



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ARQUITECTO**

TEMA:

**PROTOTIPO DE BLOQUE SIMPLE MÁS RESIDUOS
CARBONOSOS Y CAUCHO RECICLADO PARA
MAMPOSTERÍA DE VIVIENDAS**

TUTORA:

MG. ARQ. ISABEL NICOLASA MURILLO SEVILLANO

AUTORES:

SR. DANIEL ÁNGEL REYES SÁNCHEZ

SR. OSCAR ENRIQUE VILLA GUAITA

GUAYAQUIL

AÑO: 2021



REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Prototipo de bloque simple más residuos carbonosos y caucho reciclado para mampostería de viviendas

AUTOR/ES:

Sr. Daniel Ángel Reyes Sánchez.
Sr. Oscar Enrique Villa Guaita.

REVISORES O TUTORES:

Arq. Isabel Nicolasa Murillo Sevillano, Msc.

INSTITUCIÓN:

**Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil**

Grado obtenido:

Tercer nivel.

FACULTAD:

FACULTAD DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN.

CARRERA:

ARQUITECTURA

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2021

N. DE PAGS:

131

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Viviendas, mampostería, residuos, caucho

RESUMEN:

El presente proyecto es una alternativa dirigida a los elementos de construcción de obras civiles tradicionales y a la innovación en esta industria que a la par de otras siempre están a la vanguardia de este mundo globalizado, en este estudio se ha logrado comprobar que se puede utilizar materiales reutilizados que posean las mismas o similares características de maleabilidad para la fabricación de elementos como bloques para mampostería de viviendas, dándole un valor agregado significativo, optimizando así los procesos de construcción y reduciendo la utilización de recursos no renovables de nuestro entorno, a la vez que se contribuye con el desarrollo de las investigaciones científicas que se desarrollan para aplacar, solucionar y tecnificar problemáticas tales como el encarecimiento o escasez de materiales que se utilizan en este sector, y para mejorar o modernizar el bienestar colectivo. Siendo así y conforme a lo que se estableció como objetivo principal en este estudio, se indica la elaboración de bloques para mampostería no estructural a partir de los materiales previamente citados; en el proceso de producción se dio fiel cumplimiento con lo establecido en este plan técnico investigativo, en la experimentación documentada, se describen los pasos y técnicas para su producción tanto manual como mecánica, también se registran las reacciones y observaciones que se fueron descubrieron durante todo el desarrollo de la misma, dando así lugar a la elección de una muestra óptima de entre tres de ellas sobre las características de mayor importancia requeridas del elemento producido como producto final: resistencia y costo.

N. DE REGISTRO (en base de datos):

N. DE CLASIFICACIÓN:

| | | |
|---|---|--|
| DIRECCIÓN URL (tesis en la web): | | |
| ADJUNTO PDF: | SI <input checked="" type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> |
| CONTACTO CON AUTOR/ES: Sr. Daniel Ángel Reyes Sánchez. Sr. Óscar Enrique Villa Guaita. | Teléfono: 0987999409 0980469080 | E-mail: dreyess@ulvr.edu.ec ovillag@ulvr.edu.ec |
| CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN: | Nombre: Mg. Ing. Civ. Alex Bolívar Salvatierra Espinoza Cargo: Decano Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec Nombre: Mg. Dis. María Eugenia Dueñas Barberán Cargo: Directora de Arquitectura Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 209 E-mail: mduenasb@ulvr.edu.ec | |

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

Villa, Reyes y Murillo

INFORME DE ORIGINALIDAD

| | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| 7% INDICE DE SIMILITUD | 7% FUENTES DE INTERNET | 0% PUBLICACIONES | 3% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | plandeahorrodeagua.com Fuente de Internet | 2% |
| 2 | www.aporbarro.com Fuente de Internet | 1% |
| 3 | upcommons.upc.edu Fuente de Internet | 1% |
| 4 | antonia92blog.files.wordpress.com Fuente de Internet | 1% |
| 5 | flappersvestidos.blogspot.com Fuente de Internet | 1% |
| 6 | oa.upm.es Fuente de Internet | 1% |

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 1%

Excluir bibliografía

Activo

Pabel Murillo

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados SR. DANIEL ÁNGEL REYES SÁNCHEZ y SR. OSCAR ENRIQUE VILLA GUAITA declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, PROTOTIPO DE BLOQUE SIMPLE MÁS RESIDUOS CARBONOSOS Y CAUCHO RECICLADO PARA MAMPOSTERÍA DE VIVIENDAS, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autores

Firma:



SR. DANIEL ÁNGEL REYES SÁNCHEZ

C.I. 0926285065

Firma:



SR. OSCAR ENRIQUE VILLA GUAITA

C.I. 0919992339

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación PROTOTIPO DE BLOQUE SIMPLE MÁS RESIDUOS CARBONOSOS Y CAUCHO RECICLADO PARA MAMPOSTERÍA DE VIVIENDAS, designada por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción, de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: PROTOTIPO DE BLOQUE SIMPLE MÁS RESIDUOS CARBONOSOS Y CAUCHO RECICLADO PARA MAMPOSTERÍA DE VIVIENDAS, presentado por los estudiantes: SR. DANIEL ÁNGEL REYES SÁNCHEZ y SR. OSCAR ENRIQUE VILLA GUAITA, como requisito previo, para optar al Título de ARQUITECTO, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



MG. ARQ. ISABEL NICOLASA MURILLO SEVILLANO

C.C. 0904218666

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por toda su guía en esta etapa de mi carrera profesional, a mis padres por su apoyo incansable desde mis inicios, a los catedráticos de esta prestigiosa institución, que me han llenado de invaluable conocimientos, a mi tutor que ha hecho posible la culminación de este trabajo con sus consejos, y a la Universidad Laica Vicente Rocafructe. ¡A todos muchas gracias!

Atentamente:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Daniel Reyes S', with a long horizontal flourish extending to the left.

DANIEL ÁNGEL REYES SÁNCHEZ

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a mis padres, a mi familia, gracias a su ayuda esfuerzo y dedicación me permitieron concluir mis estudios, brindándome siempre su apoyo incondicional, a Dios por brindarme cada día, una nueva oportunidad de superarme, y guiarme en este camino.

Atentamente:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Daniel Reyes S', with a large, stylized flourish at the end.

DANIEL ÁNGEL REYES SÁNCHEZ

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi esposa y a mi hijo por ser los pilares fundamentales que me han impulsado a seguir adelante, apoyándome moralmente, con su amor y comprensión.

Atentamente:

A handwritten signature in blue ink, reading "Oscar Villa G". The signature is fluid and cursive, with a large initial 'O' and a stylized 'G' at the end.

SR. OSCAR ENRIQUE VILLA GUAITA

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

A mi esposa por su apoyo incondicional tanto moral como emocional.

Atentamente:

A handwritten signature in blue ink, reading "Oscar Enrique Villa Guaita". The signature is fluid and cursive, with a large initial "O" and a stylized "G" at the end.

SR. OSCAR ENRIQUE VILLA GUAITA

ÍNDICE

Pág.

| | |
|---|-------|
| REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA..... | ii |
| CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO | iv |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES..... | v |
| CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR..... | vi |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| DEDICATORIA | viii |
| AGRADECIMIENTO | ix |
| DEDICATORIA | x |
| ÍNDICE DE IMÁGENES | xv |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xviii |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xix |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO I..... | 3 |
| 1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 3 |
| 1.1. Tema..... | 3 |
| 1.2. Planteamiento del problema..... | 3 |
| 1.3. Formulación del problema..... | 4 |
| 1.4. Sistematización del problema..... | 4 |
| 1.5. Objetivo general | 4 |
| 1.6. Objetivos específicos..... | 5 |
| 1.7. Justificación del proyecto..... | 5 |
| 1.8. Delimitación o alcance de la investigación | 6 |
| 1.9. Hipótesis | 6 |

| | | |
|-------------------|--|----|
| 1.9.1. | Variable independiente..... | 6 |
| 1.9.2. | Variable dependiente..... | 7 |
| 1.10. | Línea de investigación de la institución / facultad..... | 7 |
| CAPÍTULO II | | 8 |
| 2. | MARCO TEÓRICO | 8 |
| 2.1. | Marco teórico..... | 8 |
| 2.1.1. | Reseña del caucho | 8 |
| 2.1.2. | El neumático y su historia | 12 |
| 2.1.3. | Investigaciones internacionales..... | 15 |
| 2.1.4. | Investigaciones nacionales | 16 |
| 2.1.5. | Referencias internacionales sobre reciclado de neumáticos | 17 |
| 2.1.6. | Modelos análogos nacionales sobre reciclado de neumáticos | 21 |
| 2.2. | Marco conceptual | 25 |
| 2.2.1. | Mampostería..... | 25 |
| 2.2.2. | Bloques..... | 27 |
| 2.2.3. | Caucho..... | 29 |
| 2.2.4. | Neumáticos..... | 30 |
| 2.2.5. | Carbón..... | 34 |
| 2.2.6. | Propiedades del carbón | 34 |
| 2.2.7. | Residuos del carbón | 35 |
| 2.3. | Marco legal..... | 36 |
| 2.3.1. | Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial No. 449, 20 de octubre del 2008 (Asamblea Constituyente, 2008)..... | 36 |
| 2.3.2. | Normativa ambiental ecuatoriana para el manejo de los residuos sólidos urbanos. | 36 |

