		“Hay 2 pruebas básicas, una es la prueba de asentamiento que es la norma NTC 396 que nos dice la trabajabilidad del concreto que tanto lo puedo mover;...”
	Resistencia		“...la prueba de resistencia a compresión según la NTC 150 que verifica la resistencia del concreto según unos moldes.”
	Otras		“Existen muchas pruebas más pero estas son las dos básicas.”
Tipo de concreto	Convencionales		“PREVESA maneja unos convencionales,...”
	Especiales		“...pero hay unos concretos especiales de acuerdo a lo que necesite el cliente (o según la función del concreto)...”
Costos del concreto m ³	3.000 psi		“...es de \$180.000 m ³ ”
	Otras especificaciones		“Hay otros costos que se generan por la producción, proceso de calidad, transporte que se debe llevar al cliente, en total el m ³ más o menos sale por \$300.000.”

Nota: los colores asignados a cada una de las categorías establecidas, de cada unidad de análisis, se corresponden con los colores utilizados en el memorando O de análisis de la información recogida en la entrevista No. 1.

5.5.4.2 Entrevista No. 2 funcionario área financiera

Una vez validado por el representante legal de PREVESA, el formato de la entrevista 2, se procedió a realizarla, transcribirla, analizarla determinando unidades de análisis, categorías y descriptores. (Anexo P Memorando de la entrevista No.2 PREVESA). Los resultados se muestran en la tabla 5 que aparece a continuación.

Fue realizada de manera presencial a la directora financiera de la entidad, en la sede administrativa y fue grabada en un audio que posteriormente se transcribió. De la entrevista emergieron tres unidades de análisis que se habían planteado en la propuesta de trabajo de grado y las categorías utilizadas fueron descriptivas o de primer nivel, para las que se eligieron palabras y líneas de las respuestas que se redactaron para precisar la idea, es decir se utilizaron códigos sustantivos.

Tabla 5 Unidades de análisis, categorías y descriptores, entrevista 2 PREVESA

Unidades de análisis	Categorías	Descriptores
Tamaño del agregado	De ½ de pulgada	“...Hay agregado de ½, ¾, 3/8 pulgadas y arena fina, esos son los más utilizados.”
	De ¾ de pulgada	
	De 3/8 de pulgada	
	Arena fina	
Aspectos comerciales de agregados	Agregado de mayor costo	“...es el agregado de ½ que es el que requiere más trituración.”
	Agregado más comprado	“...es el de ¾ que es el que se usa para el concreto.”
	Costo del m ³ de agregados finos	“...El costo del agregado fino en septiembre 2022 es de \$20.380 pesos m ³ ...”
	Costo del transporte de agregado fino	“Es de \$18.000 tonelada.”
Aspectos comerciales de los concretos	Tipo y precio de concretos vendidos	“Se vende tipo de concreto de 3.000 psi en \$300.000 + IVA; concreto de 4.000 psi en \$320.000 + IVA; y el de 5.000 psi en \$330.000 + IVA.”

	Concreto más vendido	“El que más se vende es el de 4.000 psi.”
	Costo de agregados para la mezcla de 1 m ³ de concreto 4.000 psi	“Para esa mezcla de concreto de 4.000 psi, el agregado de ¾ en \$ 29.333 y arena es \$20.380”

Nota: los colores asignados a cada una de las categorías establecidas, de cada unidad de análisis, se corresponden con los colores utilizados en el memorando P de análisis de la información recogida en la entrevista No. 2.

5.5.4.3 Observación cualitativa

Una vez aplicadas las entrevistas, se organizó, analizó y categorizó la información recogida, se procedió a hacer el diseño del formato de observación cualitativa, teniendo en cuenta la inclusión de unidades de análisis planteadas en la propuesta, y profundizando en los aspectos que a juicio de la investigadora era importante tener en cuenta, para reunir un volumen de datos robusto que permitiera ampliar la mirada crítica sobre los aspectos fundamentales que aborda el proyecto.

Se realizó una visita técnica a la planta con el acompañamiento del director de calidad e innovación de la entidad, que fue registrada en una video grabación, y transcrita en un diario de campo, donde se consignaron los sucesos más sobresalientes de la observación, para su posterior análisis e interpretación. Adicionalmente, al diario de campo la información cualitativa se enriquece con los datos que se presentan en el documento interno denominado Procedimiento fabricación y entrega del producto. A manera de síntesis, se elaboró un protocolo de observación que presenta la información relevante para ser analizada. (Anexo Q Protocolo de observación cualitativa PREVESA) A continuación se presenta el registro de la visita en fotografías, acompañadas de una explicación breve, necesaria para informar los aspectos más importantes presentados en el del Anexo Q.

La planta de producción de concreto PREVESA, está ubicada en el Km 5 Vía Floridablanca, Anillo Vial, Girón, Santander, como se muestra a continuación en la figura 13.

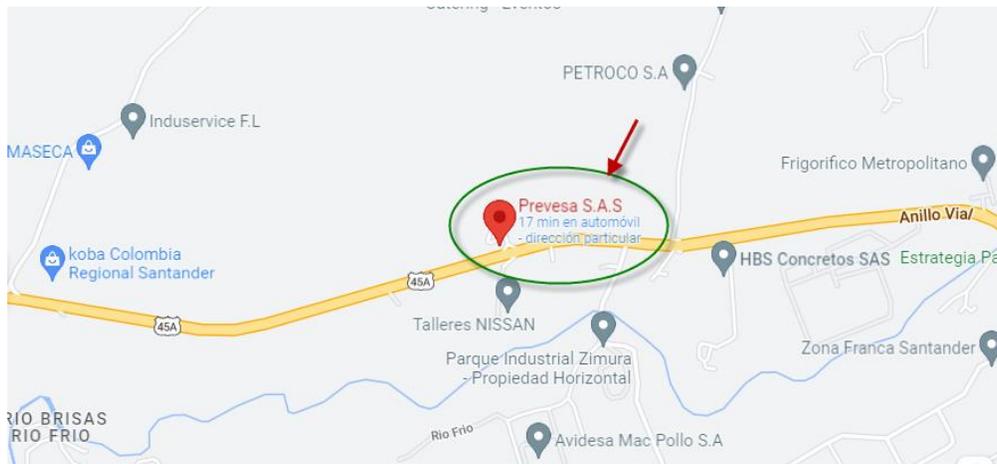


Figura 13 Localización geográfica de la planta PREVESAS

Nota: Tomada de <https://www.google.com/maps/place/Prevesa+S.A.S/@7.0639087,-73.1476276,15.25z/data=>

La planta de PREVESAS, se encuentra en el área metropolitana de Bucaramanga, sobre el anillo vial que comunica Floridablanca con Girón, y puesto que es una zona de alto tráfico vehicular, el acceso a ella está restringido para clientes y personal que labora en la entidad, por con una barrera mecánica controlada por un vigilante de la planta. Cuenta con un área de 17.000 m² para el área de producción y 2.000 m² para el área administrativa.



Figura 14 Acceso a la planta PREVESA

Nota: Tomada de <https://www.google.com/maps/place/Prevesa+S.A.S/@7.0649405,-73.1402151,3a,75y,90t/data=>

El procedimiento de producción de concreto se inicia a partir de la fabricación del concreto hasta la entrega del producto al cliente y regreso de la mixer a la planta. El operador debe realizar el mantenimiento de rutina a la maquinaria antes de iniciar su labor, siguiendo las indicaciones del Coordinador de Mantenimiento y generando los registros establecidos para esta actividad. En la ejecución de las actividades laborales, el personal utiliza los elementos de protección personal y da cumplimiento a las políticas y demás directrices en Seguridad, Salud y Medio Ambiente. Toda novedad que pueda afectar el desempeño de la maquinaria y equipos, debe ser reportada oportunamente al Proceso de Operaciones, siguiendo lo establecido en los procedimientos de mantenimiento correspondientes.

La fabricación del producto es realizada por el despachador a través de la operación de la planta de concretos, teniendo en cuenta las instrucciones del manual de operación de la planta. En este equipo la materia prima es dosificada y/o mezclada de manera automática a través de la operación del computador de despachos, previamente programado con los diseños de la mezcla del producto específico, de acuerdo a lo registrado en un formato, elaborado por el director de Calidad e Innovación. Durante el proceso de fabricación, el despachador debe tener en cuenta la información suministrada por el Laboratorista con respecto a los resultados de los ensayos efectuados a la materia prima, para que realice los ajustes que sean necesarios a la mezcla, siguiendo lo establecido en el procedimiento diseño de mezclas. El control de calidad de la mezcla de concreto, es realizado de acuerdo a lo establecido en el procedimiento control de calidad.

La carga del producto y el despacho de la mixer se inicia con la asignación de vehículos para las diferentes obras, es realizada por el Despachador de acuerdo a la programación establecida. La colocación de concreto en la mixer, se realiza teniendo en cuenta su capacidad y la cantidad requerida por el cliente. En el momento de la carga se debe tener en cuenta la limpieza del trompo. El despachador es el responsable de autorizar la salida de los vehículos una vez cargados. Como control a la cantidad despachada, mínimo dos veces a la semana, un vehículo deberá pasar a báscula para ser pesado antes y después de la carga y así verificar la conformidad del despacho; el resultado es registrado por el despachador en el formato Control de Rendimiento Volumétrico por Báscula e informando al Técnico de Laboratorio, quien confirmará con la prueba de rendimiento volumétrico, si es necesario realizar el mantenimiento de la máquina, el cual debe ser solicitado por el despachador al Coordinador de Mantenimiento.

Para el transporte del producto, antes de salir de la planta el conductor instala un sello de seguridad al vehículo, en un sitio que garantice el control de la cantidad despachada. Este sello será revisado posteriormente por el cliente al recibir el producto. Para mantener la óptima calidad del concreto, el conductor debe considerar que el tiempo máximo de permanencia del producto en la mixer es de 2,5 horas; si al concreto se le ha adicionado un retardante podrá durar máximo 3,5 horas. Si durante el transporte se estima que no se podrá llegar a la obra durante este tiempo o en la hora acordada con el cliente, el conductor debe avisar oportunamente al programador o al despachador en su ausencia, para que se tomen los correctivos pertinentes, figura 15.



Figura 15 Transporte del producto en la mixer

Nota: Tomada de <https://prevesa.co/>

Para realizar la descarga del producto, el cliente o su representante debe autorizar al conductor de la mixer el retiro del sello de seguridad. De acuerdo a los resultados de la prueba de asentamiento realizada por el cliente, el conductor deberá garantizar que el producto se encuentre con la manejabilidad solicitada en el momento de realizar la prueba de asentamiento. Antes de iniciar la colocación, el conductor y cuando asistan, el operador de la bomba y el auxiliar de bomba, deben coordinar su trabajo teniendo en cuenta las indicaciones del maestro de la obra, velando por mantener la seguridad de las personas y de los bienes propiedad del cliente y de la empresa. Inmediatamente después de descargar la totalidad del producto, el

conductor debe adicionar agua al trompo de la mixer y realizar la limpieza del canal. La limpieza del trompo la realiza en la planta en el lugar designado para esta labor.

5.5.5 Resultados y análisis de la información Escombrera

Este apartado presenta los resultados del análisis de las entrevistas 1 y 2 y de la observación cualitativa.

5.5.5.1 Entrevista No.1

Una vez examinada de manera detallada la información de la entrevista 1, se procede a la discusión de resultados en torno a las unidades de análisis planteadas.

Unidad de análisis: Origen de los RCD. El Parque S.A, es la única escombrera autorizada en el área metropolitana de Bucaramanga, y municipios aledaños, por esta razón los RCD generados en el área metropolitana, es decir los municipios Bucaramanga, Piedecuesta, Floridablanca y Girón, así como los municipios cercanos como Lebrija, Rionegro, Barrancabermeja y Sabana de Torres, deben descargar allí los RCD o corren el riesgo de ser sancionados, de acuerdo con la Ley 1259 de 2008, ARTÍCULO 6°. De las Infracciones, numeral 2, “Disponer residuos sólidos y escombros en sitios de uso público no acordados ni autorizados por autoridad competente.” Vale la pena mencionar que los contratos estatales exigen la expedición de un certificado de disposición final de residuos en lugares autorizados, razón por la cual están obligados a traer los escombros a Bucaramanga.

Unidad de análisis: Materiales que reciben. La escombrera, recibe residuos producto del movimiento de tierra, RCD, como concreto, ladrillo, madera, vidrio, plástico, metales, azulejos y cerámicos entre otros; materiales vegetales provenientes de podas y residuos de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, sin embargo, estos últimos no se reciben, porque el propósito del botadero es rellenar un hueco y estabilizar el terreno, y los lodos no cumplen con este objetivo. Los materiales que se reciben no son clasificados ni separados, todos son depositados en la cárcava que se está rellenando. Así mismo, la escombrera no presta el servicio de recolección y transporte de RCD.

Unidad de análisis: Procesos. Para esta unidad de análisis, es preciso partir de que la escombrera organizativamente tiene un área administrativa ubicada en una zona comercial de Bucaramanga, donde laboran el gerente, profesionales y tecnólogos que ayudan en la parte contable, tramites y ventas, entre otros, y un área operativa ubicada en el Km 4 vía Girón antigua ladrillera de Bucaramanga, Santander. En el lugar de disposición de RCD hay una garita a la entrada con una

persona encargada de recibir las volquetas con los residuos y otra persona encargada de guiarlas para que dejen los escombros en los lugares correctos. En la garita de la entrada se revisa el material que traen las volquetas, se detienen y devuelven cuando llevan material como lodos o basuras domiciliarias. Si los escombros cumplen con las especificaciones de la escombrera, pasa por una vía interna, hacia la zona de disposición, en la que se encuentra otra persona que es la que le va indicando en donde deben descargar, dependiendo del cómo se está haciendo el llenado. En esa misma zona también hay un bulldozer que extiende el material y hace la compactación. Eventualmente se cuenta con un carro tanque de riego para que en las épocas de verano se realice la aspersión de agua a fin de mitigar la producción de material particulado.

La disposición final de los RCD *in situ* tiene un costo por m³ descargado (Anexo M Costos disposición de RCD en la Escombrera El Parque S.A) y dos opciones de pago: en efectivo recibido en la garita de la entrada con la expedición de un recibo y diligenciamiento de una planilla que registra placas del vehículo, origen del material, tipo de material que ingresa, con el propósito de llevar un control que exige la Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB). La otra opción de pago es consignación o transferencia que debe realizarse con el descuento de retención en la fuente pertinente en una cuenta corriente de un banco local. Por este último por cada doce consignaciones o transferencias que se entreguen en las oficinas reciben uno de obsequio.

5.5.5.2 Entrevista No. 2

Se realiza una lectura crítica de la información recogida en la entrevista No. 2 de la cual emergen los resultados que se presentan a continuación.

La escombrera tiene como propósito el relleno sanitario de una cárcava que se encuentra en la escarpa de la meseta de Bucaramanga, cuyo paisaje se encuentra degradado, presenta riesgos geológicos asociados a la erosión y se pretende contribuir a su restauración morfológica y paisajística. Por esta razón, el esquema de funcionamiento básico de una planta de tratamiento como el ingreso de las volquetas procedentes de las diferentes obras de la ciudad; la inspección visual de los materiales; el pesaje y determinación del tratamiento posterior del residuo; la descarga para la separación; la trituración y separación por fracciones granulométricas para posterior uso en la producción de concreto se realiza parcialmente.

Por lo anteriormente expuesto, la información es reducida y escueta en cuanto a las unidades de análisis, categorías y descriptores que emergieron. En cuanto a la unidad de análisis **destino**, surgen dos categorías **relleno de la cárcava**, pues los materiales recibidos van a la cárcava y eventualmente algunos de los RCD, son recogidos por los **recicladores**. Con relación a la unidad de análisis **clasificación**

de los RCD, surge como única categoría: **informal por recicladores**, pues le entidad permite la entrada de recicladores que separan los residuos bajo unos requisitos mínimos, entre los que se encuentra dejar los materiales pétreos en la cárcava, llevarse especialmente materiales metálicos y sintéticos sin ningún costo, y dejar el lugar limpio, es decir no almacenar *in situ* el material que se van a llevar. Respecto a la unidad de análisis, **revalorización** emerge como única categoría **inviable para la empresa**, pues desde la concepción de la entrevistada el único valor que se contempla es el relacionado con la venta de los RCD por parte de la entidad, lo que permitiría el ingreso de dinero que podría solventar algún gasto para la empresa. No se contempla la revalorización producto de material que se llevan los recicladores para la venta, o el valor ambiental y social que se hace con el relleno sanitario.