| | | |
|-------------------|---|----|
| 2.3.3. | Norma Ecuatoriana de la Construcción..... | 40 |
| 2.3.4. | Instructivo para la gestión integral de neumáticos usados | 42 |
| CAPÍTULO III..... | | 45 |
| 3. | MARCO METODOLÓGICO..... | 45 |
| 3.1. | Metodología..... | 45 |
| 3.2. | Tipo de investigación. | 46 |
| 3.2.1. | Investigación de campo..... | 46 |
| 3.2.2. | Investigación experimental. | 46 |
| 3.2.3. | Investigación exploratoria..... | 46 |
| 3.2.4. | Investigación descriptiva..... | 47 |
| 3.3. | Enfoque..... | 47 |
| 3.4. | Técnicas e Instrumentos. | 48 |
| 3.4.1. | Laboratorio..... | 48 |
| 3.4.2. | Encuesta. | 48 |
| 3.5. | Población..... | 48 |
| 3.6. | Muestra..... | 49 |
| 3.7. | Análisis de resultados..... | 50 |
| 3.7.1. | Tratamiento de la información..... | 50 |
| CAPÍTULO IV..... | | 60 |
| 4. | PROPUESTA..... | 60 |
| 4.1. | Fundamentación de la propuesta. | 60 |
| 4.2. | Descripción de la propuesta..... | 61 |
| 4.3. | Requerimiento del proyecto | 63 |
| 4.4. | Materiales y equipos..... | 65 |
| 4.5. | Desarrollo del experimento | 69 |
| 4.5.1. | Elaboración de prototipo | 69 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 4.6. | Observaciones..... | 85 |
| 4.7. | Pruebas | 89 |
| 4.7.1. | Resistencia a la compresión. | 89 |
| 4.7.2. | Análisis..... | 90 |
| 4.7.1. | Prueba de absorción | 93 |
| 4.7.2. | Análisis de prueba de absorción..... | 94 |
| 4.8. | Discusión | 95 |
| 4.8.1. | Determinación de espécimen óptimo | 95 |
| 4.8.2. | Presupuesto. | 96 |
| 4.8.3. | Ventajas del producto obtenido..... | 97 |
| 4.8.4. | Desventajas del producto obtenido (bloque ecológico) | 98 |
| | CONCLUSIÓN | 99 |
| | RECOMENDACIÓN..... | 101 |
| | GLOSARIO..... | 102 |
| 5. | BIBLIOGRAFÍA | 103 |
| | ANEXOS..... | 106 |

ÍNDICE DE IMÁGENES

| | |
|--|----|
| Imagen 1. Residuos de neumáticos en Guayaquil..... | 4 |
| Imagen 2. Obtención del caucho | 8 |
| Imagen 3. Usos del caucho en pueblos indígenas mesoamericanos | 9 |
| Imagen 4. Charles Goodyear y el caucho..... | 10 |
| Imagen 5. Fábrica Continental en 1912 | 12 |
| Imagen 6. Fábrica Michelin en 1900..... | 13 |
| Imagen 7 .Escuela sostenible en Uruguay..... | 18 |
| Imagen 8.Casa en México | 19 |
| Imagen 9.Casa en Colombia | 20 |
| Imagen 10. Escuela en Loja | 22 |
| Imagen 11. Ecocaucho | 23 |
| Imagen 12.Casas emergentes en Manabí | 24 |
| Imagen 13.Mampostería..... | 25 |
| Imagen 14. Neumáticos para vehículos | 30 |
| Imagen 15.Mampostería..... | 34 |
| Imagen 16. Opinión sobre los bloques en sus diseños | 49 |
| Imagen 17. Opinión sobre los bloques en sus diseños | 50 |
| Imagen 18. Opinión sobre la versatilidad en bloques | 51 |
| Imagen 19. Conocimiento de nuevos agregados para bloques | 52 |
| Imagen 20. Los beneficios de usar otros agregados..... | 53 |
| Imagen 21. Opinión sobre los bloques en sus diseños | 54 |
| Imagen 22. La deducción de ahorro con bloques de residuos..... | 55 |
| Imagen 23. La deducción de calidad en bloques de residuos | 56 |
| Imagen 24. El aporte de proyecto a las viviendas de la ciudad..... | 57 |
| Imagen 25. La buena expectativa del proyecto en la construcción..... | 58 |
| Imagen 26. Sobre el apoyo al proyecto..... | 59 |
| Imagen 27. Propuesta de dimensiones de bloque de mampostería | 62 |
| Imagen 28. Propuesta de dimensiones de bloque de mampostería | 63 |
| Imagen 27. Flujo de la propuesta | 64 |
| Imagen 30.Ceniza de carbón..... | 65 |

| | |
|--|----|
| Imagen 31. Ceniza de caucho..... | 65 |
| Imagen 32. Cemento | 66 |
| Imagen 33. Grava | 66 |
| Imagen 34. Arena | 67 |
| Imagen 35. Agua | 67 |
| Imagen 36. Pala | 67 |
| Imagen 37. Balanza | 68 |
| Imagen 38. Espátula | 68 |
| Imagen 39. Bloquera | 68 |
| Imagen 40. Molde de madera..... | 69 |
| Imagen 41. Preparación de las porciones de los elementos | 70 |
| Imagen 42. Preparación de las porciones de los elementos | 70 |
| Imagen 43. Preparación de las porciones de los elementos | 71 |
| Imagen 44. Colocación de los elementos | 71 |
| Imagen 45. Colocación de los elementos | 71 |
| Imagen 46. Mezclado de los elementos | 72 |
| Imagen 47. Colocación de los elementos | 73 |
| Imagen 48. Colocación de los elementos | 73 |
| Imagen 49. Mezcla de los elementos | 74 |
| Imagen 50. Vertido de la mezcla en la bloquera | 74 |
| Imagen 51. Preparación de las porciones de los elementos | 75 |
| Imagen 52. Colocación de los elementos | 75 |
| Imagen 53. Mezcla de los elementos | 76 |
| Imagen 54. Vertido de la mezcla en la bloquera | 76 |
| Imagen 55. Colocación de los elementos | 77 |
| Imagen 56. Mezcla de los elementos | 77 |
| Imagen 57. Vertido de la mezcla..... | 78 |
| Imagen 58. Rasado de los bloques | 78 |
| Imagen 59. Preparado de los elementos | 79 |
| Imagen 60. Mezclado de los elementos | 79 |
| Imagen 61. Vaciado de mezcla a bloquera..... | 80 |
| Imagen 62. Mezclado de los elementos | 81 |

| | |
|--|----|
| Imagen 63. Sacado del molde | 81 |
| Imagen 64. Mezclado de los elementos | 82 |
| Imagen 65. Mezclado de los elementos | 83 |
| Imagen 66. Obtención de la muestra 6..... | 83 |
| Imagen 67. Inclusión de mezcla en bloquera | 84 |
| Imagen 68. Obtención de la muestra fallida..... | 85 |
| Imagen 69. Muestra tradicional..... | 85 |
| Imagen 70. Muestra 1 | 86 |
| Imagen 71. Muestra 2..... | 86 |
| Imagen 72. Muestra 3..... | 87 |
| Imagen 73. Muestra 4..... | 87 |
| Imagen 74. Muestra 5..... | 88 |
| Imagen 75. Muestra 6..... | 88 |
| Imagen 76. Muestras | 89 |
| Imagen 77. Prueba a la compresión | 89 |
| Imagen 78. Prueba a la compresión muestra convencional | 90 |
| Imagen 79. Prueba a la compresión muestra 1 | 90 |
| Imagen 80. Prueba a la compresión muestra 2..... | 91 |
| Imagen 81. Prueba a la compresión muestra 3..... | 91 |
| Imagen 82. Prueba a la compresión muestra 4..... | 92 |
| Imagen 83. Prueba a la compresión muestra 5..... | 92 |
| Imagen 84. Prueba a la compresión muestra 6..... | 93 |
| Imagen 85. Curado de bloques..... | 93 |
| Imagen 86. Toma de peso en bloques | 94 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Línea de investigación | 7 |
| Tabla 2 Opinión sobre los bloques en sus diseños | 50 |
| Tabla 3 Opinión sobre la versatilidad en bloques | 51 |
| Tabla 4 Conocimiento de nuevos agregados para bloques | 52 |
| Tabla 5 Los beneficios de usar otros agregados..... | 53 |
| Tabla 6 La aceptación de bloques con residuos | 54 |
| Tabla 7 La deducción de ahorro con bloques de residuos | 55 |
| Tabla 8 La deducción de calidad en bloques de residuos | 56 |
| Tabla 9 El aporte de proyecto a las viviendas de la ciudad | 57 |
| Tabla 10 La buena expectativa del proyecto en la construcción..... | 58 |
| Tabla 11 Sobre el apoyo al proyecto..... | 59 |
| Tabla 12 Resumen de porcentaje de absorción | 94 |
| Tabla 13 Resumen de dosificaciones empleadas en la fase experimentación | 95 |
| Tabla 14 Resumen de prueba de compresión realizada a las muestras..... | 96 |
| Tabla 15 Presupuesto referencial de bloque propuesto..... | 96 |
| Tabla 16 Presupuesto referencial de bloque tradicional | 97 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| 5.1. Modelo de encuesta dirigido a profesionales de la construcción, arquitectos y futuros compradores..... | 106 |
| 5.2. Prueba a la compresión..... | 109 |

INTRODUCCIÓN

La arquitectura, hoy en día toma la función de mejorar un espacio forma integral, esto en referencia a la necesidad de garantizar, además de ambientes agradables al interior, la definición de un mejoramiento del entorno. El trabajo de *Prototipo de bloque simple más residuos carbonosos y caucho reciclado para mampostería de viviendas*, considera este criterio para adaptarlo en una solución sostenible.

Desde el punto de vista urbano, los procesos productivos son el eje del progreso de las localidades, no obstante, los residuos que éstas actividades generan, es un problema que sin duda debe tratarse desde muchas perspectivas; conforme a la disposición final de éstos, y a la contaminación que pueden desencadenar, aumentando así el deterioro del ambiente en el que se habita., la limitación de la calidad de vida.

En consecuencia, el sector de la construcción, también es parte de esta realidad, sin embargo, hay proyectos que han tomado medidas sobre la reutilización de los desechos para conformar nuevos productos. En efecto, el objetivo de esta investigación considera la elaboración de un prototipo de bloque simple más residuos carbonosos y caucho reciclado.

Todo esto se desarrolla mediante la estimación de una dosificación ideal, para mampostería de viviendas, y sumarse a las alternativas constructivas amigables con el entorno. Destacando la labor de esta investigación, se menciona la importancia que implica utilizar criterios que ayuden a preservar la calidad del entorno, experimentando con nuevos componentes, considerados como residuos urbanos.

Desde esta condición, la innovación es valorar a los neumáticos en desuso y las cenizas de carbón, de tal forma que figuren en un prototipo que impulse la ecología desde los materiales de construcción. El impacto que se divisa en esta forma de hacer viviendas, es su bajo costo y la asequibilidad a un hábitat digno, desde la perspectiva arquitectónica, y este es el tiempo ideal para implementar soluciones.

La propuesta está condicionada a la metodología propia de la experimentación científica, esto incluye la designación de una hipótesis y sus respectivas variables, además de destacar la observación como herramienta fundamental para discernir conclusiones, luego validar datos y representarlos de forma gráfica, con la finalidad de

asegurar una forma particular factible de la obtención del producto, y promover estudios similares.

Conforme a esto, se designa cuatro secciones para caracterizar a esta investigación; en el primer capítulo se describe el problema, se lo formula y sistematiza, no obstante, además se justifica lo estudiado, y se asignan objetivos. En el segundo capítulo se evidencian las referencias en el tema, los tópicos de interés, y las normas, ordenanzas y reglamentos que regulan los procesos de reciclaje y elaboración de bloques.

En el tercer capítulo se detalla la investigación empleada, desde los métodos aplicados, la encuesta y la designación de la muestra, debidamente tabulada y representada en gráficos. Por último, en el cuarto capítulo se desarrolla el experimento, se precisan las dosificaciones para cada una de las muestras, se describen las pruebas de laboratorio.

Según los parámetros de investigaciones bases, se describen las observaciones de cada una de las muestras, y de entre ellas se elige el modelo ideal de prototipo de bloque simple más residuos carbonosos y caucho reciclado para mampostería de viviendas, también se define un presupuesto referencial, y se presentan las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema.

Prototipo de bloque simple más residuos carbonosos y caucho reciclado para mampostería de viviendas

1.2. Planteamiento del problema.

En la actualidad, uno de los problemas en contaminación que presentan las ciudades en desarrollo, tiene que ver con la dificultad para eliminar las toneladas de neumáticos, los mismos que tardan aproximadamente 600 años en descomponerse en la naturaleza, realidad que obliga a encontrar alternativas de recolección (El Universo, 2018). Por esta razón los residuos de neumáticos, pueden impactar al entorno ambiental o a la salud por su volumen de generación o su difícil degradación, así como la saturación de los rellenos sanitarios municipales.

Una investigación llevada a cabo por la Unión Internacional para la conservación de la naturaleza (UICN) (2018), determinó que los residuos de plástico provenientes del sector industrial como textiles sintéticos y neumáticos constituyen hasta el 30% de la basura que termina en los océanos. A nivel local, en el país se desechan anualmente 2,4 millones de neumáticos, según el Ministerio del Ambiente (2018), un porcentaje de ellos son reutilizados para el reencauchado, pero la gran mayoría es incinerada o depositada en basureros al aire libre, lo que representa una amenaza contra el ambiente.

Sin embargo, hay quienes se preocupan por lo que pasa con la cantidad de neumáticos que no se reciclan (cerca de 900 000, entre el 2014 y el 2015); muchos se pierden en el camino, terminan en quebradas, patios o botaderos. “La generación de neumáticos es frecuente, por lo que, a pesar de hacer retiros anuales, con el paso del tiempo los NFU (neumáticos fuera de uso) siguen acumulándose”, dice el ministerio.

Cabe recalcar que los neumáticos representan a uno de los materiales que más se fabrica en el mundo por la demanda de la industria automotriz, sin embargo, no se puede controlar a mayor escala su disposición final, su destino común son las calles o en cauces hídricos generando grandes contaminaciones; esto genera un gran impacto

negativo sobre el medio ambiente. Ante esto, se plantea reutilizar los neumáticos, conforme al análisis de sus características y funciones relevantes en la elaboración de un bloque de mortero para mampostería de viviendas, y así proponer un destino alternativo a la gran cantidad de desechos urbanos de la ciudad de Guayaquil.



Imagen 1. Residuos de neumáticos en Guayaquil
Fuente: El Universo (2018)

1.3. Formulación del problema

¿Cómo la acumulación de neumáticos fuera de uso influye en la contaminación urbana en el entorno del cantón Guayaquil?

1.4. Sistematización del problema.

- ¿Qué sectores del cantón Guayaquil son los más afectados con el aumento de depósito de neumáticos fuera de uso?
- ¿Cómo son los procesos de fabricación de bloques convencionales para viviendas?
- ¿Cuáles serán las ventajas y desventajas de utilizar caucho en la elaboración de bloques?
- ¿Qué normativas, ordenanzas o reglamentos rigen el reciclaje de desechos urbanos?

1.5. Objetivo general

Elaborar un prototipo de bloque simple más residuos carbonosos y caucho reciclado, mediante la estimación de una dosificación ideal, para mampostería de viviendas.

1.6. Objetivos específicos

- Determinar las características de los materiales en el prototipo mediante el estudio de las propiedades de dichos elementos para analizar la importancia de cada uno de ellos.
- Identificar qué tipo de moldes; industrial o artesanal en el proyecto para indicar la factibilidad de la técnica a emplear.
- Establecer la dosificación adecuada del bloque conforme lo indique la experimentación para indicar las observaciones que presenten las diferentes proporciones.
- Distinguir un prototipo de bloque simple más residuos carbonosos y caucho reciclado de entre algunas muestras.
- Realizar pruebas físicas de los prototipos siguiendo lo establecido en un laboratorio para analizar los resultados.

1.7. Justificación del proyecto

Este trabajo que presenta la *Elaboración de bloque a base de mortero más residuos carbonosos y caucho reciclado para mampostería de viviendas*, es la solución frente al incremento de neumáticos fuera de uso (NFU) dentro del cantón Guayaquil, mediante el uso de este desecho en la fabricación de un material de construcción que colabore en mejorar la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

En efecto, las ciudades en desarrollo enfrentan hoy en día, ciertas dificultades en el manejo de desechos urbanos, esta realidad tiene que ver con la gran cantidad generados de neumáticos, y su disposición final. Esto último, tiene que ver con la dificultad para eliminar las toneladas de neumáticos, los mismos en descomponerse en la naturaleza, realidad que obliga a encontrar alternativas de recolección; de esta forma se condiciona a la calidad de vida de los habitantes.

Esta investigación se llevará a cabo para establecer los requisitos, procedimientos y especificaciones, tanto constructivas como ambientales para la elaboración de un bloque que tenga las características necesarias como mampostería de viviendas en Guayaquil, y así formar parte de la reducción de los residuos de neumáticos depositados como desechos urbanos municipales.

Es importante estudiar y documentar el desarrollo de opciones alternas para la elaboración de bloques, que incluyan elementos que puedan usarse por segunda vez, que además de proponer otro precio en comparación a los bloques tradicionales, como profesionales en garantizar espacios de calidad, es necesario converger entre las preferencias de los clientes y el cuidado hacia el ecosistema.

La ciudad es la indicada para proyectar un estudio bajo estos parámetros, debido a que desde la administración municipal advierte que cada ciudadano tiene la responsabilidad y obligación de fomentar el cuidado al medio ambiente, con el propósito de optimizar e integrar esfuerzos y recursos; controlar y vigilar el cumplimiento de las medidas establecidas en ordenanzas.

1.8. Delimitación o alcance de la investigación

| | |
|-------------------------------|---|
| Campo: | Educación Superior. Tercer Nivel de grado. |
| Área: | Arquitectura |
| Aspecto: | Investigación experimental |
| Tema: | Prototipo de bloque simple más residuos carbonosos y caucho reciclado para mampostería de viviendas |
| Delimitación espacial: | Guayaquil – Ecuador |
| Delimitación Temporal: | 6 meses. |

1.9. Hipótesis

En este enunciado se define la visión del estudio, y a lo largo de la investigación se formarán los argumentos para defender lo planteado; en efecto, la propuesta se basa en comprobar que, con el uso del caucho de neumáticos reciclados, más residuos carbonosos, además de agregados tradicionales, es posible elaborar prototipos de bloques simples a bajo costo, para ser empleados como mampostería de viviendas, mejorando el entorno en el cantón Guayaquil.