5.5.5.3 Observación Cualitativa

Durante el recorrido de observación en la escombrera El Parque, hubo un especial interés del gerente por mostrar las fortalezas de la disposición final de los RCD, la organización de las actividades en la planta, el cumplimiento del plan de manejo ambiental y la rigurosidad en el cumplimiento de los protocolos establecidos para la recepción y descargue de los desechos. En la planta se reciben en mayor proporción RCD susceptibles de ser aprovechados en el relleno de la cárcava que se encuentra en la escarpa de la meseta de Bucaramanga, tales como productos de excavación y sobrantes de la adecuación del terreno como coberturas vegetales, tierras y limos; materiales pétreos productos de la excavación, como hormigón, arenas, gravas, gravillas, cantos, pétreos asfálticos, trozos de ladrillos y bloques, cerámicas, sobrantes de mezcla de cementos y concretos hidráulicos, entre otros. Sin embargo, actualmente y como parte de las actividades de cierre de la escombrera, se priorizó el recibo de tierra sobre el material de escombros.

Mensualmente y con el apoyo de un topógrafo contratado por la entidad, se elabora un perfil longitudinal con el fin de controlar el nivel del relleno y organizar la conformación de las terrazas, esta información permite mantener la trazabilidad en la conformación de las terrazas y realizar seguimiento permanente, además de controlar el nivel del suelo y establecer si existe algún tipo de desplazamiento de tierra que pueda afectar la estabilidad del suelo instalando mojones en diversos puntos del botadero.

5.5.6 Resultados y análisis de la información PREVESA

Este apartado presenta los resultados del análisis de las entrevistas 1 y 2 y de la observación cualitativa.

5.5.6.1 Entrevista No.1

Una vez examinada de manera detallada la información de la entrevista 1, se procede a la discusión de resultados en torno a las unidades de análisis planteadas.

Materias primas concreto. En términos generales “Se habla que el concreto es una mezcla de cemento, agua, agregados grueso y fino, aditivos y se pueden usar otras adiciones ...” que el funcionario entrevistado se refiere únicamente a ceniza, como material reciclado, pero que para el caso de la empresa no aplica, por cuanto no usan otras adiciones distintas a los materiales naturales, químicos, mixtos (naturales – químicos), mencionados anteriormente. Según la anterior afirmación puede decirse que no se usan RCD, pues no se ha explorado la elaboración de concreto con agregados reciclados de ningún tipo. Generalmente se usa cemento tipo ART que significa cemento de alta resistencia temprana según la clasificación de la NTC 121 y las condiciones que debe cumplir cada cemento; la empresa usa cemento ART de marca HOLCIM, escogido por pruebas que se han hecho que cumple con las especificaciones de la norma.

Se usan dos tipos de agregados, los agregados gruesos o gravas y los agregados finos que llaman arenas; los dos agregados provienen de procesos de trituración de material de crudo de río, que para el caso de PREVESA se extrae del río Chicamocha ubicado en Pescadero y cumplen una norma que es la NTC 174 de producción de concretos como especifican los ensayos y pruebas.

La empresa usa dos aditivos plastificante y súper plastificante y como su nombre lo dice se encargan de plastificar la mezcla de darle consistencia para que la mezcla se pueda mover y sea fluida; de igual manera los aditivos contribuyen a reducir agua, a optimizar las mezclas y el cemento y a evitar alteraciones en las características de la mezcla. También se usan aditivos acelerantes que son los que se requieren para producir un concreto que necesite una resistencia temprana; el otro aditivo usado son los inclusores de aire que se usan para la producción de concretos de baja permeabilidad.

El agua que se usa no debe ser potable, pues el agua potable no se considera optima por cuanto tiene cloro y que no es compatible con el cemento y la norma es la NTC 3459 que habla del agua adecuada para elaborar concreto debe tener en cuenta la alcalinidad, razón por la cual en la actualidad se usa agua recirculada.

Proceso de producción concreto. Este proceso consta de tres etapas que empiezan desde la extracción de las materias primas, la dosificación que se hace realizando una filtración por peso de manera automatizada garantizando el cumplimiento del diseño de la mezcla. Para la resistencia y la manejabilidad de las propiedades del concreto se tiene en cuenta la adecuada relación agua y cemento. Para 1 m³ de un concreto convencional de 3.000 a 4.000 psi se necesita 290 hasta 320 kg de cemento y 150 y 160 litros de agua; los agregados se manejan 1.000 kg de grava y 1.000 kg de arena; en cuanto a los aditivos siempre van en función del cemento, se adicionan en proporción a la cantidad de cemento que llevan; van del

0.5 al 1 % del peso del cemento. Para las mezclas hay plantas premezcladoras que dosifican las materias primas en un tanque, las mezclan y luego la pasan a la mixer; y otras plantas que son dosificadoras que se encargan de llevar todo a la mixer y ahí se realiza la mezcla.

Tipo de pruebas de control. Hay dos pruebas básicas, una es la prueba de asentamiento que en la norma NTC 396 mide la trabajabilidad del concreto, es decir, que tanto se puede mover; y la prueba de resistencia a compresión que según la NTC 150 que verifica la resistencia del concreto según unos moldes. El funcionario entrevistado manifiesta que existen muchas pruebas más, pero estas son las dos básicas que contribuyen de manera significativa la producción de concreto de alta calidad.

Tipos de concreto. Hay algunos parámetros en el mercado según la industria de la construcción, PREVESA maneja unos convencionales, entre los que se encuentra el concreto normal, el bombeable, para pavimentos, el industrializado, el tremie, el lanzado, el fast track y el mortero normal, pero produce también concretos especiales de acuerdo a los requerimientos del cliente, o según la función que ha de cumplir el concreto, como son los concretos acelerados que hacen que la resistencia se cumpla en menos tiempo.

Costo del metro cúbico de concreto. El funcionario entrevistado manifiesta que puede dar un costo estimado, porque depende de los procesos, del lugar, del transporte, calidad y otros factores. El costo de materia prima para concretos convencionales de 3.000 psi es de más o menos de \$180.000 el m³. Hay otros costos adicionales que se generan por la producción, como especificaciones particulares de calidad, transporte requerido por el cliente, por lo cual el m³ puede aumentar hasta más o menos sale por \$300.000 el m³.

Con respecto al manejo de los residuos resultantes de la producción, como cilindros de las pruebas de resistencia, concreto sobrante, lavado de carros y procesos de producción, es importante mencionar que no se utilizan para producir nuevo concreto, sino que se almacenan y luego se llevan a disposición final en la escombrera El Parque y el agua resultante del proceso si se recircula para el lavado de las mixer.

5.5.6.2 Entrevista No. 2

Se realiza una lectura crítica de la información recogida en la entrevista No. 2 de la cual se obtienen los resultados que se presentan a continuación.

Es importante precisar, que PREVESA es una entidad reconocida en Santander, por su amplia trayectoria en la producción de concreto, que siempre ha usado agregados naturales y que aún, no ha incursionado en el uso de agregados

recicladados, por lo que prefiere iniciar gradualmente en la producción de concreto sostenible a partir de los resultados del presente estudio y algunos otros estudios de mercadeo que realice la empresa.

La información recogida en esta entrevista es breve y se enfoca en aspectos económicos precisos. Con relación a la unidad de análisis **Tamaño de los agregados**, que surge de la respuesta a la primera pregunta ¿Qué tipos de agregados usan en la producción de concreto?, es necesario mencionar, que las clases de agregados han sido clasificados según el tamaño resultante luego de la trituración, respondiendo la entrevistada que “hay agregados de $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{8}$ pulgadas y arena fina, esos son los más utilizados.”, por la razón anterior, se consideraron las categorías de acuerdo con el tamaño mencionado. Es así como el propósito de la entrevista, es indagar aspectos relacionado con costos y comercialización, de donde surge la unidad de análisis **Aspectos económicos de los agregados** de la cual salieron las categorías *Agregado más costoso*, que de acuerdo a la entrevistada, es el de $\frac{1}{2}$ pulgada, porque requiere más trituración, lo que eleva el costo del mismo, sin embargo, aun cuando la indagada no lo mencione, y se trate con mayor detalle en la granulometría del estudio cuantitativo que se presentará posteriormente, los agregados más gruesos afectan el costo del concreto, por cuanto requieren más agua y cemento debido al aumento del área superficial total de agregado. En la categoría *agregado más comprado*, responde que es el de $\frac{3}{4}$ porque es el que se usa para producción de concreto en la planta.

Puesto que se pretende indagar por el costo de agregados gruesos y finos con el propósito de revisar las opciones más favorables económicamente para la empresa a la hora de usar agregados reciclados y, vislumbrando que se perfila como una opción confiable técnica y económicamente el uso de arena resultante del tratamiento de agregados reciclados, se indaga por el valor del m^3 de arena y el costo del transporte, a lo que la entrevistada responde, que en septiembre 2022 es de \$20.380 pesos m^3 más transporte a PREVESA cuyo costo es de \$18.000 tonelada.

Para ampliar la mirada sobre los aspectos económicos y comerciales se trabaja la unidad de análisis **Aspectos comerciales de los concretos**, en las categorías *tipo y precio de venta de los concretos* de la empresa, que arroja como resultado: “...el concreto de 3.000 psi en \$300.000 + IVA; concreto de 4.000 psi en \$320.000 + IVA; y el de 5.000 psi se vende en \$330.000 + IVA.” Es preciso mencionar que en un acercamiento a los precios de venta que se hizo en la entrevista No.1 al Director de Calidad e Innovación, hay una diferencia en esta información, pero se asume la información de la directora financiera que consulta documentación que sustenta estos valores. Con relación a la categoría *concreto más vendido* “...es el de 4.000 psi.”; y contemplando la posibilidad de usar los agregados reciclados para producir arena se incluye una pregunta relacionada con la categoría *costo de agregados para la mezcla de 1 m^3 de concreto de 4.000 psi*, a lo cual la indagada responde “Para esa mezcla de concreto de 4.000 psi, el agregado de $\frac{3}{4}$ es en \$ 29.333 y de arena es \$20.380.

5.5.6.3 Observación cualitativa

La observación en la planta de PREVESA, permite evidenciar que la entidad cuenta con la infraestructura y maquinaria necesaria para lograr un alto nivel de calidad en sus procesos de elaboración del concreto. Cuenta con un laboratorio de pruebas, con equipos de cómputo, medidores, grúas, cargadores, plantas, mezcladores, trituradoras, volquetas, camiones mixer y bombas para la colocación de concreto. Adicionalmente tiene una planta dosificadora "ALTRON AD100" capaz de producir hasta 100m³ de concreto por hora equivalentes a 800m³/día, además, tiene depósitos de materia prima, tres silos para cemento de 40,70 y 120 toneladas respectivamente, más uno para ceniza volante con capacidad de 50 toneladas; otra planta pre-mezcladora ELBA EMC38VAC MOD 20016 capaz de producir hasta 30m³/hora con lo cual se puede tener una producción diaria de 270 m³/día; igualmente cuenta con sus respectivos depósitos de cemento, dos silos de 40 y 120 toneladas respectivamente, más un silo para ceniza volante con capacidad de 90 toneladas.

Los resultados logrados en el control de calidad de la planta radican en la óptima selección de sus materiales, lo cual significa cumplir con los parámetros establecidos por la norma. La adecuada selección de los agregados influye, en la resistencia del concreto, tal como se obtienen en las pruebas realizadas en la planta.

5.6 RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL ENFOQUE CUANTITATIVO DEL PROYECTO

En este enfoque se realizó selección y recolección de materias primas, se hizo una caracterización de materiales en laboratorio, se diseñaron mezclas de concreto, se elaboraron las mezclas diseñadas, se confeccionaron muestras cilíndricas de concretos fabricados con agregados naturales y reciclados.

La figura 16 que se muestra a continuación presenta las etapas del proceso metodológico cuantitativo realizado y posteriormente se describe dicho proceso.

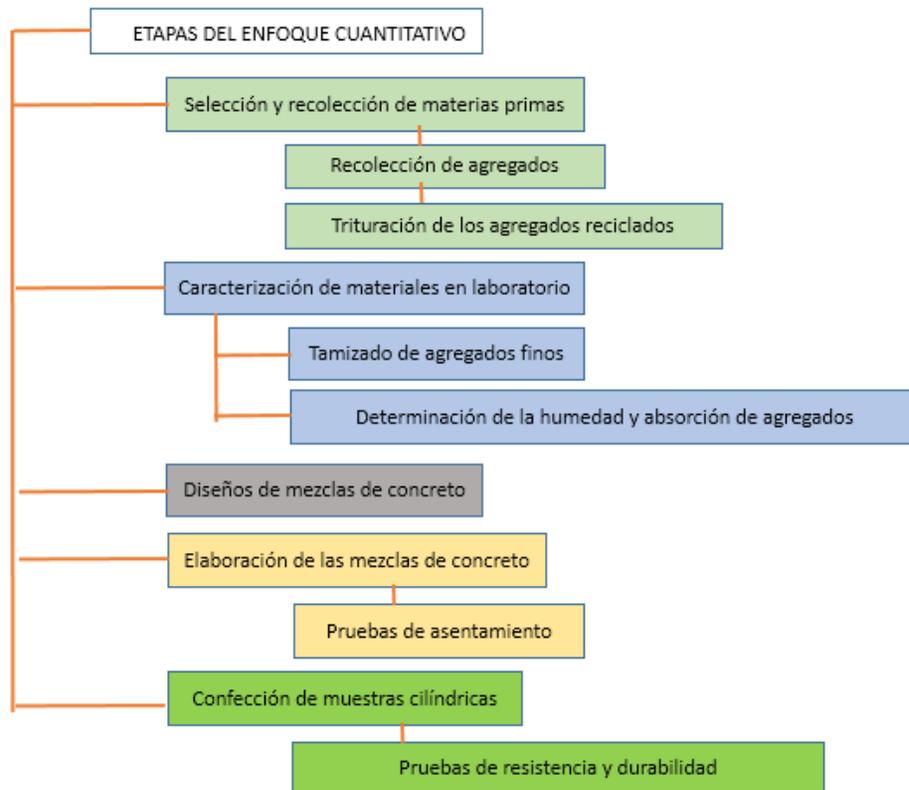


Figura 16 Etapas del enfoque cuantitativo

5.6.1 Selección y recolección de materias primas

Se recolectaron los materiales proporcionados por la empresa PREVESA, arena y agregados gruesos proveniente de la ribera del río Chicamocha, con trazabilidad de óptimo desempeño en mezclas de concreto. Los RCD seleccionados fueron los desechos de pruebas de asentamiento, de resistencia y durabilidad que se almacenan en la planta, para luego ser llevados a la Escombrera. Luego se procedió a realizar el proceso de trituración de los RCD.

5.6.1.1 Recolección de los materiales

Para comenzar esta etapa, se realiza la recolección del agregado fino y del agregado grueso de $\frac{3}{4}$ in, los materiales convencionales usados en PREVESA, tal como se muestra en la figura 16, como RCD se hace la recolección los desechos

de pruebas de asentamiento, de resistencia y durabilidad que se almacenan, se ve en la figura 17, para luego ser llevados a la trituración pertinente y así poder ser utilizados en la fabricación de nuevos concretos. Es preciso aclarar que por cuestiones de seguridad la recolección de materiales fue realizada por funcionarios de PREVESA.



Figura 17 Recolección del agregado fino y grueso naturales



Figura 18 Recolección de RCD

5.6.1.2 Trituración de los escombros de concreto

Se realizó el proceso de trituración de los RCD en la empresa TRANSMOVITEC, ubicado a 15 Km de la planta de PREVESA, como se observa en la figura 18.