1.9.1. Variable independiente

Prototipo de bloque simple más residuos carbonosos y caucho reciclado.

1.9.2. Variable dependiente

Para mampostería de viviendas.

1.10. Línea de investigación de la institución / facultad

Tabla 1

Línea de investigación

| Línea de Investigación | | |
|--|-------------------------------|---|
| ULVR | FIIC | Sub-línea |
| Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables. | 2. Materiales de Construcción | A. Materiales innovadores en la construcción. |

Fuente: FIIC (2019)

El prototipo de bloque simple más residuos carbonosos y caucho reciclado para mampostería de viviendas está orientado como alternativa innovadora de elementos de construcción tradicional, tanto para mitigar y reutilizar materiales desechados que encontramos en abundancia en nuestro entorno, así también contribuyendo con las investigaciones que como ciudadanos y estudiantes tenemos que estar comprometidos para salvaguardar los recursos naturales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Marco teórico

2.1.1. Reseña del caucho

Proveniente de la savia de algunas plantas como la *Hevea Brasiliensis*, el caucho es una sustancia viscosa a la que también se la conoce como látex. En la actualidad, este elemento además se lo produce mediante procesos industriales, dado que sus propiedades aislantes de la electricidad, la impermeabilidad, resistencia y flexibilidad hace que este componente sea de gran utilidad en varios campos fabriles, desde los neumáticos hasta extensas áreas deportivas (Largo, 2018).



Imagen 2. Obtención del caucho
Fuente: Timetoast.com (2019)

En el centro de América, y en el sur, de donde es proveniente, este producto ha sido de gran beneficio, de esta forma, su recolección ha sido en gran cantidad, desde mucho tiempo atrás, inclusive antes de la colonización europea, puesto que las poblaciones nativas denominaron al árbol que lo produce cautchouc, o “árbol que llora”; y su utilidad era tan variada que se elaboraban con él utensilios y vasijas. No obstante, había

ciertos pueblos de Mesoamérica que le daban un uso deportivo, puesto que con él fabricaban balones para un popular juego, dichas esferas eran producto del caucho más resina de guamol.



Imagen 3. Usos del caucho en pueblos indígenas mesoamericanos
Fuente: Ministerio de Educación de Guatemala (2010)

Desde el siglo XIX, la producción del caucho tuvo una connotación mundial, esto a partir de la industrialización del neumático y el brote del mercado de vulcanización, antes de esto, en España se le usaba como borrador de lápiz, debido a esta cualidad de este material. Según Largo (2018), en 1839, por accidente, un inventor de Boston llamado Charles Goodyear dejó caer una mezcla de caucho y de azufre sobre una estufa caliente. Fue el principio de la vulcanización, llamado así en honor al dios vulcano, proceso que hizo mejorar enormemente su plasticidad y resistencia.

Según Largo (2018), en 1887 el veterinario escocés John Dunlop, logró patentar el neumático, haciendo un nuevo diseño de su fabricación, para que el resultado sea un elemento mucho más resistente y duradero; este hecho derivó una comercialización

exitosa de dichas ruedas, extendiéndose en otros territorios. Este suceso fue muy oportuno para la producción masiva de automóviles de la compañía de Henry Ford, lo que llevó a considerar al caucho como una autentica resina esencial para la industria, y el nuevo oro blanco selvático obtenido desde la Amazonía.



Imagen 4. Charles Goodyear y el caucho
Fuente: Noticia al minuto (2018)

Cuando estos episodios pusieron al caucho en el boom de la industria, su proceso de extracción hizo que en la Amazonía se ubicara a esta actividad en un rango muy lucrativo, a partir de los años 1879 y 1912, tanto que su precio se elevó en Norteamérica y gran parte de Europa; así también el sur del continente americano fue visitado por muchos extranjeros que estaban ansiosos por conocer el árbol que daba la resina, y las formas en que su extracción se realizaba, ya que de esta manera podían involucrarse personalmente en el fructífero negocio.

La forma más común de adentrarse en el oficio, era tratar con la organización encargada de su extracción y distribución; en la cual, un trabajador recolectaba el producto para su empleador, éste a su vez le proporcionaba alimentos, mercancías y herramientas con la promesa de obtener en retorno el caucho, para finalizar, el patrono recibía el material recolectado y éste era entregado a una de las denominadas “Casa mayor”.

De esta forma, unas pocas Casas, principalmente la Arana, la Morey y la de Cecilio Hernández, controlaban finalmente la operación y se encargaban de vender el látex a ciertas empresas exportadoras. Esta “nueva industria” propició la fundación de

ciudades en torno al cauce del Amazonas como Manaus y Belém adquiriendo en poco tiempo una considerable relevancia económica. Esto fue posible gracias al alto impuesto que se cobraba por la exportación del caucho. Estas condiciones crearon un clima favorable para banqueros y comerciantes.

En Brasil, la ciudad más desarrollada en esa época era la ya mencionada Manaus, ubicada en el estado de Amazonas, su progreso se debía al boom que ocasionó el caucho; tanta era su prosperidad que fue conocida por todo el mundo, y en la región por ser la pionera en obtener luz eléctrica y un sistema de alcantarillado, beneficios que otros lugares de este país carecían; inclusive se comentaba que adelanto tecnológico era mayor que entre otras ciudades como Boston o New York.

Sin embargo, se hacía más frecuente la búsqueda del látex en lugares no explorados, es decir, en territorios limítrofes, y en otros casos, ya en las selvas peruanas y bolivianas, este hecho generó varios conflictos que incluían la llegada de militares que impedían el paso, lo que también desarrolló discrepancias de índole internacional, todo por el precioso caucho extraído de los árboles de la Amazonía.

A inicios del año 1899, se desarrolló la Guerra del Acre, este conflicto se suscitó debido a las constantes visitas de los buscadores de caucho a territorio boliviano, enfrentando a dos naciones (Brasil y Bolivia), ambos reclamaban esta zona limítrofe, llena yacimientos acuíferos. Pasaba el tiempo y no se veía la esperanza de acabar con la guerra, y se sentía la indiferencia de los pobladores de Acre, fue entonces que la comandancia boliviana se cuestionó si se debía seguir usando sus elementos para restringir la zona o emplear medios diplomáticos.

Para darle fin a los problemas, se iniciaron acuerdos diplomáticos, ya que la milicia boliviana ya estaba agotada de recursos debido a otra guerra civil en 1888; más adelante se dio fin a la contienda con el Tratado de Petrópolis, firmado en 1903 por ambas naciones, lo que determinaba la inclusión de Brasil sobre sitios en donde Bolivia tenía plena soberanía.

Por otro lado, la rueda fue el invento más relevante de la época antigua, y de la historia general, como suceso que significaría reducir el esfuerzo humano al girar y no deslizar sobre el terreno, y aquel elemento se obtuvo 3500 años antes de Cristo en la zona de Mesopotamia, siglos después, al final del milenio antes de Cristo, ellos se cubrieron en cuero; los Celtas fueron la primera civilización en implementar un anillo

de hierro en el centro de la rueda de madera, hecho que fue continuo en 19 siglos adelante.

2.1.2. El neumático y su historia

Según Aranguren (2017), el látex y todos sus beneficios fueron descubiertos desde el siglo XIX, puesto que en 1839, Charles Goodyear desarrolló el proceso de vulcanización, no obstante, fue en 1845 que se empleó la colocación del caucho en el exterior de los neumáticos, idea patentada por el ingeniero escocés Robert W. Thomson.

Más adelante su compatriota John Boyd Dunlop se propuso hacer más cómoda la bicicleta de su hijo, eso fue en 1888, a él fue el primero en ocurrírsele la brillante idea de montar unos tubos de caucho, llenos de aire y totalmente inflados sobre las ruedas de madera de un triciclo y luego cubrirlos con una lona, creando los primeros neumáticos con cámara de aire, y fue el quien llevo este invento al éxito comercial (Aranguren, 2017).



Imagen 5. Fábrica Continental en 1912

Fuente: Continental (2012)

Otro francés radicado en Inglaterra llamado Edouard Michelin, también se dedicaba a la elaboración de neumáticos, y en ese contexto John Boyd Dunlop que en su natal Francia fabricaba lo mismo, lo conoció por la trascendencia que tuvo el hecho de reparar la bicicleta de un ciclista que una de sus ruedas se había pinchado, éste se dirigió a la empresa de Michelin que también se involucraba con juguetes de caucho y otros objetos, con lo que empleaba una técnica innovadora de neumático desmontable

en tres partes para bicicletas, y esto le garantizó un éxito rotundo, he aquí la primera mejora.

Las compañías de Michelin en Francia y de Dunlop en Inglaterra fueron las primeras conocidas en materia de neumáticos, luego se sumó una pequeña empresa estadounidense de Harvey S. Firestone, que se dedicaba a la venta de coches, hasta que tuvo un encuentro con Henry Ford, ya que ambos deseaban optimizar un transporte masivo, y Firestone empezó a mercantilizar los neumáticos provenientes de Europa, hasta que decidió fabricar sus propios cauchos en 1903 y en 1904, y para ellas desarrolló unas cubiertas con cámara. A partir de allí comenzó la verdadera evolución del neumático.

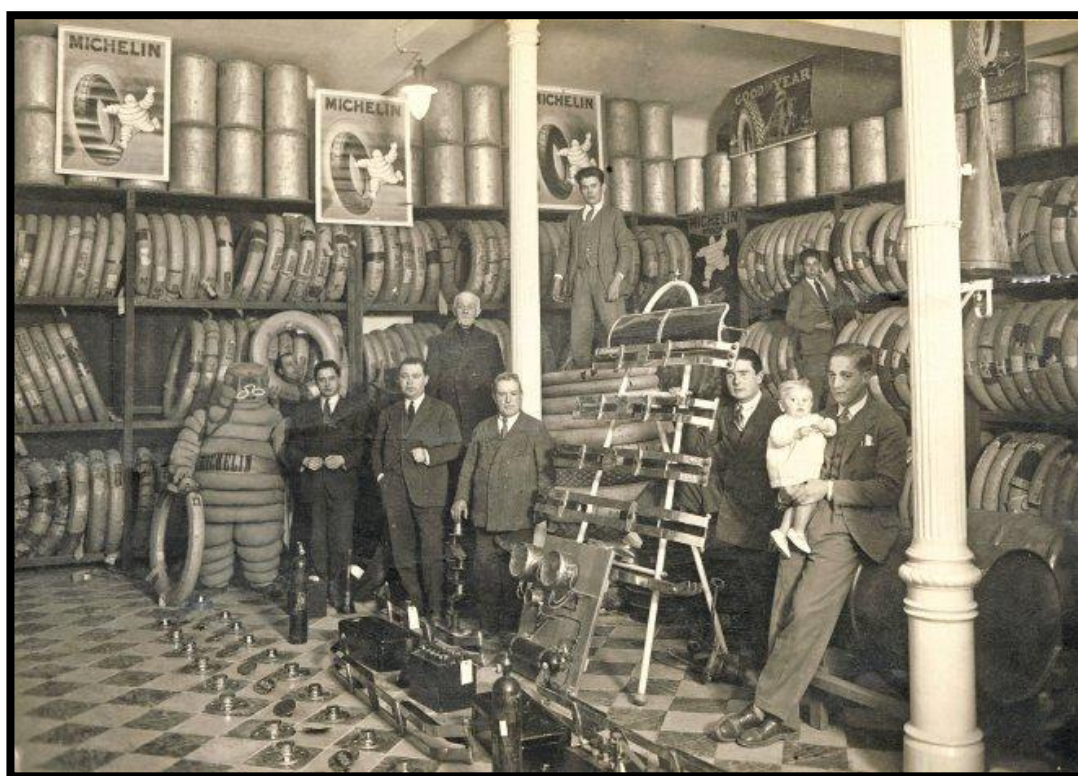


Imagen 6. *Fábrica Michelin en 1900*
Fuente: Michelin (2015)

A partir de la segunda guerra mundial, el pacífico fue invadido por japoneses que realizaban plantaciones de caucho, lo cual ocasionó que este material se escaseara y a su vez impidió la producción de equipos para el ejército estadounidense. La solución estuvo a manos del científico Waldo Semon de la compañía BF Goodrich en el año 1940, que hizo su propia versión sintética del caucho, y cuando la guerra llegó a su fin,

las cámaras de aire hechas con este nuevo componente, pudieron finalmente ser comercializadas.

En el transcurso del año 1962, la fabricación de neumáticos a base de material sintético estuvo en pleno auge, tanto que llegó a empatar la producción de neumáticos tradicionales, después de un tiempo, éstos fueron superados en fabricación y relegados a su comercialización. En 1947 Goodrich lanzó al mercado neumáticos sin cámara y un año más tarde Michelin puso en marcha una venta masiva de neumáticos radiales, lo cual fue un invento que evoluciono aún más.

1966 el equipo de diseñadores de Pirelli crearon un neumático deportivo de bajo perfil, luego en el 1969 Goodyear fabrico los neumáticos que se utilizaron en la luna. En 1979 Firestone saca al mercado su pequeña rueda de repuesto minispare, y 7 años más tarde Goodyear impresiona al mundo con su neumático funcionable para las cuatro estaciones del año. En el año de 1992 Michelin creó el primer neumático verde, y apostando a la ecología aplicó la sílice en el caucho, lo cual lo fortaleció a un más garantizando el menor consumo de combustible, generando menos co2. Cuatro años más tarde, en el 1996, Michelin crea el sistema PAX lo cual garantiza hace rodar los 200 km a tan 80 km/h.

En la actualidad se han hecho investigaciones y desarrollo de nuevos neumáticos que se tienden a fusionar llanta y neumático a la conectividad, los nuevos prototipos son inteligentes, conectados y reciclables, capaces de ser producidos por una impresora 3D. En la conectividad se monitoriza el estado del neumático y esto permite la adaptación a la carretera, para esto se emplean ciertos compuestos de caucho que son conductores de electricidad, que alertan automáticamente al conductor de los cambios en la presión, la temperatura del suelo o de la rueda en sí.

Existen otros casos más avanzados donde se utilizan microprocesadores para ajustar la presión y modificar la huella. Desde el 2013 se comercializan neumáticos que miden la presión y temperatura aun cuando están rodando, y eso obviamente reduce el riesgo de tener un pinchazo permitiendo tambien el ahorro del combustible, y toda esta información es transmitida al conductor a través de bluetooth al teléfono móvil, mediante tecnologías ContiSense y ContiAdapt.

Y para finalizar, tenemos que hablar de las carreras de la fórmula uno y el graining, que se refiere al desgaste desigual que sufre un neumático, y eso conlleva a la creación

de surcos o la acumulación de goma en forma de relieve, esto es bueno porque produce vibraciones reduciendo el agarre del coche al asfalto.

2.1.3. Investigaciones internacionales

Otra investigación se titula: “Eco-ladrillo a base de caucho reciclado de neumáticos fuera de uso”, realizado por la Arq. Antonia Alfonzo (2016) (Alfonzo, 2016), en cual la autora analiza los primeros pasos para la fabricación de ladrillos ecológicos, y en vista a ello, mejorar las características y adoptarlo a nuestras características físico-ambiental para que sea de gran utilidad y tener una forma de resolver el gran problema medioambiental que representa los neumáticos fuera de uso.

Concluye que una de las características básicas del neumático es la elasticidad, que es la responsable de que el neumático pueda soportar los enormes esfuerzos que le exige una conducción diaria. También indica que la durabilidad del neumático será capaz de realizar sus funciones durante una dilatada vida útil. Además, su agarre debe ser correcto sobre seco y sobre mojado.

Un estudio similar es la que realizaron los ing. Civiles Jiménez y Mujica (2016) (Jimenez & Mujica, 2016), cuyo tema es: “Bloques de concreto con material reciclable de caucho para obras de edificación”; aquí los investigadores mencionan que el uso de materiales de desecho acumulados se encuentra todavía en sus primeras fases en Perú, es decir la fase de investigación.

Por medio de este estudio, quedó demostrado que es factible utilizar el caucho granulado proveniente de los neumáticos en desuso como agregado en el diseño de mezclas de concreto en la producción de bloques huecos de concreto, esto es porque el fraguado de los bloques de concreto con caucho granulado es más lento en comparación a los bloques fabricados con concretos convencionales, además a mayor porcentaje de caucho-granulado en el concreto mayor es la trabajabilidad, como se observa en las pruebas de revenimiento.

(Estrada, 2016)Cada vez más, hay una tendencia creciente de buscar aplicaciones para el reciclaje y/o reutilización de neumáticos, debido al problema medio ambiental que representan estos residuos una vez culminada su vida útil. De la necesidad de buscar nuevas aplicaciones surge la propuesta de utilizar el caucho proveniente de neumáticos fuera de uso (NFU) como agregado en el hormigón, aprovechando sus características físicas para dotar al hormigón de una deformación plástica antes de la

ruptura. La siguiente tesina está centrada en estudiar las propiedades físicas, mecánicas y durabilidad del hormigón con caucho.

Para ello se sustituyó el 5%, 10% y 15% del volumen del agregado fino (arena) con el mismo porcentaje de polvo de neumáticos fuera de uso (PNFU) fino (0-0.6mm) y grueso (0.5-2.5mm). Ambos tipos de hormigones resultantes fueron ensayados con pruebas a compresión, flexión, densidad, porosidad y absorción capilar y luego comparados con un hormigón de referencia. En ambos casos se aprecia una reducción en todas las propiedades en proporción con las cantidades de PNFU sustituidas, pero en menor medida con las partículas de caucho gruesas.

2.1.4. Investigaciones nacionales

Almeida (2011), realizó una investigación titulada “Utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de bloques de mampostería para mitigar el impacto ambiental en el cantón Ambato” que trataba sobre la utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de bloques de mampostería para mitigar el impacto ambiental en el cantón Ambato; este trabajo se realizó con el objetivo de mostrar una nueva alternativa de mitigación al impacto ambiental que los neumáticos fuera de uso provocan al medio ambiente y merman la calidad de vida de los ciudadanos del cantón Ambato.

Lo que se propone es la utilización de fibras de caucho de neumáticos usados en la fabricación de bloques de mampostería que cumplan con la resistencia necesaria para su utilización, innovando la industria de la construcción. Los resultados muestran que los bloques de mampostería, fabricados con fibras de caucho de neumáticos reciclados a un porcentaje del 5% en sustitución del agregado fino, tienen mayor resistencia, lo que indica que es una tecnología factible y amigable con el ambiente, debiéndose considerar como una alternativa viable de reciclaje y reutilización de desechos.