Para obtener el agregado fino de concreto reciclado se procedió a realizar la trituración de los RCD, provenientes del área de almacenamiento de desechos de la empresa. Para triturar estos escombros de concreto, se debió utilizar una trituradora de cono de trituración secundaria de 3 pies 100Tn/hr Mandíbula primaria de 12" *24", tal como se muestra en la figura 19, con motor eléctrico de la empresa TRANSMOVITEC, la cual fue graduada y ajustada para que su resultado fuese la producción de agregado fino. Se introdujeron en la trituradora 1 Tn de RCD, por

parte del operario de la empresa TRANSMOVITEC y como resultado se obtuvo un material, que se muestra la figura 20.



Figura 19 Trituradora de cono de trituración secundaria de 3 pies 100 Tn/h Mandíbula primaria de 12" *24"



Figura 20 Material Triturado, proveniente de RCD

5.6.2 Caracterización de los materiales en laboratorio

Ya seleccionados y preparados los materiales, se procedió con la caracterización, la cual se realizó en el laboratorio de concretos de PREVESA.

5.6.2.1 Tamizado de agregados finos

En esta etapa del proyecto, se realizó el tamizado de los agregados finos, producto de la trituración de los RCD, procurando que dichos agregados, tengan el mismo tamaño que la arena extraída de la ribera del río Chicamocha, usada habitualmente en la empresa.



Figura 21 Tamizado de agregados finos provenientes de RCD

5.6.2.2 Determinación de humedad y absorción de agregados

Para desarrollar la prueba de humedad y absorción de los agregados, se aplica lo establecido en la NTC 237, la cual permite determinar la humedad de los agregados. La muestra tomada fue de 500 g. de agregados gruesos de $\frac{3}{4}$ in, 500 g de arena natural proporcionados por PREVESA y 500 g de agregados finos RCD, como se muestra en la Figura 21. Posteriormente, se llevan al horno del laboratorio a 110° C, por aproximadamente 10 minutos, garantizando que el material se observe seco, como se muestra en la Figura 22. Se vuelven a pesar cada una de las materias

primas mencionadas para conocer la diferencia entre el material húmedo y seco. La diferencia de peso del material húmedo con relación al seco y se divide en el peso del material seco.

Ecuación 1

$$\text{Humedad} = \frac{\text{Diferencia del peso de material húmedo con el seco}}{\text{Peso de material seco}}$$



Figura 22 Pesado de los materiales



Figura 23 Secado de los materiales en el horno del laboratorio

Los resultados de la prueba de humedad con las cantidades mencionadas fueron las siguientes como aparecen en la tabla 6:

Tabla 6 Resultados de la prueba de humedad

MATERIAL	HUMEDAD
AGREGADO GRUESO	1 %
AGREGADO FINO	6,5 %
AGREGADO RCD	0 %

Para la determinación de la prueba de absorción de los agregados, se tomó un kg de cada materia prima, se realizó el secado correspondiente, y luego se dejaron cubiertos en agua durante 24 horas. Posteriormente, se hace una decantación para retirar el exceso de agua, se procede a pesar nuevamente según las indicaciones de la norma como aparece en la tabla 7.

Tabla 7 Resultados de la prueba de humedad

MATERIAL	ABSORCIÓN
AGREGADO GRUESO	1 %

AGREGADO FINO	1,4 %
AGREGADO RCD	1,4 %

5.6.3 Diseño de mezclas de concreto

Para realizar el diseño de mezcla de concreto utilizando residuos de construcción y demolición RCD, se debió establecer las proporciones iniciales a partir de una caracterización y así proceder a realizar el cálculo del diseño por el método de la norma ACI; de ahí, se establecieron tres diseños de mezclas y se compararon con un diseño establecido por la empresa PREVESA.

Los diseños establecidos para esta investigación, se hicieron teniendo en cuenta el reemplazo total de la arena natural por agregados RCD, con el fin de analizar los resultados obtenidos, y se reemplazó el 20% de la arena natural, con el propósito de no alterar de manera significativa el comportamiento de la mezcla PREVESA más vendida.

- Diseño de mezcla PREVESA ajustado a la norma ACI más vendido (Diseño 1)
- Diseño de mezcla con 100% de RCD norma ACI (Diseño 2)
- Diseño de mezcla con 20% de RCD norma ACI (Diseño 3)

5.6.4 Elaboración de las mezclas

Las mezclas fueron confeccionadas en la planta de PREVESA empleando una mezcladora eléctrica. Se utilizó cemento gris Holcim ART de fabricación nacional, agua de un pozo subterráneo ubicado en los predios de la planta, grava de $\frac{3}{4}$ in natural comprada por la empresa y como aditivos (1) SIKA AD-40 y (2) SIKA 5500. La función de estos aditivos es la siguiente: el Plastiment AD 40 es un aditivo plastificante, reductor de agua y retardante, como su nombre lo indica su uso principal es la reducción de agua en las mezclas de concreto para brindar condiciones de manejabilidad adecuadas, además de esto tiene la característica de incrementar el tiempo de manejabilidad. Y el Sikaplast 5500 es un aditivo superplastificante reductor de agua con alto sostenimiento de manejabilidad, como su nombre lo indica su principal función es proporcionar fluidez a las mezclas, con menores cantidades de agua, además de aportar al sostenimiento de la manejabilidad.

Tabla 8 Dosificación de la mezcla para cada diseño

Materiales	Diseño 1 mezcla 25 l		Diseño 2 mezcla 25 l		Diseño 3 mezcla 25 l		
	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Volumen (l)	Cemento	Peso (kg)	Volumen (l)
Agua	7,75	7,75	7,75	2,56	Agua	7,75	2,56
Grava	2,42	2,42	4,11	4,11	Grava	3,07	3,07
Arena	22,18	22,18	25,69	9,69	Arena 80% RCD 20%	22,18	8,43
Aditivo 1	27,38	27,38	27,38	10,33	Aditivo 1	26,73	10,09
Aditivo 2	0,023	0,023	0,023	0,018	Aditivo 2	0,023	0,018



Figura 24 Pesado de los materiales



Figura 25 Mezcla de los materiales en el trompo

5.6.4.1 Pruebas de asentamiento

Las pruebas de asentamiento se realizan con el propósito de asegurar la manejabilidad del concreto desde el momento de su mezcla hasta su entrega. La manejabilidad más solicitada por los clientes de PREVESA es de 6 in. Se deposita la mezcla en un cilindro, se vibra para extraer burbujas de aire, se retira el cilindro y se mide la altura de la mezcla una vez depositada a las 0 horas, 30 minutos y 1 hora tal como se muestra en la figura 26.



Tabla 9 Resultados de prueba de asentamiento

Diseño 1		Diseño 2		Diseño 3	
Tiempo (horas)	Asentamiento (in)	Tiempo (horas)	Asentamiento (in)	Tiempo (horas)	Asentamiento (in)
0,0	6,5	0,0	7,5	0,0	7,0
0,5	4,5	0,5	2,5	0,5	5,0
1	2,5	1	0	1	2,5

5.6.5 Elaboración de las muestras cilíndricas

Se elaboraron dieciocho cilindros de concreto, seis de cada diseño de las mezclas, utilizando probetas cilíndricas de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura. Se depositó la mezcla de cada diseño en los moldes, se vibró para sacar las burbujas y se dejaron fraguar.



Figura 27 Elaboración de muestras cilíndricas

5.6.5.1 Pruebas de resistencia

Una vez se fraguan las muestras de concreto, se depositaron en el cuarto de curado, con temperatura aproximada de 23° C y humedad superior al 95%. Posteriormente, a los 3, 7 y 28 días se ponen los cilindros en la prensa donde se realiza la prueba de resistencia a compresión tal como muestra la figura 28.



Figura 28 Pruebas de resistencia

Tabla 10 Resultados de prueba de resistencia

Diseño 1		Diseño 2		Diseño 3	
Edad (días)	Resistencia %	Edad (días)	Resistencia %	Edad (días)	Resistencia %
3	70	3	48	3	75
7	93	7	63	7	87
28	132	28	90	28	124

Nota: La resistencia se mide en unidades de esfuerzo, para este caso particular, PREVESA realiza controles utilizando el sistema ingles de unidades, cuya unidad de esfuerzo es el “psi” (pounds per square inch). El concreto evaluado en este proyecto está especificado para alcanzar una resistencia a compresión a 28 días de 4000 psi, y el (%) indica el porcentaje de esta resistencia que se alcanza en cada edad de falla.

5.6.6 Análisis de resultados

Las pruebas de desempeño de manejabilidad que se realizaron a la mezcla donde se usó 100% de agregados finos RCD, arrojó que el asentamiento fue de 7,5 in a las 0 horas, lo cual es muy conveniente para la manejabilidad del producto; pero transcurrido 30 minutos, el asentamiento fue de 2,5 in, que nos indica que la pérdida de manejabilidad es muy acelerado y no se podría vender con esas características. En las pruebas de resistencia a compresión, comparadas con las del diseño de mezcla PREVESA a 3 días, disminuyó más del 20%; a 7 días, disminuyó 30%; y a 28 días disminuyó más del 40% que indudablemente es bastante la diferencia comparada con la mezcla más vendida en PREVESA, pero está cerca de lo estipulado por la empresa; se podría modificar el diseño de la mezcla aumentando alguna de las materias primas.

Las pruebas de desempeño de manejabilidad que se realizaron a la mezcla donde se usó 20% de agregados finos RCD y 80% de arena extraída del río, arrojó que el asentamiento fue de 7 in a las 0 horas, a los 30 minutos fue de 5 in y a la hora fue de 2,5 in, lo cual es muy parecido a los resultados de asentamiento del diseño de mezcla más vendida en PREVESA. De la misma forma las pruebas de resistencia a compresión, comparadas con las del diseño de mezcla PREVESA a 3 días, a 7 días, y a 28 días fueron muy parecidas y cumpliendo con lo estipulado por la empresa. Esta propiedad de pérdida de manejabilidad depende de muchos factores tales como temperatura del concreto, temperatura ambiente, tiempos de trayectos

y colocación, sin embargo, un valor de referencia para establecer que una manejabilidad es adecuada corresponde a una tasa de pérdida de 1" por cada hora transcurrida, esto en el caso de un concreto normal como el que se está analizando. Para hacer el análisis de resultados se puede decir que el diseño 1 presentó una pérdida de manejabilidad de 4"/h, el diseño 2 presentó pérdida de 7,5"/h y el diseño 3 presentó una pérdida de 4,5". A pesar de tener pérdidas elevadas respecto a la referencia, se puede decir que el diseño 2 no cumple con condiciones de manejabilidad, y que los diseños 1 y 3 presentan resultados similares que deben ser corroborados con pruebas industriales.

Los valores de resistencia esperados en este tipo de mezclas son los siguientes: 50% a 3 días, 70% a 7 días y 100% a 28 días. Teniendo en cuenta estos valores se puede concluir que el diseño 2 no cumple con el parámetro de resistencia a los 28 días, y por lo tanto este diseño no es apto para esta necesidad de resistencia, y los diseños 1 y 3 presentan evoluciones altas de resistencia en todas las edades que garantizan que se cumpla el resultado de especificación a los 28 días. Se dice que es parecido porque el asentamiento inicial del diseño 1 fue de 6,5" y el del diseño 3 fue de 7,0", es decir, se presentó 0,5" de diferencia, y tuvieron la misma tasa de pérdida de manejabilidad. Para este caso no se aplica un porcentaje de error o aproximación ya que estamos hablando de diferentes diseños de mezcla.

A continuación, se presenta en primer lugar el informe con las síntesis de los resultados obtenidos en las pruebas del concreto más vendido en la empresa; así como resultados obtenidos en las pruebas de concreto en la que se reemplaza 100% la arena natural por arena RCD y los resultados obtenidos en las pruebas donde se reemplaza el 20% de la arena natural por la arena RCD.

PREVEESA		PRUEBAS		FECHA:	25-may.-22		
				VERSIÓN:	1		
INFORMACIÓN GENERAL							
Fecha:	Septiembre 21 de 2022		Planta:	Prevesa - Girón			
Objetivo de la prueba:	Evaluar el desempeño de mezclas con material reciclado.						
Tipo de prueba:	Laboratorio						
INFORMACIÓN DEL CONCRETO							
Código de mezcla:	C4034NO000000	Asentamiento de diseño:	6"				
Resistencia de diseño:	4000 psi	Asentamiento inicial esperado:	7"				
Edad de especificación:	28 días	Tiempo de manejabilidad esperado:	2.5 Horas				
Tipo de concreto:	Normal	Tamaño máximo nominal del agregado:	3/4"				
HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS							
MATERIAL	MARCA	PROCEDENCIA	HUMEDAD	ABSORCIÓN	HUMEDAD LIBRE		
Grava	Avensa	Pescadero	1,0 %	1,0 %	0,0 %		
Arena 100% RCD		Pescadero	0,0 %	1,4 %	-1,4 %		
DISEÑO DE MEZCLA							
MATERIAL	MARCA	PROCEDENCIA	DENSIDAD	DISEÑO PARA 1000 L		DISEÑO PARA 25 L	
				PESO (Kg)	VOLUMEN (L)	PESO (Kg)	VOLUMEN (L)
Cemento	Holcim	Nobsa	3030 Kg/m ³	310	102	7,75	2,56
Adición							
Agua		Planta Girón	1000 Kg/m ³	150	150	4,11	4,11
Grava	Avensa	Pescadero	2630 Kg/m ³	887	337	22,18	8,43
Arena	Avensa	Pescadero	2650 Kg/m ³	1042	393	25,69	9,69
Aire			Kg/L	0	15	0,00	0,38
Aditivo 1	Sika	AD-40	1,27 Kg/L	0,93	0,73	0,023	0,018
Aditivo 2	Sika	5500	1,10 Kg/L	1,71	1,55	0,043	0,039
Aditivo 3			Kg/L				
DENSIDAD DEL CONCRETO:	2392 Kg/m ³	2392 Kg/m ³					
VOLUMEN:	1000 L	25,23 L					
RELACIÓN A/C:	0,48	0,53					
PROPORCIÓN GRAVA:	46%	46%					
PROPORCIÓN ARENA:	54%	54%					
DOSIFICACIÓN ADITIVO 1:	0,30%	0,30%					
DOSIFICACIÓN ADITIVO 2:	0,55%	0,55%					
DOSIFICACIÓN ADITIVO 3:							

ELABORÓ	
Nombre:	Heliodoro Basto
Cargo:	Supervisor Tecnico

REVISÓ	
Nombre:	Juan Pablo Leon L.
Cargo:	Director Calidad e Innovación

PREVEESA		PRUEBAS		FECHA:	25-may.-22
				VERSIÓN:	1
INFORMACIÓN GENERAL					
Fecha:	Septiembre 21 de 2022		Planta:	Prevesa - Girón	
Objetivo de la prueba:	Evaluar el desempeño de mezclas con material reciclado.				
Tipo de prueba:	Laboratorio				
DESEMPEÑO DE MANEJABILIDAD					
Tiempo (Horas)	Asentamiento (pulgadas)				
0,00	7,50				
0,50	2,50				
Edad (días)	Resistencia (%)				
3	48				
7	63				
28	90				
DESEMPEÑO DE RESISTENCIA					

ELABORÓ	
Nombre:	Heliodoro Basto
Cargo:	Supervisor Tecnico

REVISÓ	
Nombre:	Juan Pablo Leon L.
Cargo:	Director Calidad e Innovación

ADICIONA 1,7 lt de agua
Temperatura cemento 50 °C

OBSERVACIONES

A continuación, se presentan los resultados en las pruebas de asentamiento y resistencia de los tres diseños de mezcla trabajados.

Figura 29 Análisis resultados de asentamiento

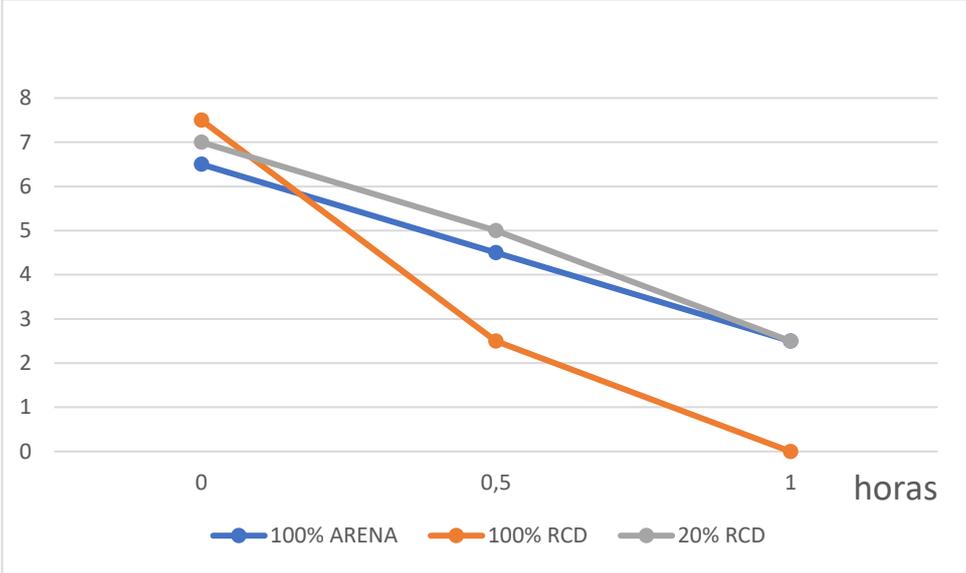
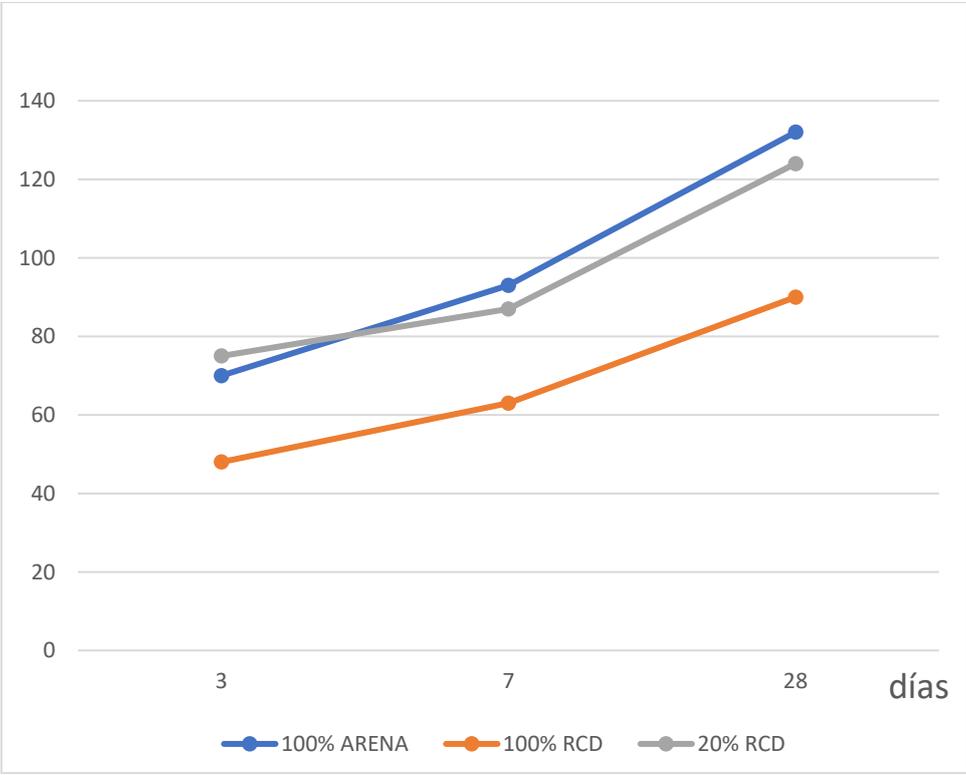


Figura 30 Análisis resultados prueba de resistencia



CAPITULO 6

6. RELACIÓN COSTO-BENEFICIO DE LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS

La relación costo beneficio en la producción de concreto con RCD se contempla desde lo económico, ambiental y social.

En lo concerniente a lo económico, en las tabla 11 se discrimina el valor del costo de la arena natural en la planta para poder ser usada como materia prima en la mezcla de concreto y en la tabla 12 se da el costo de los RCD que se pueden utilizar como agregados finos en remplazo de la arena natural. Se puede observar que el valor de arena RCD aumenta un 17% del costo de la arena natural extraída de la ribera del Rio Chicamocho.

Tabla 11 Costo del metro cúbico de arena natural

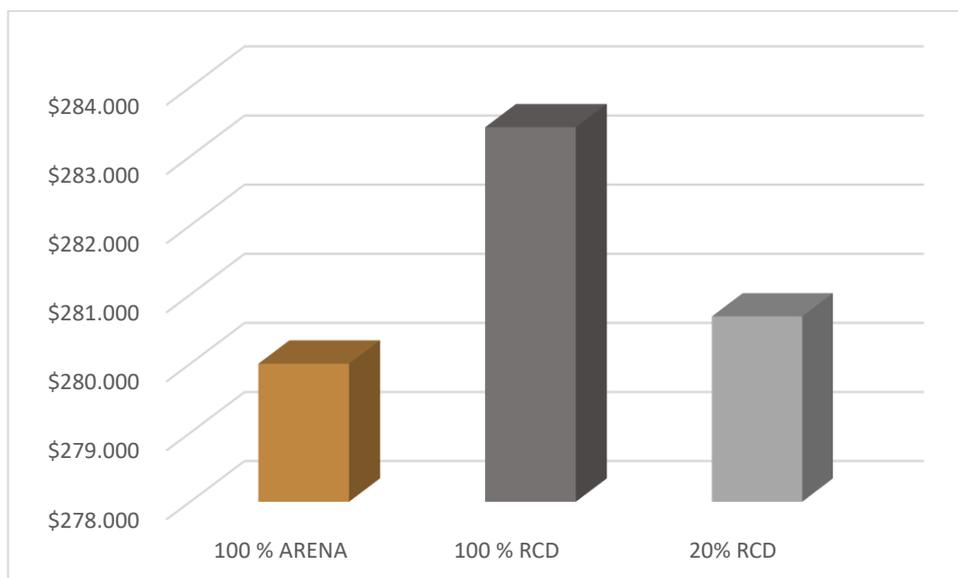
COSTO METRO CÚBICO	
ARENA	SEPTIEMBRE
Explotación	\$ 5.666
Alimentación	\$ 2.899
Clasificación o Lavado	\$ 5.930
Despacho	\$ 1.171
Áreas de apoyo	\$ 4.714
TOTAL	\$ 20.380

Tabla 12 Costo del metro cúbico de arena RCD

COSTO METRO CÚBICO	
RCD	SEPTIEMBRE
Recolección	\$ 0
Almacenamiento	\$ 0
Trituración	\$ 7.000
Transporte (ida y Vuelta 24km)	\$ 16.800
TOTAL	\$ 23.800

Dentro de la información recolectada en las entrevistas se estableció que el metro cúbico de concreto tiene un costo aproximado de \$ 280.000. Teniendo en cuenta que el metro cúbico de la arena natural tiene un costo de \$ 20.380 y el metro cúbico de arena RCD es de \$ 23.800, se puede decir que el costo aproximado del concreto 100% RCD es de \$ 283.420; el costo aproximado del concreto hecho con un 20% RCD es de \$ 280.684 tal como se muestra en la Figura 31.

Figura 31 Costos del metro cúbico de concreto con las diferentes mezclas



Por lo anteriormente expuesto, se puede concluir que el incremento del costo del concreto RCD no llega al 2 %. El uso del 100% de agregados RCD incrementa el costo de producción de los concretos, comparados contra los diseños que se tienen en la actualidad.

Con el análisis anterior se hace necesario precisar que la relación costo beneficio en lo económico respecto a la producción del metro cúbico de concreto, se incrementa, lo que puede constituirse en un factor que disminuya el interés de las concreteiras por usar los agregados reciclados en la producción de concreto.

En el componente ambiental, es necesario mencionar, que la utilización del agregado fino reciclado en reemplazo del natural tiene ventajas ambientales significativas, ya que minimiza el uso de del agregado fino natural lo cual implica una reducción de la explotación y acción nociva de la minería a cielo abierto para la obtención de estos agregados. De otra parte, se da uso a los desechos generados por los procesos de remodelación y demolición que se desarrollan gracias al auge de la construcción, esto no implica la reducción total de la problemática ambiental en relación con las actividades mencionadas anteriormente, pero de cierta manera ayuda en la reducción de contaminantes liberados en el caso en que los residuos se depositan en lugares como vertederos o botaderos autorizados y no autorizados.

En lo que se refiere a la relación costo beneficio en el componente social, el uso de agregados reciclados para la producción de concreto se constituye en una oportunidad para la constitución legal de asociaciones de recicladores de RCD, en la posibilidad de empleo digno y formal con todas las prestaciones sociales de ley, que contribuye en la disminución del desempleo y el mejoramiento del nivel de vida de comunidades necesitadas.

CONCLUSIONES

Con relación al primer objetivo específico planteado en la tesis, se concluye que:

En Bucaramanga y su área metropolitana, a la fecha, tienen como único sitio autorizado para disposición de RCD, la escombrera EL Parque, ubicada en el área metropolitana de Bucaramanga. Esta empresa no cuenta con el servicio de recolección y clasificación de RCD desde su origen, solo presta el servicio de disposición final, la recolección y el transporte lo realizan empresas privadas y volqueteros que son personas independientes o contratistas de obra.

Puesto que la ciudad está en permanente construcción, tener un solo lugar para disposición final de escombros, resulta insuficiente, razón por la cual se incurre en el arrojado clandestino en áreas públicas, lo que genera una problemática ambiental urbana relacionada no sólo con la invasión de espacio público y destrucción de ecosistemas, sino también con deficiencias en los sistemas de acueducto y alcantarillado por obstrucciones. Es evidente que la ciudad requiere con prontitud, adecuar otros espacios tanto en lo urbano como en lo rural que permitan la gestión de RCD procedentes de obras civiles tanto públicas como privadas y desde el punto de vista del ordenamiento, se requiere asignar áreas para la disposición de escombros de manera adecuada.

Además, se necesitan, alternativas que permitan hacer un mejor uso y aprovechamiento de los RCD, para lo cual se requiere implementar la clasificación en la fuente, plantear un sistema de recolección y transporte de los materiales desde su origen, implementar un sistema de almacenamiento que permitan la reutilización y comercialización.

Respecto al segundo objetivo específico de la tesis se concluye que:

Reciclar los escombros resultantes de las planta de concreto resuelve la falta de agregados pétreos naturales y contribuye con la protección de los ecosistemas de los cuales son extraídos; adicionalmente, se garantiza el cumplimiento de la normativa vigente, pues el agregado pétreo obtenido como resultado de la demolición del concreto podría no tener las condiciones ideales, pero también existe la realidad de que muchos agregados pétreos naturales minerales existentes localmente no cumplen con todas y cada una de las recomendaciones existentes en los reglamentos de construcción vigentes.

Para disminuir el aumento de las emisiones de carbono, reducir la construcción, recurriendo a normativas exigentes ambientalmente, disminuiría así mismo la infraestructura y comodidad de los ciudadanos, pero no hacer nada equivaldría a ser cómplices del daño ambiental y es por esto por lo que deben buscarse alternativas para la producción de materiales de construcción que usen RCD.

Con relación al tercer objetivo específico de la tesis se concluye que:

Las pruebas de desempeño de manejabilidad que se realizaron a la mezcla donde se usó 100% de agregados finos RCD, arrojó que el asentamiento fue de 7,5 in a las 0 horas, lo cual es muy conveniente para la manejabilidad del producto; pero

transcurrido 30 minutos, el asentamiento fue de 2,5 in, que nos indica que su fraguado es muy acelerado y no se podría vender con esas características.

Las pruebas de desempeño de manejabilidad que se realizaron a la mezcla donde se usó 20% de agregados finos RCD Y 80% de arena extraída del río, arrojó que el asentamiento fue de 7 in a las 0 horas, a los 30 minutos fue de 5 in y a la hora fue de 2,5 in, lo cual es muy parecido a los resultados de asentamiento del diseño de mezcla más vendida en PREVESA, estos resultados permiten vislumbrar el uso de este diseño de mezcla, es una alternativa confiable para reemplazar el tipo de concreto más vendido en la empresa.

Respecto al cuarto objetivo específico de la tesis, se concluye que:

La relación costo beneficio en lo económico respecto a la producción del metro cúbico de concreto, es importante mencionar que el valor del concreto con agregados reciclados se incrementa, lo que puede constituirse en un factor que disminuya el interés de las concreteras por usarlos en la producción de concreto. Sin embargo, el beneficio ambiental se ve reflejado por cuanto se minimiza el uso de del agregado fino natural lo cual implica una reducción de la explotación y acción nociva de la minería a cielo abierto para la obtención de estos agregados. ayuda en la reducción de contaminantes liberados en el caso en que los residuos se depositan en lugares como vertederos o botaderos autorizados y no autorizados. En el componente social, es importante mencionar que se constituye en una oportunidad para la constitución legal de asociaciones de recicladores de RCD, en la posibilidad de empleo digno y formal con todas las prestaciones sociales de ley, lo que contribuye a disminuir el desempleo y mejora del nivel de vida de comunidades necesitadas.

Para finalizar a nivel general de concluye este estudio la necesidad apremiante de una solución al tema de los RCD en Bucaramanga y su área metropolitana, y debe ser la administración pública la que proporcione las herramientas que permitan la creación de plantas de transformación de RCD y zonas de almacenamiento o vertederos de residuos no peligrosos situados en zonas adecuadas. Así mismo, la alternativa de sustituir agregados naturales por reciclados resulta viable técnicamente, dado que las propiedades que presenten estos últimos, cumplen con la normativa actual de agregados para construcción, en cuanto a mezclas de concreto.

RECOMENDACIONES

A PREVESA S.A.S se recomienda específicamente ir incursionando progresivamente en la producción de concreto reciclado, pues, aunque económicamente puede resultar ligeramente por encima del costo de producción del concreto convencional, los beneficios ambientales y sociales son significativos y resultan económicamente más rentables a largo plazo, que tener que generar nuevas problemáticas asociadas a la extracción sistemática de material pétreo de los ecosistemas de la región.

Modificar algunas normas como el Plan de ordenamiento Territorial de Bucaramanga, que permita dentro de la ciudad instalar en los frentes de obras plantas recicladoras para que los residuos generados por la construcción y demolición de obras se puedan volver a utilizar en un alto porcentaje.

Promover programas de educación y sensibilización a los diferentes actores de una comunidad, que permita tomar consciencia del daño que se causa al entorno por una inadecuada disposición de RCD.

Apoyar estudios que se dirijan al uso de los RCD en la producción de concreto, contribuye de manera importante en el campo de la innovación y la sostenibilidad económica, ambiental y social de una comunidad.

Simultáneamente al diseño y elaboración del concreto reciclado deben explorarse posibilidades de adiciones de otros materiales que modifiquen las propiedades de los concretos así elaborados consiguiendo condiciones exitosas y económicas.

Los residuos de construcción y demolición (RCD) deben pasar por un proceso de clasificación y limpieza de sus componentes, antes de ser usados como material constituyente de los agregados reciclados.