Criollo (2014) (Criollo, 2014), presentó un trabajo que ha puesto en conocimiento el porcentaje de contaminación y a su vez el reciclaje que tiene los NFU a nivel mundial, con planificaciones y desarrollo de maquinarias han hecho posible la obtención de una Fibra de NFU, la misma que puede ser aplicada en productos útiles para la humanidad. Como siguiente paso se estudió la manera de re vulcanizar las F-NFU mezclando con un aditivo que ayude con el proceso de vulcanizado, con el

desarrollo de probetas, se analizó las propiedades de cada una de ellas obteniendo resultados positivos, para finalmente realizar prototipos que confirmen su aplicación.

Se obtuvo buenos resultados con la aplicación de los pisos y tejas RECICAUCHO, sus características y propiedades llegaron a cumplir con las especificadas en cada producto. Con esto se puede garantizar el reciclaje de los NFU, transformando un desperdicio en algo útil para la humanidad.

(Mejía & Pachacama, 2018) El presente trabajo se realizó con el fin de generar un nuevo material alternativo de construcción mediante el uso del polietileno de tereftalato (PET) y las fibras de caucho de los neumáticos en la elaboración de bloques para mampostería de 20x 40x 15cm. Con esto se pretende mitigar el impacto ambiental que generan estos materiales al ser desechados en la naturaleza sin un correcto proceso de reciclaje. En este sentido se elaboraron bloques sustituyendo en forma gradual el árido fino que en este caso es la arena por diferentes porcentajes tanto de PET como de las fibras de caucho de los neumáticos.

Las dosificaciones en ambos casos se las realizó por volumen, en el caso del PET se fue sustituyendo por la arena en los porcentajes de 12.5%, 25%, 50%, 62.5% y 81.25%, las fibras de caucho se fueron sustituyendo en porcentajes de 25%, 31.25% y 50%. Una vez elaborados los bloques se realizaron ensayos de resistencia a la compresión, densidad, absorción y contenido de humedad, con los datos tabulados se pudo hacer los análisis correspondientes a fin de comparar los resultados obtenidos en los bloques elaborados con PET y fibras de caucho con los bloques tradicionales. Finalmente se construyeron muretes de 60 x 60 cm a los cuales se realizaron ensayos de resistencia a la compresión axial y tensión diagonal con la finalidad de establecer las cargas asociadas a la resistencia máxima de los muretes.

2.1.5. Referencias internacionales sobre reciclado de neumáticos

En Uruguay, una escuela fue fabricada empleando materiales reciclables, tales como botellas de vidrio, cartones, latas y neumáticos en desuso, por otro lado, también elaboraron su propio sistema de paneles fotovoltaicos con molinos de viento. (Palou, 2017). Para construir el centro educativo ubicado a 80 km de Montevideo, fue necesario recolectar alrededor de 2000 llantas, 5000 botellas, 8000 latas y un aproximado de 2000m² de hojas de cartón, y la ayuda de los habitantes de la

comunidad de Jaureguiberry, entre ellos alumnos y personal docente de la institución, más 200 empresas e instituciones del país suramericano.

Por otro lado, el carácter sustentable basado en el material reciclado para la construcción de la escuela no es lo único que llama la atención, también el diseño suma muchísimo para considerar a la escuela como un verdadero ejemplo de arquitectura sostenible. En consecuencia, el confort térmico fue uno de los beneficios logrados en la institución, ya que las estrategias de diseño hicieron posible contemplar un clima agradable de 20°C, pese a que las mañanas en la región, eran muy frías, además, se “logra mantener la temperatura entre los 18 y los 25°C durante todo el año sin necesidad de calefacción o refrigeración (Palou, 2017)”.

Otro aspecto importante sobre su construcción, son los paneles fotovoltaicos instalados en la cubierta de la escuela que sustentan la energía de y todo el conjunto, y también pueden ayudar a conseguir una buena temperatura. El techo del edificio también sirve para recolectar el agua de lluvia y la traslada a tanques con capacidad total de 30 mil litros. Luego de un primer proceso de filtrado y bombeo, esa agua la utilizan los alumnos para lavarse las manos, luego para regar en el invernadero, después en los inodoros y, tras dos cámaras sépticas, el agua residual termina su ciclo en un huerto.



Imagen 7 .Escuela sostenible en Uruguay
Fuente: La Vanguardia, 2017

En México, una organización denominada Asociación Civil Casa Digna SF., ideó un plan para que las familias en alta vulnerabilidad en la zona de puerto San Felipe, tenga

un hogar digno donde residir. Gracias al apoyo de entes extranjeros, y los mismos residentes de la zona, el proyecto tuvo sus primeros inicios bajo una colaboración formal conjunta entre dichos actores. El delegado de la zona en ese entonces, Dagnino López comentaba que dicho proyecto mostraría muchos beneficios, ya que a falta de trabajos para los residentes, este plan sería el ingreso económico para sus familias (Campos, 2018).

Esta estrategia habitacional tenía contemplado elaborar 44 viviendas aproximadamente, esto debido a la cantidad de familias en la zona, además, se buscaba dividir el plan en 2 sectores, a madres de familia solteras y a familias integrantes por madre y padre. Dichas viviendas son construidas principalmente con llantas de reciclaje que son donadas por locatarios del lugar; las paredes y cerco de las casas habitación son hechas 100% con llantas compactadas por materiales pétreos que son donados por igual, por comerciantes del área.

El utilizar llantas para la construcción de las casas habitación viene a disminuir los costos de los materiales que comúnmente se utilizan y con ello se aprovecha la contratación de mano de obra de los mismos residentes del lugar. El periodo de vida que se tiene contemplado para estas construcciones es de aproximadamente 100 años, comentó el ex delegado del puerto, así mismo menciona que se tiene contemplado entregar las viviendas totalmente habilitadas.



Imagen 8. Casa en México
Fuente: Cadena Noticias, 2018

En Colombia, similares a los iglús de los esquimales, eficientes térmicamente y además resistentes a los sismos, unas particulares casas en el municipio de Choachí, centro de Colombia, aprovechan un material del que muchos quieren librarse: llantas de vehículos. Cual bloques de hielo del Ártico, neumáticos abandonados en las calles de Bogotá sirven a la ecologista colombiana Alexandra Posada para construir estas originales viviendas de paredes curvas. "Esas llantas me las regalan porque es un problema gigante deshacerse de ellas. Duran miles de años en descomponerse, lo que se convierte, en este caso, en una potencialidad", dice esta mujer de 35 años, gestora de este templo del reciclaje en su finca de Choachí, a unos 40 kilómetros de Bogotá (El Tiempo, 2015).

Allí, grandes estructuras con cúpulas aún incompletas irrumpen en el paisaje montañoso. "Usadas en construcción, se convierten en ladrillos virtualmente eternos", agrega Posada, mientras supervisa la obra con atuendos propios para la actividad. Para convertir los neumáticos en bloques, primero se los llena de tierra. "Eso crea un ladrillo de 200, 300 kilos, de mucha masa térmica", explica bajo el picante sol de la mañana, al detallar las ventajas del caucho como aislante del frío y del calor.



Imagen 9. Casa en Colombia
Fuente: El Tiempo, 2015

El proceso de construcción de estas casas, semejante al de los iglús, implica excavar el terreno. Pero en lugar de reutilizar nieve para formar los bloques, es la tierra extraída lo que sirve de relleno para los neumáticos. Los cimientos son llantas gigantes de camión puestas de forma intercalada. Otras hileras con llantas más pequeñas se erigen

luego circularmente para los muros. Para asegurar la estructura, se colocan varas de hierro atravesando los neumáticos de manera vertical, señala Posada.

Esa disposición, unida a la flexibilidad del caucho, transforma la casa en antisísmica, argumenta. Posada eligió tres tipos de techo para estas edificaciones: cúpulas para los dormitorios y bóvedas para la cocina, ambos hechos de mallas de acero cubiertas de cemento, y planos, de madera, para la sala comedor. Estos últimos son cubiertos por llantas atornilladas que ofician de tejas. Además, "como el caucho no se degrada casi, impermeabiliza", asevera.

2.1.6. Modelos análogos nacionales sobre reciclado de neumáticos

Los juegos infantiles de la Escuela de Educación Básica '18 de noviembre' tienen una particularidad: fueron elaborados totalmente con materiales reciclables. A más de representar menos gastos de los que hubiera significado construirlos con materiales nuevos, el utilizar materiales reciclados es una solución más económica y a la vez contribuye al cuidado del medio ambiente. El uso de materiales reciclables es una tendencia que va ganando espacio en Loja. Una de las instituciones que le ha apostado a esto es la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), que, a través de su titulación de Arquitectura, ha diseñado y construido juegos infantiles en algunos planteles y sectores del cantón Loja (Diario La Hora, 2018).

Este trabajo emprendido por esta universidad se desarrolla como parte del proyecto 'El aula en la ciudad. Acupuntura urbana', que cuenta con la participación de los estudiantes y docentes de esta carrera universitaria. Alexandra Moncayo, docente de la titulación de Arquitectura, señala que actualmente se habla mucho de arquitectura sustentable o ecológica, dice que la construcción es uno de los ámbitos donde más desechos se generan, por lo que, para revertir esta situación, con los estudiantes y algunos grupos de arte de la UTPL.