REFERENCIAS

- ARGOS. (2022). Recuperado el 2 de octubre de 2022 de: <https://colombia.argos.co/>
- Bedoya, C., & Dzul, L. (2015). El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana. *Revista ingeniería de construcción*, 30(2), 99-108. Recuperado el 3 de diciembre de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v30n2/art02.pdf>
- Carrillo Siancas, S. M. (2012). Estudio comparativo entre tecnologías de producción de concreto: Mixer y Dispensador. Tesis de grado obtenido. Recuperado el 2 de octubre de 2021 de: Microsoft Word - Car.tula.doc (udep.edu.pe)
- Castañó, J. O., Rodríguez, R. M., Lasso, L. A., Cabrera, A. G., & Ocampo, M. S. (2013). Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes. *Tecnura*, 17(38), 121-129. Recuperado el 3 de diciembre de: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tecnura/article/view/6933>
- CEMEX. (2022). Recuperado el 2 de octubre de 2022 de: <https://www.cemexcolombia.com/>
- Centeno, P. E. M., Salazar, R. A. R., Urrego, Y. F. S., Jaramillo, N. A. Á., & Arjona, S. D. (2014). Caracterización física y mecánica de agregados reciclados obtenidos a partir de escombros de la construcción. *Informador técnico*, 78(2), 121-127. Recuperado el 2 de diciembre de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5129561>
- Centurión, D. (2005). Nuestro desafío común: cuidar la casa de todos. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 1(1), 195. Recuperado el 3 de octubre de 2021 de: <file:///D:/Users/Martha%20P%C3%A9rez/Downloads/Dialnet-NuestroDesafioComun-4814445.pdf>
- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía industrial*, 401(3), 11-20. Recuperado el 3 de octubre de 2021 de: <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>
- Colombia. Congreso. (1979). Ley 09 de 1979, enero 24, Por la cual se dictan Medidas Sanitarias. Congreso de la Republica. Recuperado el 12 de diciembre de: https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf
- Colombia. Congreso. (1993). Ley 99 de 1993, diciembre 22, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Congreso de la Republica. Recuperado el 12 de diciembre de 2021 de: <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/Normativo/1993-12-22-ley-99-crea-el-sina-y-mma.pdf>
- Colombia. Congreso. (2008). Ley 1259 de 2008, diciembre 19, 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. Recuperado el 12 de diciembre de

2021

de:

https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=34388

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). Resolución 627 de 2006, abril 7, Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Recuperado el 12 de diciembre de 2021 de:

<https://corponarino.gov.co/expedientes/juridica/2006resolucion627.pdf>

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). Decreto 4741 de 2005, diciembre 30, Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Recuperado el 12 de diciembre de:

<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/526371/Decreto+4741+2005+PREVENCIÓN+Y+MANEJO+DE+REIDUOS+PELIGROSOS+GENERADOS+EN+GESTION+INTEGRAL.pdf/491df435-061e-4d27-b40f-c8b3afe25705>

Colombia. Ministerio de Salud. (1983). Resolución 8321 de 1983, agosto 4, Por la cual se dictan normas sobre Protección y Conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos. Ministerio de Salud. Recuperado el 12 de diciembre de:

<https://www.cornare.gov.co/SIAR/aire/RUIDO/NORMATIVA/Resolucion-8321-1983.pdf>

Colombia. Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Resolución 0472 de 2017, marzo 5, Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD) y se dictan otras disposiciones. Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado el 12 de diciembre de:

https://www.anla.gov.co/documentos/normativa/resoluciones/res_0541_141294.pdf

Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. (1994). Resolución 541 de 1994, diciembre 14, Por medio de la cual 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 del Medio Ambiente. Recuperado el 12 de diciembre de:

https://www.anla.gov.co/documentos/normativa/resoluciones/res_0541_141294.pdf

Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. (1995). Decreto 948 de 1995, junio 5, Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. Ministerio del Medio Ambiente. Recuperado el 12 de diciembre de 2021 de:

<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527621/Decreto+948+de+1995.pdf/670a0603-4d1f-454f-941e-08e6ba70666d#:~:text=El%20presente%20Decreto%20contiene%20el,y%20atenci%C3%B3n%20de%20episodios%20por>

Colombia. Presidencia. (1974). Decreto 2811 de 1974, diciembre 18, Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio

Ambiente. Recuperado el 12 de diciembre de 2021 de:
https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=1551

Colombia. Presidencia. (1982). Decreto 2 de 1982, enero 11, Por el cual se reglamentan parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas. Presidencia de la República. Recuperado el 12 de diciembre de:
https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=21973

Colombia. Presidencia. (1996). Decreto 605 de 1996, marzo 27, Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994 en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo. Presidencia de la República. Recuperado el 12 de diciembre de:
https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=1358

Colombia. Presidencia. (2002). Decreto 1713 de 2002, agosto 6, Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Presidencia de la República. Recuperado el 12 de diciembre de:
<https://corponarino.gov.co/expedientes/juridica/2002decreto1713.pdf>

de Guzmán, D. S. (2001). Tecnología del concreto y del mortero. Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado el 2 de octubre de 2021 de:
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=EWq-QPJhsRAC&oi=fnd&pg=PA5&dq=S%C3%A1nchez+D.++\(1996\).+\(3%C2%AA+ed.\)+%E2%80%9CTecnolog%C3%ADa+del+concreto+y+del+mortero%E2%80%9D.+Bogot%C3%A1:+Bhandar&ots=gZfVlir1Ds&sig=BSDM_e_9-SkQQPKmEFRskcca67M#v=onepage&q=S%C3%A1nchez%20D.%20\(1996\)%2C%20\(3%C2%AA%20ed.\)%20%E2%80%9CTecnolog%C3%ADa%20del%20concreto%20y%20del%20mortero%E2%80%9D.%20Bogot%C3%A1%3A%20Bhandar&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=EWq-QPJhsRAC&oi=fnd&pg=PA5&dq=S%C3%A1nchez+D.++(1996).+(3%C2%AA+ed.)+%E2%80%9CTecnolog%C3%ADa+del+concreto+y+del+mortero%E2%80%9D.+Bogot%C3%A1:+Bhandar&ots=gZfVlir1Ds&sig=BSDM_e_9-SkQQPKmEFRskcca67M#v=onepage&q=S%C3%A1nchez%20D.%20(1996)%2C%20(3%C2%AA%20ed.)%20%E2%80%9CTecnolog%C3%ADa%20del%20concreto%20y%20del%20mortero%E2%80%9D.%20Bogot%C3%A1%3A%20Bhandar&f=false)

Flores, N. V., & Dos Santos, A. C. P. (2013). Análisis de indicadores para determinar el grado de sostenibilidad en concretos especiales. *Tecnura*, 17(38), 12-25. Recuperado el 3 de diciembre de:
<https://www.redalyc.org/pdf/2570/257028384002.pdf>

Gallopin, G. C. (2003). Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico. Recuperado el 8 de octubre de 2021 de:
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5763/S033120_es%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gobierno de la Republica de Colombia. (2019). Estrategia nacional de economía circular. Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio. Bogotá D.C., Colombia. Presidencia de la República; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Recuperado el 1 de marzo de 2022 de:
http://www.andi.com.co/Uploads/Estrategia%20Nacional%20de%20EconA%CC%83%C2%B3mia%20Circular-2019%20Final.pdf_637176135049017259.pdf

González Ordaz, G. I., & Vargas-Hernández, J. G. (2017). La economía circular como factor de la responsabilidad social. *Economía Coyuntural*, 2(3), 105-130. Recuperado el 3 de octubre de 2021 de:
http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/ec/v2n3/v2n3_a04.pdf

Gutiérrez, E. A., González, L. S., Gutiérrez, V. R., & Álvarez, A. F. (2014). Clasificación de residuos de construcción y demolición utilizando descriptores de textura. Recuperado el 2 d octubre de 2021 de: https://www.researchgate.net/profile/Enrique-Alegre/publication/228640221_CLASIFICACION_DE_RESIDUOS_DE_CONSTRUCCION_Y_DEMOLICION_UTILIZANDO_DESCRIPTORES_DE_TEXTURA/links/0912f5088144ce03f1000000/CLASIFICACION-DE-RESIDUOS-DE-CONSTRUCCION-Y-DEMOLICION-UTILIZANDO-DESCRIPTORES-DE-TEXTURA.pdf

HBS CONCRETOS. (2022). Recuperado el 2 de octubre de 2022 de: <https://www.informacolombia.com/directorio-empresas/informacion-empresa/hbs-concretos-sas>

Hériz, I. B. (2018). Economía circular: un nuevo modelo de producción y consumo sostenible. Recuperado el 9 de octubre de 2021 de: <https://bibliotecavirtual.uis.edu.co:4259/es/ereader/uis/51998>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2016). Metodología de la investigación. 6ta Edición Sampieri. *Soriano, RR (1991). Guía para realizar investigaciones sociales.*

Jayasuriya, A. ACI CRC 18.517: Guideline Development for Use of Recycled Concrete Aggregates in New Concrete. Recuperado el 7 de mayo de 2022 de: https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Jayasuriya%2C+A.+ACI+CRC+18.517%3A+Guideline+Development+for+Use+of+Recycled+Concrete+Aggregates+in+New+Concrete.&btnG=

León, M. P., & Ramírez, F. (2010). Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes. *Revista ingeniería de construcción*, 25(2), 215-240. Recuperado el 2 d octubre de 2021 de: [art03.pdf \(conicyt.cl\)](#)

León, Ó. P., Porras, Á. C., & Castiblanco, Y. L. V. (2017). Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados. *Tecnura*, 21(53), 96-106. Recuperado el 3 de diciembre de: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/8195>

Macedo, B. (2005). El concepto de sostenibilidad. UNESCO. Recuperado el 8 de octubre de 2021 de: <http://tallerdesustentabilidad.ced.cl/wp/wp-content/uploads/2015/04/UNESCO-EI-concepto-de-sustentabilidad.pdf>

Martínez-Molina, W., Torres-Acosta, A. A., Alonso-Guzmán, E. M., Chávez-García, H. L., Hernández-Barrios, H., Lara-Gómez, C., ... & González-Valdéz, F. M. (2015). Concreto reciclado: una revisión. *Revista ALCONPAT*, 5(3), 235-248. Recuperado el 2 de diciembre de 2021 de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ralconpat/v5n3/2007-6835-ralconpat-5-03-00235.pdf>

Martínez-Molina, W., Torres-Acosta, A. A., Alonso-Guzmán, E. M., Chávez-García, H. L., Hernández-Barrios, H., Lara-Gómez, C., ... & González-Valdéz, F. M. (2015). Concreto reciclado: una revisión. *Revista Alconpat*, 5(3), 235-248. Recuperado el 7 de mayo de 2022 de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ralconpat/v5n3/2007-6835-ralconpat-5-03-00235.pdf>

Naciones Unidas. (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Recuperado el 2 de octubre de 2021 de: [CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf \(uqam.ca\)](#)

Norma técnica colombiana. (2009). Ingeniería civil y arquitectura. Terminología relativa al concreto y sus agregados (NTC 385). Recuperado el 2 de octubre de 2021 de: kupdf.net_ntc-385-terminologia-relativa-al-concreto-y-sus-agregados.pdf

PREVESA. (2021). Experiencia. Recuperado el 2 de octubre de 2021 de: https://prevesa.co/?page_id=411

Saiz-Aja, M. R., Rodríguez, B. F., Sena, S. D., Gómez, G. S., Marianini, A. C., Pedrero, G. G., ... & de Roa, A. C. (2016). La economía circular. Economía circular: objetivo cero residuos. Recuperado el 3 de octubre de 2021 de: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_AM%5CPDF_AM_Ambienta_2016_117_completa.pdf#page=6

SERSAR. (2022). Recuperado el 2 de octubre de 2022 de: <https://www.concretossersar.com>

Silva Urrego, Y. F., & Delvasto Arjona, S. (2021). Uso de residuos de construcción y demolición como material cementicio suplementario y agregado grueso reciclado en concretos autocompactantes. Informador Técnico, 85(1), 20–33. Recuperado el 2 de octubre de 2021 de: <https://bibliotecavirtual.uis.edu.co:2704/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=1e65dea4-d969-45dc-955e-3fcf8de4f131%40sdc-v-sessmgr03>

Silva, Y., Robayo, R., Matthey, P., & Delvasto, S. (2015). Obtención de concretos autocompactantes empleando residuos de demolición. Revista latinoamericana de metalurgia y materiales, 35(1), 86-94. Recuperado el 2 de diciembre de: <http://ve.scielo.org/pdf/rlmm/v35n1/art12.pdf>

Silva-Urrego, Y., & Delvasto-Arjona, S. (2021). Uso de residuos de construcción y demolición como material cementicio suplementario y agregado grueso reciclado en concretos autocompactantes. Informador Técnico, 85(1), 20-33. Recuperado el 3 de diciembre de: http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2502

Suárez-Silgado, S., Molina, J. D. A., Mahecha, L., & Calderón, L. (2018). Diagnóstico y propuestas para la gestión de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Ibagué (Colombia). Gestión y Ambiente, 21(1), 9–21. Recuperado el 2 de octubre de 2021 de: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/69637/67003>

Traver, M. J. S. (2014). Aplicación en obra civil de los áridos granulares reciclados obtenidos a partir de residuos de construcción y demolición (Doctoral dissertation, Universitat Jaume I). Recuperado el 7 de mayo de 2022 de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=246181>

Anexo A Carta de solicitud PREVESA S.A.S para realizar el trabajo de grado

Bucaramanga, julio 5 de 2022

Ingeniero

LUIS ALEJANDRO DULCEY VILLAMIZAR

Representante legal PREVESA SAS

Ciudad

Apreciado Ingeniero.

El programa de Maestría en Sostenibilidad que curso actualmente en la Universidad Pontificia Bolivariana, exige como requisito de graduación una tesis magisterial relacionada con el objeto de estudio de la maestría, para lo cual me fue aprobada la propuesta titulada: ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE CONCRETO A PARTIR DE AGREGADOS RECICLADOS, PROVENIENTES DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN PREVESA S.A.S – GIRÓN, SANTANDER.

Uno de los objetivos específicos de la investigación, es: Describir el proceso de producción de concreto en la planta y, a partir de este, revisar la posibilidad de usar Agregados Reciclados en la producción sostenible de concreto, para lo cual solicito su amable colaboración con la realización de una observación en la planta y dos entrevistas a funcionarios de su entidad relacionadas con el proceso productivo.

De antemano manifiesto mi compromiso de socializar los resultados de esta investigación con ustedes.

Agradezco su atención.



PAOLA ANDREA BOHÓRQUEZ PÉREZ

Ingeniera Sanitaria y Ambiental

Anexo B Carta de aceptación PREVESA S.A.S para realizar el trabajo de grado

Bucaramanga, julio 8 de 2022

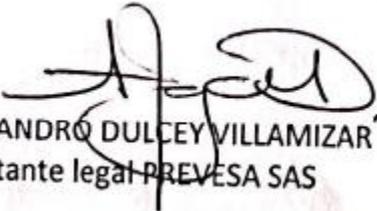
Ingeniera
PAOLA ANDREA BOHÓRQUEZ PÉREZ
Estudiante de Maestría en Sostenibilidad
Universidad Pontificia Bolivariana
Ciudad

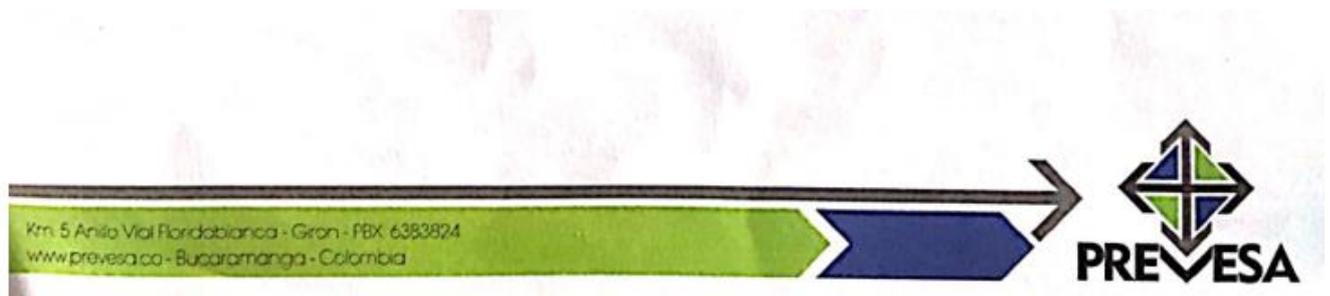
Cordial saludo.

Con relación a su comunicación del pasado 24 de mayo, solicitando autorización para realizar su trabajo de grado titulado ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE CONCRETO A PARTIR DE AGREGADOS RECICLADOS, PROVENIENTES DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN PREVESA S.A.S - GIRÓN, SANTANDER, me permito comunicarle que su solicitud ha sido aprobada y la empresa facilitará la información que necesite para el desarrollo de su tesis.

Agradecemos socialice los resultados obtenidos, a fin de analizar con detenimiento las posibilidades de su propuesta.

Cordialmente,


LUIS ALEJANDRO DULCEY VILLAMIZAR
Representante legal PREVESA SAS



Anexo C Carta de solicitud a El Parque para realizar el trabajo de grado

Bucaramanga, agosto 17 de 2022

Doctor

GUSTAVO ADOLFO MANTILLA OVIEDO

Gerente Botadero de tierra El Parque S.A.

Ciudad

Respetado Dr.

El programa de Maestría en Sostenibilidad que curso actualmente en la Universidad Pontificia Bolivariana, exige como requisito de graduación una tesis magisterial relacionada con el objeto de estudio de la maestría, para lo cual me fue aprobada la propuesta titulada: ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE CONCRETO A PARTIR DE AGREGADOS RECICLADOS, PROVENIENTES DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN PREVEVA S.A.S – GIRÓN, SANTANDER.

Uno de los objetivos específicos de la investigación, es: Describir el proceso de recolección y disposición final de los residuos de construcción y demolición en el área metropolitana de Bucaramanga, para lo cual solicito su amable colaboración con la realización de una observación in situ y dos entrevistas a funcionarios de su entidad relacionadas con el proceso de recepción y gestión de los Residuos de Construcción y Demolición. Es de gran importancia constatar si los residuos que El Parque recibe, pueden constituirse en insumo para la producción sostenible de concreto a partir de agregados reciclados.

De antemano manifiesto mi compromiso de socializar los resultados de esta investigación con ustedes.

Agradezco su atención.



PAOLA ANDREA BOHÓRQUEZ PÉREZ

Ingeniera Sanitaria y Ambiental



Anexo D Carta aceptación escombrera El Parque para realizar el trabajo de grado

EL PARQUE

BOTADERO DE TIERRA

BOTADERO DE TIERRA EL PARQUE S.A. NIT: 900.111.586-5

Bucaramanga, agosto 19 de 2022

Ingeniera

PAOLA ANDREA BOHÓRQUEZ PÉREZ

Estudiante de Maestría en Sostenibilidad

Universidad Pontificia Bolivariana

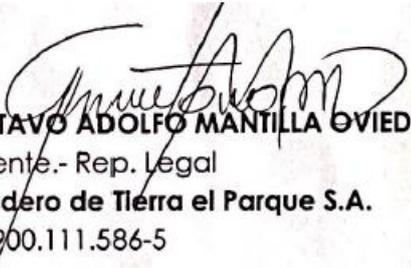
Ciudad

Cordial saludo,

Con relación a su comunicación del pasado 4 de agosto, solicitando autorización para realizar su trabajo de grado titulado ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE CONCRETO A PARTIR DE AGREGADOS RECICLADOS, PROVENIENTES DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN PREVESA S.A.S - GIRÓN, SANTANDER, me permito comunicarle que su solicitud ha sido aprobada y la empresa facilitará la información que necesite para el desarrollo de su tesis.

Agradecemos socialice los resultados obtenidos, a fin de determinar si se puede constituir en un apoyo al proceso.

Cordialmente,



GUSTAVO ADOLFO MANTILLA OVIEDO

Gerente.- Rep. Legal

Botadero de Tierra el Parque S.A.

Nit. 900.111.586-5

CRA 37 N° 52-43 EDIFICIO VIP OFC 402 TELÉFONO: 6570528
botaderoelparque@hotmail.com / BUCARAMANGA - SANTANDER

Anexo E Formato Entrevista No.1 PREVESA S.A.S

Entrevista		
Entrevistadora:		
Fecha:	Hora:	Lugar:
Objetivo de la entrevista: Recopilar información sobre el proceso de producción de concreto en PREVESA SAS .		
Datos del entrevistado		
Nombre completo:		
Tiempo que lleva laborando en la planta:	Profesión:	Cargo:
Último Nivel de Escolaridad:		Número de contacto:
Guión de preguntas		
<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cuáles son las materias primas utilizadas en la producción de concreto? 2. ¿Qué tipo de cemento se utiliza?, cuáles son las características que debe tener y ¿qué normas debe cumplir? 3. ¿Qué clase de agregados se utiliza?, cuáles son las características que deben tener y ¿qué normas deben cumplir? 4. ¿Qué tipo aditivos se utiliza? ¿qué función cumplen en la elaboración y utilización del concreto? 5. ¿Qué tipo de agua se utiliza?, cuáles son las características que debe tener y ¿qué normas debe cumplir? 6. ¿Cuáles son las etapas de la producción de concreto? 7. ¿Qué variables se tienen en cuenta para la elaboración de la mezcla? 8. ¿Qué proporciones de materias primas se usan en la elaboración de la mezcla? 9. ¿Cómo se realiza la mezcla? 10. ¿Qué tipo de pruebas de control se hacen? ¿Cómo se hacen? ¿Qué normas deben cumplir? 11. ¿Qué tipos de concreto fabrican? ¿Qué características tienen? ¿Qué normas deben cumplir? 12. ¿Cuál es el costo del metro cúbico de concreto? ¿Cemento? ¿Agregados? ¿Agua? ¿Aditivos? ¿Mano de obra? 13. ¿Cómo se manejan los residuos resultantes de la producción de concreto? 		

Anexo F Formato Entrevista No.2 PREVESA S.A.S

Entrevista		
Entrevistadora:		
Fecha:	Hora:	Lugar:
Objetivo de la entrevista: Recopilar información sobre el proceso de producción de concreto en PREVESA SAS .		
Datos del entrevistado		
Nombre completo:		
Tiempo que lleva laborando en la planta:	Profesión:	Cargo:
Último Nivel de Escolaridad:		Número de contacto:
Guion de preguntas		
<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿De dónde se obtienen los agregados empleados para la producción de concreto en la planta? ¿Qué tipos de agregados usan? 2. ¿Qué tipo de agregado es el más costoso? 3. ¿Cuál de los agregados es el que más se compra? 4. ¿Cuál es el costo del m³ de agregados finos? ¿Que incluye en el costo? 5. ¿Cuál es el costo del transporte a la planta de agregados finos? 6. ¿Qué tipos de concretos se venden en la plata y a qué precio? 7. ¿Qué tipo de concreto es el que más se vende? 8. Teniendo en cuenta el tipo de concreto q más se vende ¿Cuál es el costo de agregados finos para la mezcla de 1 m³ de concreto? 9. Colombia debe disminuir un 51% los Gases Efecto Invernadero. ¿Cómo puede PREVESA ayudar a disminuir estos GEI? 10. ¿Algún cliente le ha solicitado algún tipo de concreto sostenible? 11. ¿Considera viable que PREVESA pueda incluir en sus productos un concreto sostenible? ¿Por qué? 		

Anexo G Formato Entrevista No.1 EL PARQUE S.A

Entrevista		
Entrevistadora:		
Fecha:	Hora:	Lugar:
Objetivo de la entrevista: Recopilar información sobre proceso de recepción y gestión de los Residuos de Construcción y Demolición en el BOTADERO DE TIERRA EL PARQUE S.A..		
Datos del entrevistado		
Nombre completo:		
Tiempo que lleva laborando en la botadero:	Profesión:	Cargo:
Último Nivel de Escolaridad:	Número de contacto:	
Guion de preguntas		
<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿De dónde provienen los residuos que reciben? 2. ¿Qué tipo de residuos reciben y que especificaciones se requieren para la recepción? 3. ¿Cómo se realiza la recolección y transporte de los RCD? 4. ¿La empresa clasifica y separa en la planta los RCD o los recibe separados? 5. ¿Cómo está organizado el espacio físico de la escombrera? 6. ¿Cuál es el esquema general de operación que se desarrolla en la planta? 7. ¿Cómo se realizan los procesos específicos con los RCD al interior de la planta? 8. ¿Cómo se almacenan los RCD al interior de la planta? 9. ¿Cómo se clasifican los RCD en la planta? 10. ¿Qué destino tienen los RCD que reciben en la planta? 11. ¿Qué hacen con el material pétreo y concreto recibido? 12. Si el material pétreo tiene tratamiento previo ¿Con qué especificaciones se entrega? 13. ¿Qué normatividad aplican para la recogida, transporte, recepción, clasificación, manejo y destino final de RCD? 14. ¿Qué afectación ambiental se acarrea en la operación de los RCD al interior de la planta? 15. ¿Qué medidas de mitigación a la afectación ambiental realiza la empresa? 16. ¿Qué afectación directa o indirecta a la comunidad de influencia se acarrea por la operación de la planta? 17. ¿Qué medidas de mitigación a la afectación a la comunidad realiza la empresa? 		

Anexo H Formato Entrevista No.2 EL PARQUE S.A

Entrevista		
Entrevistadora:		
Fecha:	Hora:	Lugar:
Objetivo de la entrevista: Recopilar información sobre proceso de recepción y gestión de los Residuos de Construcción y Demolición en el BOTADERO DE TIERRA EL PARQUE S.A.		
Datos del entrevistado		
Nombre completo:		
Tiempo que lleva laborando en la planta:	Profesión:	Cargo:
Último Nivel de Escolaridad:	Número de contacto:	
Guion de preguntas		
<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿La empresa se encarga de la recolección de los RCD in situ? 2. ¿Cuál es el costo promedio del transporte del m³ de RCD desde el origen hasta la planta? 3. ¿Qué maquinaria y que costos de funcionamiento acarrea el transporte de RCD desde el origen? 4. ¿Qué personal se requiere y que costos implica en el transporte de RCD de su origen? 5. ¿La empresa recibe los RCD separados según normatividad vigente? 6. ¿Qué tratamiento realizan en planta al material pétreo y concreto reciclado? 7. ¿Cuál es el costo de operación en planta del m³ de material pétreo y concreto? 8. ¿Venden el material pétreo y concreto reciclado? 9. Si venden este material sin ningún tratamiento previo ¿Cuál el precio del m³? Y ¿Qué aspectos incluyen en el costo? 10. Si venden este material con tratamiento previo ¿Qué tratamiento se realiza? 11. ¿Con qué especificaciones lo entregan? 12. ¿Cuál el precio del m³ de acuerdo a las especificaciones entregadas? Y ¿Qué aspectos incluyen en el costo? 13. ¿Qué observaciones económicas y financieras ofrecería respecto a la recolección y operación de RCD con potencial uso para elaboración de concreto? 		

Anexo I Guía de observación Planta PREVESA S.A.S

Fecha:

Hora:

Observador:

Registro: Video grabación – Toma de notas.

Aspectos a observar y a registrar en la visita

1. Caracterización de las instalaciones
 - 1.1 Estructura de la planta
 - 1.2 Equipos
 - 1.3 Materiales
2. Recepción y almacenamiento de materiales
 - 2.1 Transporte e ingreso de materiales
 - 2.2 Clasificación de materiales
 - 2.3 Almacenamiento
3. Producción del concreto
 - 3.1 Propiedades físicas de los agregados
 - 3.2 Diseño de las mezclas
 - 3.3 Etapas del mezclado
 - 3.4 Ensayos o pruebas de concreto
4. Proceso de salida del concreto premezclado
 - 4.1 Control de calidad
 - 4.2 Cargado
 - 4.3 Pesaje

Anexo J Guía de observación Planta EL PARQUE S.A

Fecha:

Hora:

Observador:

Registro: Video grabación – Toma de notas.

Aspectos a observar y a registrar en la visita

1. Caracterización de las instalaciones
 - 1.1 Estructura de la planta
 - 1.2 Equipos
 - 1.3 Materiales
2. Recepción y almacenamiento de los RCD
 - 2.1 Transporte e ingreso a la planta
 - 2.2 Clasificación de materiales
 - 2.3 Almacenamiento
3. Operación al interior de la planta
 - 3.1 Tratamiento al material pétreo recibido
 - 3.2 Almacenamiento del material pétreo tratado
4. Proceso de salida del material pétreo (tratado o sin tratar)
 - 4.1 Control de calidad
 - 4.2 Cargado
 - 4.3 Pesaje

Entrevista		
Entrevistadora: Paola Andrea Bohórquez Pérez		
Fecha: 23 de agosto	Hora: 8:00 am	Lugar: Sede administrativa La Escombrera
Objetivo de la entrevista: Recopilar información sobre proceso de recepción y gestión de los Residuos de Construcción y Demolición en la escombrera EL PARQUE S.A.		
Datos del entrevistado		
Nombre completo: Gustavo Adolfo Mantilla Oviedo		
Tiempo que lleva laborando en la escombrera: 9 años	Profesión: Ingeniero Civil	Cargo: Gerente
Último Nivel de Escolaridad: Magister	Número de contacto: 3158246861	
<p>Entrevistadora: ¿De dónde provienen los residuos que reciben?</p> <p>Entrevistado: El parque presta servicio a toda el área metropolitana Bucaramanga, esos residuos vienen de Piedecuesta, vienen de Florida, de Bucaramanga de Girón, también recibimos de Lebrija y de Rionegro; eventualmente nos llegan de otros municipios como Barranca o nos pueden llegar hasta de Sabana de Torres, así sea un viaje por cuestión de legalización de residuos, ya que ellos no tienen una escombreras autorizadas y como por norma si es un contrato estatal deben tener un certificado de disposición final de residuos en lugares autorizados, entonces los traen hasta Bucaramanga.</p> <p>Entrevistadora: ¿Qué tipo de residuos reciben y que especificaciones se requieren para la recepción? ¿Es decir ustedes solicitan algo especial para recibirlos?</p> <p>Entrevistado: Nosotros recibimos lo de norma, material de construcción, movimiento de tierra, material de demolición que viene parte de concreto y ladrillo, cielorrasos, drywall, tubería de pvc, vidrio, materiales como aluminio, hierro y poda; nosotros por norma podríamos recibir residuos de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, pero no recibimos porque el propósito del botadero es rellenar un hueco y estabilizar el terreno, y los lodos no ayudan. No hay requisitos en la recepción de estos residuos ya que teniendo en cuenta que el propósito es rellenar un hueco, no es necesario separarlos.</p> <p>Entrevistadora: ¿Cómo se realiza la recolección y transporte de los RCD?</p> <p>Entrevistado: Nosotros no prestamos ese servicio, finalmente nosotros lo que solo prestamos es el servicio de disposición final; la recolección y el transporte lo realizan empresas privadas y volqueteros que son personas independientes o contratistas de obra y ahora como hay muchas empresas con volquetas propias si hacen la obra, ejecutan y llevan el material.</p>		

Entrevistadora: ¿La empresa clasifica y separa en la planta los RCD o los recibe separados?

Entrevistado: No, ni lo uno ni lo otro todo, llega a mezclado, nosotros somos simplemente una zona que recibe y entierra. El propósito es rellenar y estabilizar lo que es la cárcava que teníamos disponible en un espacio, entonces no necesitamos que nos entreguen separados. Por norma deberían separar los generadores de los residuos, pero eso no se está haciendo y nadie controla que lo generadores lo hagan, entonces nadie aplica la normativa.

Entrevistadora: ¿Cómo está organizado el espacio físico de la escombrera?

Entrevistado: nosotros tenemos un diseño inicial que es por terrazas, se le han hecho algunas modificaciones y se han aprovechado áreas que antes no se habían contemplado, se han disminuido unas bermas, pero se sigue un diseño inicial por terrazas.

Entrevistadora: ¿Cuál es el esquema general de operación que se desarrolla en la planta?

Entrevistado: Se cuenta con una parte administrativa que se encuentra en cabecera donde está el gerente, profesionales y tecnólogos que ayudan en la parte contable, tramites, ventas, etc; y la parte operativa que se encuentra km 4 vía Girón antigua ladrillera de Bucaramanga, Santander donde hay una garita con una persona encargada de recibir las volquetas con los RCD y otra persona encarga de guiar a las volquetas para que dejen los RCD en los lugares correctos.

Entrevistadora: ¿Cómo se realizan los procesos específicos con los RCD al interior de la planta?