Se emprendió en el diseño y construcción de juegos infantiles a base de materiales reciclados como llantas, madera, hierro, recipientes de pintura, y otros que obtuvieron en los sitios donde se realizan construcciones de infraestructuras. Estos juegos infantiles, a más de la Escuela de Educación Básica '18 de noviembre', también se construyeron en otros sectores de la ciudad como El Carmen, Tierras Coloradas, y La Tebaida.

La directora de la escuela ‘18 de noviembre’, Tania Toro, manifiesta que en el plantel se sienten agradecidos con los estudiantes, docentes y autoridades de la UTPL por implementar estos juegos infantiles. “Ellos (el personal de la UTPL) nos vienen ayudando desde el año pasado”, expresa la directora, quien destaca el buen uso que se la ha dado a los objetos reciclados.



Imagen 10. Escuela en Loja
Fuente: La Hora, 2018

(El Comercio , 2015) Ecocaucho. Su gerente, Daniel Chiriboga, explica que el mercado de pisos de caucho está aún en crecimiento, pero destaca la utilidad, seguridad (antideslizante) y confort de este producto en patios, gimnasios, bodegas, cocinas, baños, piscinas, parques, jardines. La empresa es una gestora ambiental autorizada. Hasta sus instalaciones llegan 3 000 neumáticos por mes, compuestos por acero, nailon y caucho. Los tres elementos son separados y el último es triturado hasta convertirlo en gránulos (polvo).

Este polvo es aglutinado con pegamentos especiales para convertirlo en dos tipos básicos de pisos: continuo y modular, tipo baldosas. Ecocaucho cuenta con pisos tipo baldosa en formas de gusano simple y doble, hueso, ladrillo y biselado (exclusivo). Para lugares de alto impacto, como gimnasios, está el modelo lego, conformado por ‘pedazos’ que se unen exactamente unos con otros. Sin embargo, el cliente puede personalizar su diseño con pedidos, de mínimo, 1 000 m². Sí lo que se requiere es

combinar mayor seguridad y originalidad, el piso continuo de caucho es una buena opción.

Por sus cualidades es utilizado en áreas infantiles, pistas atléticas o canchas multideportes. En Reciplay, el piso cumple la norma europea EN-1177. El de USD 65 por m² tiene una capa de seguridad de 40 mm. Hay una gama de 20 colores. Ecocaucho ofrece pisos elaborados bajo la normativa europea UNE-EN 1176 y 1177. Los de tipo continuo con grosor de 30 mm cuestan desde USD 60 por m² (sin impuestos). Dispone de nueve colores EPDM: verde, azul, turquesa, rojo.

El espesor del producto es un factor determinante en su precio y en su capacidad de amortiguar impactos. Todos tienen una vida útil estimada entre siete y 10 años. Ambas empresas otorgan garantía de dos años. Alejandro Cárdenas, gerente de Reciplay, destaca la alianza con la empresa española RMD, con 24 años en el mercado. Gracias a esa experiencia cuenta con pisos para gimnasios de hasta 90% de caucho reciclado.

Sus adoquines de caucho son ideales para caballerizas o establos. Gracias a su licencia ambiental, capta neumáticos de empresas como Aymesa o Llantera Continental, entre otras. Incluso, Reciplay elabora sillas 100% de caucho reciclado. Son modelos tipo taburete, de forma cilíndrica o rectangular. Su altura es de 50 cm, como su ancho. Los 10 cm que conforman el asiento son biselados. Cada unidad vale USD 35.



Imagen 11. Ecocaucho
Fuente: El Comercio, 2015

(Endara, 2016) Pertenece a Earth Ship Ecuador, una organización que promueve casas elaboradas con materiales naturales y reciclados. En su portal web menciona que estas edificaciones son construidas con recursos locales disponibles, como barro, madera, agua, etc.; y los muros internos son hechos en estructuras de panel de latas recicladas, todo se une con estuco o barro.

Cristian Vallejo, uno de los miembros de la empresa, manifiesta que este sistema de viviendas se basa en la bio-construcción que es gratuita porque utiliza deshechos, como llantas, botellas de vidrio y plástico, latas, plástico y cartón. Además, la idea es levantar estas construcciones con la ayuda de la comunidad, para que la mano de obra no cueste. “Hemos venido a enseñarles a pescar, no a darles el pescado”, dice Vallejo, quien agrega que los damnificados no deben esperar que las autoridades les entreguen casas, sino que deben organizarse y hacer sus propias viviendas, ayudándose entre todos.

El sistema es sencillo, en un terreno regular, se cavan unos caminos donde se entierran las primeras llantas, estas deben estar envueltas en plástico y cartón para después rellenarlas con tierra. Se coloca una llanta sobre otra entrelazándolas como si fueran bloques de cemento, se las rellena de tierra hasta que queden compactadas y firmes. Junto a las llantas, que fueron enterradas en las bases, se colocan unos tubos que funcionan como ventilación.



Imagen 12. Casas emergentes en Manabí
Fuente: El Telégrafo, 2016

Además, la vivienda cuenta con unos canteros esterilizados que se encargarán de recuperar el agua del lavabo, de la ducha y de la cocina, que se inyectará en la cisterna del baño y después irá a la cámara séptica. Ahí el agua se filtrará y eliminará los residuos para usarse como riego. En cuanto al techo suelen utilizar un plástico similar al zinc, mientras que la puerta puede ser una de madera. Levantadas las paredes, hay que enlucirlas colocando previamente botellas de plástico o latas en los huecos.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Mampostería

La mampostería es uno de los sistemas de fabricación de obras de construcción convencionales que incluye utilizar bloques o ladrillos, mediante la aplicación de mortero, (cemento o cal, con arena y agua) así van uniéndose o superponiéndose y con ellos se forman muros o paredes de determinadas dimensiones, de una forma prolija y ordenada, en un trabajo netamente artesanal.

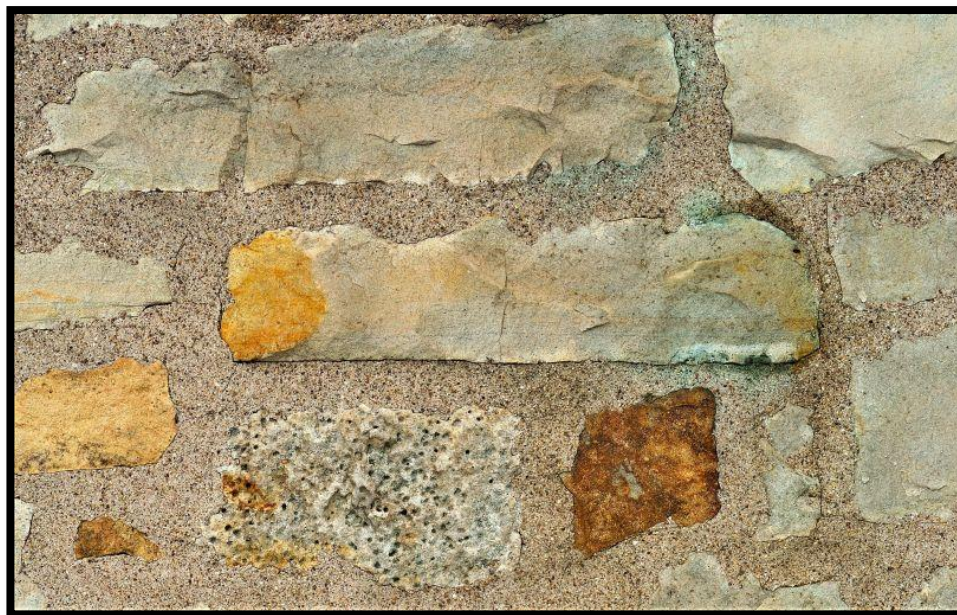


Imagen 13. Mampostería
Fuente: Rocas y minerales (2015)

2.2.1.1. Tipos de mampostería

Mampostería ordinaria. Es aquella que emplea una pasta de cemento y agua para unir los bloques o ladrillos, de esta manera se va complementando y delimitando un determinado muro, este trabajo debe realizarse de tal forma que se vea organizado y

sin dejar agujeros entre ellos, así se evita desperdicios y mayores esfuerzos para su posterior acabado y limpieza (Ingeoexpert, 2020).

Mampostería en seco. De la misma forma que la anterior, este tipo de mampostería une bloques de forma prolija, con la diferencia que se usa en lugar de pasta de cemento, ripio o grava de pequeña dimensión, y esto se hace procurando que cada pieza se encaje en el espacio con el fin de generar estabilidad (Ingeoexpert, 2020).

Mampostería concertada. Utiliza mampuestos labrados en sus caras de juntas. Los materiales se disponen de forma poligonal, una cara en la otra o juntas, de forma que vistos desde arriba ofrezcan un aspecto regular. Cuando la construcción es de un espesor mayor al de los mampuestos, se colocan primero los visibles en el muro por ambas caras. Luego los mampuestos de relleno, con ripios si son necesarios. En muros muy anchos, de trecho a trecho, deben emplearse llaves o perpiños para dar trabazón al conjunto.

Mampostería careada. En este tipo de mampostería las piedras o ladrillos son labrados por la cara que queda expuesta al exterior, que debe ser prolija. Más no requieren ser de un tamaño o forma única. Los espacios vacíos en el interior del paramento pueden rellenarse con otros mampuestos o ripios.