Entrevistado:

En el momento tenemos una garita en la entrada de la escombrera donde se revisa el material que traen las volquetas, eventualmente se detienen cuando se ve que no llevan material del que deben llevar como lodos o basura, eso no se dejan entrar, se devuelven de una vez, si el material si es el correcto pasa a una vía interna, lo llevan hacia la zona de disposición, en la zona de disposición tenemos otra persona que es la que le va indicando en donde deben descargar, dependiendo de cómo estamos haciendo el llenado. En esa misma zona también tenemos un equipo pesado que es un bulldozer que es el que extiende el material y hace la compactación, no tenemos equipo compactador, no es necesario, eventualmente tenemos el carro tanque de riego para cuando son las épocas de verano entonces para que no se levante tanto material particulado. Les hacemos ese control, pero por ejemplo en esta época de lluvia no es necesario. Para el pago en la garita hay dos opciones, por medio de un recibo que previamente la empresa constructora ha comprado una tiquetera y sale un poco más económico o si son volqueteros independiente entonces ellos pagan en efectivo en la garita y se les da recibo sellado y se llena planilla con placas del vehículo, de dónde viene el material, qué tipo de material depositaron, que se hace para nosotros llevar un control que tenemos que entregar después en la CDMB; con esas planillas hacemos control de dinero y control de residuos; después se procesan las planillas en la oficina y se hacen lo que son los informes que ahora son

prácticamente mes a mes se debe armar un informe y se va graficando que material va llegando porque eso se tiene que llenar una plataforma a nivel nacional.

Entrevistadora: ¿Cómo se almacenan los RCD al interior de la planta?

Entrevistado: Se ubican inmediatamente en el lugar donde se dará la disposición final; se van distribuyendo por terrazas donde el Bulldozer los esperecen y compacta.

Entrevistadora: ¿Cómo se clasifican los RCD en la planta?

Entrevistado: Los RCD no se clasifican en planta ya que el propósito del botadero es rellenar y estabilizar una cárcava que estaba desestabilizando el suelo de un barrio que estaba cerca; y para realizar esto no es necesario clasificar los residuos.

Entrevistadora: ¿Qué destino tienen los RCD que reciben en la planta?

Entrevistado: Todos van para el relleno de la cárcava

Entrevistadora: ¿Qué hacen con el material pétreo y concreto recibido?

Entrevistado: Hasta el momento no se hace nada, todo el material se recibe igual y se dispone en las terrazas para compactarlo.

Entrevistadora: Si el material pétreo tiene tratamiento previo ¿Con qué especificaciones se entrega?

Entrevistado: No aplica

Entrevistadora: ¿Qué normatividad aplican para la recogida, transporte, recepción, clasificación, manejo y destino final de RCD?

Entrevistado: La resolución 541 del 94 era la norma antigua, después se modificó por la 472 del 2017 y ahora está la 1257 del 2021 es como todo lo que se debe cumplir y es más que todo del tema de registros ya que el Ministerio exige que se realicen esos procesos.

Entrevistadora: ¿Qué afectación ambiental se acarrea en la operación de los RCD al interior de la planta?

Entrevistado: La más significativa es el material particulado que se controla en temporada seca con riego de agua en las vías para no afectar la comunidad y el mismo personal que trabaja, pero el resto, no generamos olores y es la solución a la parte ambiental que estaba desestabilizando el suelo por la cárcava y nosotros la terminamos de recuperar con vegetación sembramos árboles.

Entrevistadora: ¿Qué medidas de mitigación a la afectación ambiental realiza la empresa?

Entrevistado: En temporada seca se distribuye agua en las vías para evitar que se genere material particulado que es lo único que puede afectar ambientalmente a la comunidad.

Entrevistadora: ¿Qué afectación directa o indirecta a la comunidad de influencia se acarrea por la operación de la planta?

Entrevistado: La escombrera se crea para dar solución a un problema ambiental que era suelos inestables por una cárcava que se encontraba cerca a una zona poblada y podremos afectar indirectamente por el material particulado que se genera del paso por vías destapadas de vehículos pesados, pero se tiene controlado, regando agua por las vías.

Entrevistadora: **¿Qué medidas de mitigación a la afectación a la comunidad realiza la empresa?**

Entrevistado: En temporada seca se realiza riego de agua por las vías internas de la plata y disminuir el material particulado que se genera por el paso de vehículo pesado.

Entrevista		
Entrevistadora: Paola Andrea Bohórquez Pérez		
Fecha: Agosto 23	Hora: 9:00 am	Lugar: Sede Administrativa
Objetivo de la entrevista: Recopilar información sobre proceso de recepción y gestión de los Residuos de Construcción y Demolición en el BOTADERO DE TIERRA EL PARQUE S.A.		
Datos del entrevistado		
Nombre completo: Jennifer Tatiana Medina Rodríguez		
Tiempo que lleva laborando en la planta: 6 años	Profesión: Tecnóloga en Gestión de Mercados	Cargo: Auxiliar administrativo
Último Nivel de Escolaridad: Tecnóloga	Número de contacto: 3183004982	
Guion de preguntas		
<p>Entrevistadora: ¿La empresa se encarga de la recolección de los RCD in situ? Entrevistado: No, solo se encarga de recibir los RCD para la disposición final de los mismos.</p> <p>Entrevistadora: ¿Cuál es el costo promedio del transporte del m³ de RCD desde el origen hasta la planta? Entrevistado: Nosotros no manejamos el tema del transporte.</p> <p>Entrevistadora: ¿Sabe qué maquinaria y que costos de funcionamiento acarrea el transporte de RCD desde el origen? Entrevistado: No</p> <p>Entrevistadora: ¿Tiene conocimiento del personal que se requiere y que costos implica en el transporte de RCD de su origen? Entrevistado: No</p> <p>Entrevistadora: ¿La empresa recibe los RCD separados según normatividad vigente? Entrevistado: No es necesario que los residuos estén separados porque se están ubicando todos en unas terrazas que se hicieron para llenar una cárcava. Sin embargo, en la planta se permite el ingreso de algunos recicladores independientes que realizan una clasificación de algunos residuos y se los llevan para venderlos; pero la escombrera no les pide nada a cambio, solo se les dan algunos requisitos para que realicen esa actividad como por ejemplo que al final de cada día, no deben dejar nada de lo que recogieron allá.</p> <p>Entrevistadora: ¿Qué tratamiento realizan en planta al material pétreo y concreto reciclado? Entrevistado: Ninguno.</p> <p>Entrevistadora: ¿Sabe cuál es el costo de operación en una planta del m³ de material pétreo y concreto?</p>		

Entrevistado: No

Entrevistadora: ¿Venden el material pétreo y concreto reciclado?

Entrevistado: No se separa por lo tanto no se vende, todo va para el relleno de la cárcava, y lo que se llevan los recicladores

Entrevistadora: ¿Sabe cuál es el costo del m³ de material pétreo sin ningún tratamiento previo? Y ¿Qué aspectos incluyen en el costo?

Entrevistado: No.

Entrevistadora: ¿Qué observaciones económicas y financieras ofrecería respecto a la recolección y operación de RCD con potencial uso para elaboración de concreto?

Entrevistado: No me parece viable, para esta empresa porque eso conlleva procesos adicionales que no son económicamente sostenibles con lo que se tiene contemplado. De hecho hasta para nosotros es difícil como estamos porque no se reciben a veces suficientes residuos que paguen los gastos de la empresa y los generadores de RCD deben ser los que clasifiquen.

Anexo M Costos disposición de RCD en la Escombrera El Parque S.A



Bucaramanga, 01 de agosto de 2022

Señores
A QUIEN INTERESE
Ciudad

Asunto: Costos disposición de RCD

Nos permitimos presentar respuesta a su solicitud de cotización del servicio de disposición final de RCD.

Método de pago No. 1

En el sitio de disposición el valor a cancelar (efectivo) por el servicio de disposición de tierra, escombros (totalmente limpio) y material vegetal es así:

CANTIDAD (RECIBOS)	m ³	V/R UNITARIO (\$)
1	4	\$25.000

1	5	\$27.000
1	6	\$32.000
1	7	\$37.000
1	8	\$42.000
1	9	\$47.000
1	10	\$52.000
1	11	\$57.000
1	12	\$62.000
1	13	\$67.000
1	14	\$72.000
1	15	\$77.000
1	16	\$82.000

CRA 37 N° 52-43 EDIFICIO VIP OFC 402 TELÉFONO: 6570528

botaderoelparque@hotmail.com / BUCARAMANGA - SANTANDER



BOTADERO DE TIERRA EL PARQUE S.A.

NIT: 900.111.586-5

Método de pago N° 2

Es la venta de Valera en la oficina administrativa del Botadero de Tierra el Parque, según consignación o transferencia que debe realizarse con el descuento de retención en la fuente pertinente (Somos autorretenedores de ICA en Bucaramanga), en el Banco Bogotá Cuenta Corriente N° 600000616 o Banco Davivienda Cuenta Corriente N° 047069991215, a nombre de Botadero de Tierra el Parque S.A., Realizada la consignación deben llevarla en físico y original a la oficina ubicada en la Cra 37 N° 52-43 EDIFICIO VIP OFC 402 y de esta manera reclamar los vales, si el pago es por

transferencia enviar soporte de pago al correo botaderoelparque@hotmail.com . Por este método el valor del metro cubico (m³) es de cinco mil pesos (\$5.000) y por cada doce vales comprados (del mismo metraje) reciben uno de obsequio.

CANTIDAD (RECIBOS)	(m ³)	V/R UNITARIO (\$)
1	5	\$25.000
1	6	\$30.000
1	7	\$35.000
1	8	\$40.000
1	9	\$45.000
1	10	\$50.000
1	11	\$55.000
1	12	\$60.000
1	13	\$65.000
1	14	\$70.000
1	15	\$75.000
1	16	\$80.000
1	17	\$85.000

Cualquier inquietud e información adicional requerida, comunicarse a nuestras líneas telefónicas.

Atentamente,

JENNIFER MEDINA

Auxiliar Administrativa

Botadero de Tierra el Parque S.A.

Nit. 900.111.586-5

Teléfono 6570528

CRA 37 N° 52-43 EDIFICIO VIP OFC 402 TELÉFONO: 6570528
 botaderoelparque@hotmail.com / BUCARAMANGA - SANTANDER

GUIA DE OBSERVACIÓN ESCOMBRERA EL PARQUE S.A.

Fecha: Agosto 25 de 2022

Hora: 8:00 a.m.

Observador: Paola Andrea Bohórquez P.

Registro: Video grabación – Toma de notas.

Aspectos a observar y a registrar en la visita

1. Caracterización de las instalaciones

1.1 Estructura de la planta

Cuentan con un área administrativa, ubicada en Carrera. 37 #52-43 Bucaramanga, donde se planifica, gestiona, organiza, atiende y realizan actividades administrativas, fundamentales para toda empresa. La planta de tratamiento o Escombrera está ubicada km 4 vía Girón antigua ladrillera de Bucaramanga. Con el fin de mantener el acceso restringido para clientes se cuenta con un portón en la vía de acceso vehicular al sitio de disposición final, el cual se mantiene abierto durante el horario de operación del botadero de lunes a viernes 7:00 am a 4:00 pm y sábado 7:00 am a 1:00 pm. Cuenta con un servicio de vigilancia permanente contratado por la empresa.

El BOTADERO DE TIERRA EL PARQUE cuenta con un cerramiento que garantiza el aislamiento y minimiza el impacto visual del sitio de disposición final, esto atendiendo al artículo 3, literal 6 que establece garantizar un cerramiento perimetral para aislar y mantener la seguridad del predio en su totalidad. Se cuenta cerca del portón en la vía de acceso vehicular con una señal “PROHIBIDO EL INGRESO A PERSONAL NO AUTORIZADO”, para mantener controlado el acceso de personal al predio.

En la planta se da prioridad al ingreso de vehículos tipo volqueta, para facilitar la labor de inspección por parte del servicio de vigilancia, está restringido el ingreso de acompañantes en los vehículos, y se revisa la carga de los vehículos que ingresan al botadero por parte del servicio de vigilancia.

Para controlar la dispersión de polvo, la escombrera solicita mantener los vehículos carpados hasta la zona de descarga. Así mismo, se informa a los conductores por medio de una valla informativa en la garita, acerca de mantener el vehículo carpado hasta la zona de descarga. Adicional a ello, esta información se refuerza con las indicaciones del personal de forma verbal al momento de realizar el registro de las cantidades.

La escombrera El Parque, realiza mantenimiento a las estructuras de concreto, canales de evacuación de aguas y sacos filtrantes que permiten la evacuación de aguas con una periodicidad que varía según las condiciones climáticas, esto con el fin de garantizar la estabilidad de las obras en el botadero y mantener un control en la erosión.

Con el fin de mantener en buenas condiciones las vías internas, la escombrera estableció el ingreso y circulación gradual de vehículos con el fin de minimizar la dispersión de polvo y la erosión en las vías internas de la escombrera El Parque. Vale la pena anotar, que esta actividad se hace de forma coordinada entre el vigilante que se encuentra cerca del portón central, el personal ubicado en la garita y el jefe de patios.

El personal ubicado en la garita registra a la salida del botadero la cantidad dispuesta por cada vehículo, esto permite mantener un control en las cantidades de material que ingresan al sitio de disposición final. Cada conductor recibe un manifiesto que indica la cantidad depositada, el nombre del generador, la placa del vehículo y la fecha.

Mensualmente y con el apoyo de un topógrafo contratado por la entidad, se elabora un perfil longitudinal con el fin de controlar el nivel del relleno y organizar la conformación de las terrazas. Esta información permite mantener la trazabilidad en la conformación de las terrazas y realizar seguimiento permanente.

1.2 Equipos

Área administrativa: Tres equipos de cómputo, dos impresoras, un escáner.

Planta: Un contenedor, un bulldozer.

1.3 Materiales

Área administrativa: materiales de uso diario de oficina, como papel, tinta, insumos de cafetería, productos de limpieza.

Planta: materiales necesarios para el aseo y mantenimiento del lugar como costales, palas y productos de limpieza.

2. Recepción y almacenamiento de los RCD

2.1 Transporte e ingreso a la planta

El transporte se realiza en volquetas de 5 m³, deben detenerse en la garita de la entrada, donde se observa el contenido de la volqueta si es apto o no para depositar en las terrazas de la escombrera; luego deben entregar recibo de acuerdo al sistema prepagado o se paga el servicio de recibir los RCD y se entrega factura.

2.2 Clasificación de materiales

Teniendo en cuenta que el objetivo de la escombrera era rellenar un hueco y estabilizar el suelo, no se realiza clasificación del material que llegan, solo se verifica que no sean lodos, inservibles, muebles, basura; sin embargo, hay algunos recicladores independientes que ingresan y sacan algunos materiales que pueden vender después.

2.3 Almacenamiento

Los RCD se van depositando en las terrazas previamente diseñadas para cumplir con el objetivo que es rellenar el hueco y estabilizar el suelo. Entonces no se realiza un almacenamiento como tal, sino que los RCD se ubican en su disposición final inmediatamente.

3. Operación al interior de la planta

3.1 Tratamiento al material pétreo recibido

No se realiza una separación de residuos.

3.2 Almacenamiento del material pétreo tratado

No aplica

4. Proceso de salida del material pétreo (tratado o sin tratar) No aplica

4.1 Control de calidad

4.2 Cargado

4.3 Pesaje

Anexo O Memorando de la entrevista No.1 PREVESA

Entrevista		
Entrevistadora: : Paola Andrea Bohórquez Pérez		
Fecha: Septiembre 6 de 2022	Hora: 8:00 am	Lugar: Planta de producción PREVESA S.A.S
Objetivo de la entrevista: Recopilar información sobre el proceso de producción de concreto en PREVESA SAS .		
Datos del entrevistado		
Nombre completo: Juan Pablo León Lozano		
Tiempo que lleva laborando en la planta: 2 años	Profesión: Ingeniero Civil	Cargo: Director de Calidad e Innovación
Último Nivel de Escolaridad: Especialista	Número de contacto: 3233202780	
Guión de preguntas		
<p>Entrevistadora: ¿Cuáles son las materias primas utilizadas en la producción de concreto?</p> <p>Entrevistado: Se habla que el concreto es una mezcla de cemento, agua, agregados grueso y fino, aditivos y se puede usar adiciones como ceniza; nosotros actualmente no usamos, pero se pueden usar.</p> <p>Entrevistadora: ¿Qué tipo de cemento se utiliza?, cuáles son las características que debe tener y ¿qué normas debe cumplir?</p> <p>Entrevistado: Generalmente se usa cemento tipo ART que significa cemento de alta resistencia temprana según la clasificación de la NTC 121 y las condiciones que debe cumplir cada cemento; nosotros usamos cemento ART de marca HOLCIM, es el único de cemento que tenemos. Se escoge este cemento por pruebas que se han hecho y por temas de negociación comerciales y el hecho de tener el mismo proveedor es que seamos muy regulares y HOLCIM cumple con las especificaciones de la norma.</p> <p>Entrevistadora: ¿Qué clase de agregados se utiliza?, cuáles son las características que deben tener y ¿qué normas deben cumplir?</p> <p>Entrevistado: Se usan 2 tipos de agregados, los agregados gruesos que llamamos gravas y los agregados finos que llamamos arenas; los dos agregados son provenientes de procesos de trituración de material de crudo de río, el agregado de PREVESA es del río Chicamocha ubicado en Pescadero y cumplen una norma que es la NTC 174 de producción de concretos y ahí especifican unos ensayos.</p> <p>Entrevistadora: ¿Qué tipo aditivos se utiliza? ¿qué función cumplen en la elaboración y utilización del concreto?</p> <p>Entrevistado: Nosotros clasificamos los concretos según las características que les queremos dar a cada uno de ellos; hay concretos de línea que son los convencionales y llevan 2 aditivos plastificante y super plastificante y como su</p>		

nombre lo dice se encarga de plastificar la mezcla de darle consistencia para que la mezcla se pueda mover y sea fluida; otro objetivo de los aditivos es reducir agua y que me dé la oportunidad de optimizar las mezclas, optimizar cemento y no alterar las características de la mezcla. También se usan aditivos acelerantes que son cuando requieres un concreto que necesite una resistencia temprana; y otro aditivo son los inclusores de aire que son para concretos de baja permeabilidad como piscinas o tanques que necesitas que no vayan a haber fugas.

Entrevistadora: ¿Qué tipo de agua se utiliza?, cuáles son las características que debe tener y ¿qué normas debe cumplir?

Entrevistado: El agua que se usa no debe ser potable, es más, el agua potable no se considera optima porque tiene cloro y el cloro tiene reacción que no es compatible con el cemento y la norma es la NTC 3459 que habla del agua adecuada para elaborar concreto. Actualmente recirculamos el agua y se debe tener en cuenta la alcalinidad.

Entrevistadora: ¿Cuáles son las etapas de la producción de concreto?

Entrevistado: Las etapas empiezan desde las materias primas, dosificación que se hace una filtración por peso de manera automatizada y garantizar que se cumple con el diseño de la mezcla.

Entrevistadora: ¿Qué variables se tienen en cuenta para la elaboración de la mezcla?

Entrevistado: Se debe garantizar la resistencia y la manejabilidad que se hace con una propiedad del concreto que es la relación agua cemento, eso determina que resistencia va a tener y que manejabilidad.

Entrevistadora: ¿Qué proporciones de materias primas se usan en la elaboración de la mezcla?

Entrevistado: Para 1 m³ de un concreto convencional de 3.000 a 4.000 psi se necesita 290 hasta 320 kg de cemento y 150 y 160 lt de agua; los agregados se manejan 1.000 kg de grava y 1.000 kg de arena; y los aditivos siempre van en función del cemento, se colocan en proporción a la cantidad de cemento que llevan; van del 0.5 al 1 % del peso del cemento.

Entrevistadora: ¿Cómo se realiza la mezcla?

Entrevistado: Hay plantas premezcladoras que se dosifican las materias primas a un tanque y se mezclan y luego pasan a la mixer; y otras plantas que son dosificadoras que se encargan de llevar todo a la mixer y ahí se mezcla.

Entrevistadora: ¿Qué tipo de pruebas de control se hacen? ¿Cómo se hacen? ¿Qué normas deben cumplir?

Entrevistado: Hay 2 pruebas básicas, una es la prueba de asentamiento que es la norma NTC 396 que nos dice la trabajabilidad del concreto que tanto lo puedo mover; y la prueba de resistencia a compresión según la NTC 150 que verifica la resistencia del concreto según unos moldes. Existen muchas pruebas más pero estas son las dos básicas.

Entrevistadora: ¿Qué tipos de concreto fabrican? ¿Qué características tienen? ¿Qué normas deben cumplir?

Entrevistado: No está normalizado los tipos de concreto, pero si hay algunos parámetros en el mercado según la industria de la construcción; PREVESA maneja unos convencionales, pero hay unos concretos especiales de acuerdo a lo que necesite el cliente (o según la función del concreto) como son los concretos acelerados que la resistencia se cumpla en menos tiempo. Hay como 200 variaciones.

Entrevistadora: ¿Cuál es el costo del metro cúbico de concreto? ¿Cemento? ¿Agregados? ¿Agua? ¿Aditivos? ¿Mano de obra?

Entrevistado: Te puedo dar un estimado, porque depende de los procesos, del lugar, del transporte, calidad y otros factores; más o menos de materia prima para concretos convencionales de 3.000 psi es de \$180.000 el m³. Hay otros costos que se generan por la producción, proceso de calidad, transporte que se debe llevar al cliente, en total el m³ más o menos sale por \$300.000.

Entrevistadora: ¿Cómo se manejan los residuos resultantes de la producción de concreto?

Entrevistado: Es un desecho que no se utiliza, se establece una zona para almacenarlo y luego se lleva a disposición final. Ahí se almacenan los cilindros de las pruebas de resistencia, concreto sobrante, lavado de carros y procesos de producción. El agua si se recicla para el lavado de las mixer.

Anexo P Memorando de la entrevista No.2 PREVESA

Entrevista		
Entrevistadora: Paola Andrea Bohórquez Pérez		
Fecha: Septiembre 6 de 2022	Hora: 2:00 pm	Lugar: Sede Administrativa Planta de producción PREVESA S.A.S
Objetivo de la entrevista: Recopilar información sobre el proceso de producción de concreto en PREVESA SAS .		
Datos del entrevistado		
Nombre completo: Katherine Serrano Corredor		
Tiempo que lleva laborando en la planta: 7 años	Profesión: Ingeniera Financiera	Cargo: Directora Financiera
Último Nivel de Especialización	Escolaridad:	Número de contacto: 3123843858
Guion de preguntas		
<p>Entrevistadora: ¿De dónde se obtienen los agregados empleados para la producción de concreto en la planta? ¿Qué tipos de agregados usan?</p> <p>Entrevistado: El agregado se obtiene del río, se realiza la explotación del material, luego pasa a trituración para convertirlo en el agregado del tamaño que se necesita. Hay agregado de $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{8}$ pulgadas y arena fina, esos son los más utilizados.</p> <p>Entrevistadora: ¿Qué tipo de agregado es el más costoso?</p> <p>Entrevistado: El más costoso es el agregado de $\frac{1}{2}$ que es el que requiere más trituración.</p> <p>Entrevistadora: ¿Cuál de los agregados es el que más se compra?</p> <p>Entrevistado: El agregado que más compra es el de $\frac{3}{4}$ que es el que se usa para el concreto.</p> <p>Entrevistadora: ¿Cuál es el costo del m³ de agregados finos? ¿Que incluye en el costo?</p> <p>Entrevistado: El costo del agregado fino en septiembre 2022 es de \$20.380 pesos m³ y comprende el proceso de explotación, alimentación, trituración y el proceso de venta.</p> <p>Entrevistadora: ¿Cuál es el costo del transporte a la planta de agregados finos?</p> <p>Entrevistado: Es de \$18.000 tonelada.</p> <p>Entrevistadora: ¿Qué tipos de concretos se venden en la planta y a qué precio?</p>		

Entrevistado: Se venden tipo de concreto de 3.000 psi en \$300.000 + IVA; concreto de 4.000 psi en \$320.000 + IVA; y el de 5.000 psi en \$330.000 + IVA.

Entrevistadora: ¿Qué tipo de concreto es el que **más se vende**?

Entrevistado: El que más se vende es el de 4.000 psi.

Entrevistadora: **Teniendo en cuenta el tipo de concreto q más se vende ¿Cuál es el costo de agregados finos para la mezcla de 1 m³ de concreto?**

Entrevistado: Para esa mezcla de concreto de 4.000 psi, el agregado de $\frac{3}{4}$ en \$ 29.333 y arena es \$20.380

Entrevistadora: **Colombia debe disminuir un 51% los Gases Efecto Invernadero. ¿Cómo puede PREVESA ayudar a disminuir estos GEI?**

Entrevistado: PREVESA puede ayudar en este tema reutilizando las materias primas; actualmente se está reutilizando el agua.

Entrevistadora: ¿Algún cliente le ha solicitado algún tipo de concreto sostenible?

Entrevistado: No

Entrevistadora: ¿Considera viable que PREVESA pueda incluir en sus productos un concreto sostenible? ¿Por qué?

Entrevistado: Si lo considero viable porque esto es parte del mercado y basándonos en el propósito de disminuir el 51 % de las emisiones de GEI y las empresas ya requieren generar esa conciencia.

Anexo P Memorando de la entrevista No.2 PREVESA

Anexo Q Protocolo de observación cualitativa PREVESA

ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE CONCRETO A PARTIR DE AGREGADOS RECICLADOS, PROVENIENTES DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN PREVESA S.A.S – GIRÓN, SANTANDER

GUIA DE OBSERVACIÓN PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CONCRETO PREVESA SAS

Fecha: septiembre 7 de 2022

Hora: 8:00 a.m.

Observador:

Registro: Video grabación – Toma de notas.

Aspectos a observar y a registrar en la visita

1. Caracterización de las instalaciones

1.1 Estructura de la planta

La planta de PREVESA, se encuentra en el área metropolitana de Bucaramanga, sobre el anillo vial que comunica Floridablanca con Girón, y puesto que es una zona de alto tráfico vehicular, el acceso a ella está restringido para clientes y personal que labora en la entidad, por con una barrera mecánica controlada por un vigilante de la planta. Cuenta con un área de 17.000 m² para el área de producción y 2.000 m² para el área administrativa.

El procedimiento producción de concreto se inicia a partir de la fabricación del concreto hasta la entrega del producto al cliente y regreso de la mixer a la planta. El operador debe realizar el mantenimiento de rutina a la maquinaria antes de iniciar su labor, siguiendo las indicaciones del Coordinador de Mantenimiento y generando los registros establecidos para esta actividad. En la ejecución de las actividades laborales, el personal utiliza los elementos de protección personal y da cumplimiento a las políticas y demás directrices en Seguridad, Salud y Medio Ambiente. Toda novedad que pueda afectar el desempeño de la maquinaria y equipos, debe ser reportada oportunamente al Proceso de Operaciones, siguiendo lo establecido en los procedimientos de mantenimiento correspondientes.

La fabricación del producto es realizada por el Despachador a través de la operación de la planta de concretos, teniendo en cuenta las instrucciones del manual de operación de la planta. En este equipo la materia prima es dosificada y/o mezclada de manera automática a través de la operación del computador de despachos, previamente programado con los diseños de la mezcla del producto específico, de acuerdo a lo registrado en un formato, elaborado por el Director de Calidad e Innovación. Durante el proceso de fabricación, el Despachador debe tener en cuenta la información suministrada por el Laboratorista con respecto a los resultados de los ensayos efectuados a la materia prima, para que realice los ajustes que sean necesarios a la mezcla, siguiendo lo establecido en el procedimiento diseño de mezclas. El control de calidad de la mezcla de concreto, es realizado de acuerdo a lo establecido en el procedimiento control de calidad.

La carga del producto y el despacho de la mixer se inicia con la asignación de vehículos para las diferentes obras, es realizada por el Despachador de acuerdo a la programación establecida. La colocación de concreto en la mixer, se realiza teniendo en cuenta su capacidad y la cantidad requerida por el cliente. En el momento de la carga se debe tener en cuenta la limpieza del trompo. El Despachador es el responsable de autorizar la salida de los vehículos una vez cargados. Como control a la cantidad despachada, mínimo dos veces a la semana, un vehículo deberá pasar a báscula para ser pesado antes y después de la carga y así verificar la conformidad del despacho; el resultado es registrado por el Despachador en el formato Control de Rendimiento Volumétrico por Báscula e informando al Técnico de Laboratorio, quien confirmará con la prueba de rendimiento volumétrico, si es necesario realizar el mantenimiento de la máquina, el cual debe ser solicitado por el Despachador al Coordinador de Mantenimiento.

Para el transporte del producto, antes de salir de la planta el conductor instala un sello de seguridad al vehículo, en un sitio que garantice el control de la cantidad despachada. Este sello será revisado posteriormente por el cliente al recibir el producto. Para mantener la óptima calidad del concreto, el conductor debe considerar que el tiempo máximo de permanencia del producto en la mixer es de 2,5 horas; si al concreto se le ha adicionado un retardante podrá durar máximo 3,5 horas. Si durante el transporte se estima que no se podrá llegar a la obra durante este tiempo o en la hora acordada con el cliente, el conductor debe avisar oportunamente al programador o al despachador en su ausencia, para que se tomen los correctivos pertinentes.

1.2 Equipos

Se cuenta con equipos de cómputo, medidores, grúas, cargadores, plantas, mezcladores, trituradoras, volquetas, camiones mixer y bombas para la colocación de concreto. Con una planta dosificadora "ALTRON AD100" capaz de producir hasta

100m³ de concreto por hora equivalentes a 800m³/día, cuenta con sus respectivos depósitos de materia prima, 3 silos para cemento de 40,70 y 120 toneladas respectivamente, más uno para ceniza volante con capacidad de 50 toneladas; y otra planta pre-mezcladora ELBA EMC38VAC MOD 20016 capaz de producir hasta 30m³/hora con lo cual podemos tener una producción diaria de 270 m³/día, igualmente cuenta con sus respectivos depósitos de cemento, 2 silos de 40 y 120 toneladas respectivamente, más un silo para ceniza volante con capacidad de 90 toneladas.

1.3 Materiales

Agregados gruesos y finos, cemento, productos químicos, material de uso diario de oficina.

2. Recepción y almacenamiento de materiales

2.1 Transporte e ingreso de materiales

Las volquetas con material ingresan a la planta donde deben registrarse y pesarse en una báscula.

2.2 Clasificación de materiales

Los materiales llegan a la planta ya clasificados y se depositan en lugares específicos para cada material pues no se deben mezclar.

2.3 Almacenamiento

Su almacenamiento se realiza en espacios destinados para cada material.

3. Producción del concreto

3.1 Propiedades físicas de los agregados

3.2 Diseño de las mezclas

Los diseños de las mezclas se realizan de acuerdo con las necesidades de cada cliente, y depende de la función que va a tener el concreto. Una vez el cliente dice que características debe tener el concreto, por medio de un software, se realiza el diseño de la mezcla donde arroja las cantidades que debe llevar de cada material.

3.3 Etapas del mezclado

Hay 2 tipos de mezclado, una que se realiza antes de ingresar al mixer y se llama premezclado, pero casi nunca se utiliza; y otra donde se depositan los materiales al mixer y esta es la encargada de realizar la mezcla.

3.4 Ensayos o pruebas de concreto

Se realizan la prueba de asentamiento para poder confirmar la trabajabilidad que el cliente desea tener a la hora de recibir el concreto en donde va a ser entregado, de acuerdo con, eso se revisa si necesita añadir extra algún material. Además, se realizan pruebas de resistencia del material donde se construyen unos cilindros que serán sometidos a las pruebas en 3, 7 y 28 días.

4. Proceso de salida del concreto premezclado

4.1 Control de calidad

Se realizan 2 pruebas, de asentamiento y de resistencia a compresión.

4.2 Cargado

En el mixer

4.3 Pesaje