Mampostería confinada. Consiste en construcciones de ladrillos fijados con mortero, en forma de columna y reforzadas desde el suelo con vigas y concreto. Soportan el peso de paredes y techo, inclusive de otras edificaciones hechas arriba. También las embestidas del viento.

Mampostería estructural. Es el método empleado en la construcción de casas y edificios. Dispone muros verticales logrados con la ayuda de morteros de cemento y reforzados en su interior con barras de metal. Se caracteriza por ser de gran resistencia. Existe además una mampostería estructural reforzada, en la que se sujetan las piezas, ideal para proteger las edificaciones de desastres naturales.

Mampostería decorativa. Es la empleada para el embellecimiento de paredes interiores y exteriores, calles y avenidas, plazas y otros sitios públicos. Emplea piedras regulares, generalmente pulidas y con un toque de barniz. Agrega a las estructuras belleza y calidez.

2.2.1.2. Tipos de muros de mampostería

Muros de soporte de carga. Construidos tanto en interiores como exteriores, dirigen el peso desde el techo hasta la base o cimiento. Pueden estar realizados de piedras, ladrillos o bloques de concreto. Su espesor es relativo al peso a soportar.

Muros reforzados. Resisten fuerzas de tensión y cargas de compresión pesadas. Permaneciendo intactos ante las fuertes lluvias y vientos, evitando grietas y fallas producto de la presión de la tierra. El refuerzo se hace en intervalos horizontales y verticales, que dependerán de las condiciones estructurales y las cargas en las paredes.

Muros huecos. La cavidad en el interior de la pared evita que agentes como la humedad o el calor penetren en el edificio. Si el agua supera la cara exterior del muro, corre por la cavidad al suelo y drena hacia afuera de éste. Algunas veces las cavidades del bloque se recubren con pinturas o aditivos anti impermeables para reforzar la acción liberadora del agua.

Muros compuestos. Hechos de piedras y ladrillos, o ladrillos y bloques huecos, abaratan costos sin descuidar la apariencia y calidad del trabajo. Se conectan utilizando lazos de acero o a través de las juntas en refuerzos horizontales.

Muros pos tensados. Son los muros de mampostería estructurados para resistir fuerzas sísmicas y grandes vientos. Requieren de una buena cimentación y la instalación de barras verticales de pos tensado que atraviesan los tabiques o bloques de concreto y se tensan en la parte superior del muro.

2.2.2. Bloques

Es un elemento simple hecho de hormigón, en forma de paralelepípedo, con uno o más huecos transversales en su interior, de modo que el volumen del material sólido sea del 50% al 75% del volumen total del elemento.

- **Características de los bloques**

Los bloques de hormigón también se clasifican en categorías por su densidad o peso unitario. La densidad se determina por la cantidad y tipo de agregados incorporados a la mezcla de hormigón para producir bloques de peso ligero, medio y normal. Los bloques de carga ofrecen una mayor resistencia a la compresión que los bloques de

hormigón paisajísticos estándar, por lo que son destinados principalmente a funciones estructurales. Dentro de ese grupo se pueden incluir a los bloques de hormigón armado, que incorporan barras de acero reforzado y sistemas de anclaje que pueden mejorar la capacidad de una pared especialmente para grandes tipos de carga.

Los bloques de concreto son versátiles. Se pueden utilizar para muchos tipos diferentes de aplicaciones, ya sea que la aplicación sea de soporte de carga, estructural o decorativo. Los usos de bloques de hormigón portadores de carga pueden ser usados para sostener un techo o conformar una pared de contención que soporte una gran cantidad de tierra. Este tipo de aplicación puede requerir el refuerzo de los bloques para asegurar que el material esté protegido adicionalmente y sea capaz de soportar el peso que se requiera.

- **Clasificación de los bloques**

Tipo A: Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.

Tipo B: Paredes exteriores de carga, con revestimiento. Paredes interiores de carga, con o sin revestimiento.

Tipo C: Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.

Tipo D: Paredes divisorias exteriores, con revestimiento. Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento.

Tipo E: Losas alivianadas de hormigón armado

- ***Elaboración de bloques***

Materiales

Los bloques deben elaborarse con cemento Portland o Portland especial, áridos finos y gruesos, tales como: arena, grava, piedra partida, granulados volcánicos, piedra pómez, escorias y otros materiales inorgánicos inertes adecuados. El cemento que se utilice en la elaboración de los bloques debe cumplir con los requisitos de la Norma INEN 152 y la Norma INEN 1 548.

Los áridos que se utilicen en la elaboración de los bloques deben cumplir con los requisitos de la Norma INEN 872 y, además, pasar por un tamiz de abertura nominal de 10 mm. El agua que se utilice en la elaboración de los bloques debe ser dulce, limpia, de preferencia potable y libre de cantidades apreciables de materiales nocivos como ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas

Dimensiones.

Espesor de las paredes de los bloques. El espesor de las paredes de los bloques no debe ser menor de 25 mm, en los bloques tipo A y B, y de 20 mm, en los bloques tipo C, D y E. La dimensión real de un bloque debe ser tal que, sumada al espesor de una junta, dé una medida modular.

2.2.3. Caucho

Es un material, el cual es obtenido a partir de las secreciones de tipo lechosa, que son producidas por el árbol de caucho. La resina que se obtiene de forma natural del árbol se conoce con el nombre de látex, luego de eso, este producto es tratado con diversos químicos, los que luego van a dar paso a la fabricación del látex, los usos de este material pueden ser muy variados, sin embargo la aplicación que mayor relevancia tiene es en la fabricación de neumáticos y ciertos compendios hechos a partir de hidrocarburos, en la actualidad este material puede llegar a producirse de forma artificial para lo cual se requiere que se repliquen las técnicas de producción.

- **Propiedades del caucho. Usos.**

Hoy en día se encuentran miles de artículos fabricados de caucho y todos ellos poseen diversos usos, este material se utiliza principalmente para la fabricación de llantas, neumáticos, artículos aislantes e impermeables. Es repelente al agua, aislante de electricidad y temperatura, se disuelve muy fácilmente ante bencenos, petrolatos y algunos hidrocarburos. El caucho de origen natural se vulcaniza habitualmente, en este proceso el caucho se calienta agregándosele azufre o selenio, esto se realiza para enlazar las cadenas de elastómeros y así poder mejorar su resistencia a los cambios de temperatura y elasticidad.

En la actualidad, es posible encontrar miles de artículos confeccionados en caucho, todos ellos para cumplir distintos objetivos. Uno de esos usos es el de la fabricación

de neumáticos, llantas y artículos impermeables. En este caso el material es muy requerido porque cuenta con una gran elasticidad y resistencia tanto a los ácidos como a las sustancias alcalinas.

Por otra parte, resulta ser muy resistente al agua y es aislante de la electricidad y de la temperatura. Otro uso que se le puede dar a este polímero – aunque no sea tan frecuente – es el de la confección de prendas de vestir, cuyo origen data desde 1820, donde se lo empezó a utilizar para dar sensación de ropa con una segunda piel por debajo.

2.2.4. Neumáticos

El neumático, también denominado cubierta, goma o llanta en América, es una pieza fabricada con un compuesto basado en el caucho que se coloca en la rueda de un vehículo para conferirle adherencia, estabilidad y confort. Constituye el único punto de contacto del vehículo con el suelo y, por tanto, del neumático depende en buena medida el comportamiento dinámico del vehículo: es decir, cómo se mueve el vehículo sobre el terreno.



Imagen 14. Neumáticos para vehículos
Fuente: Motorpasión (2015)

2.2.4.1. Tipos de neumáticos

- **Neumáticos para coche**

Cando nos referimos a neumáticos para coche hablamos de la tipología más genérica que existe. Dentro de las diferentes características y tipologías de gomas para

coches que existen, todos los neumáticos tienen ciertas características que se consideran como las más básicas. Éstas son sección; el perfil del mismo o la relación de aspecto; el tipo de neumático del que estamos hablando, el cual podría ser radial, constructivo, etc.; el diámetro que posee el mismo, es decir la llanta que se utilizara; el índice de carga que posee; el código de la velocidad y también el índice de ruido, al cual también se le conoce como el índice de rumorosidad.

- **Neumáticos para furgoneta**

Los neumáticos para furgonetas, también conocidos como neumáticos para camiones ligeros, están especialmente diseñados para vehículos que soportan altas cargas y grandes velocidades. Con este tipo de neumáticos furgoneta se pueden llegar a alcanzar velocidades increíbles y no se corre ningún tipo de riesgo, tienen una excelente respuesta con respecto a la dirección del coche y por tal motivo es que se puede tener un estilo de conducción más deportiva.

Otra de sus virtudes es que apenas hacen ruido, de hecho, son bastante parecidos a los neumáticos de coches convencionales, pero con mejores características diseñadas exclusivamente para las furgonetas.

- **Neumáticos 4x4**

Los coches 4x4 o todoterreno utilizan otro tipo de neumáticos, los cuales están diseñados para poder resistir todo y de esta forma permitir que puedas conducirlos en todo tipo de terreno. Dependiendo del tipo de conducción y uso que le demos a nuestro todoterreno podemos encontrar tres tipos diferentes de neumáticos 4x4. El neumático de carretera (80/20), cuenta con una carcasa blanda que otorga un mayor confort en la conducción y un dibujo pensado para la correcta evacuación del agua.

En segundo lugar, está el neumático mixto (50/50), que cuenta con características de los neumáticos de carretera y de campo. Es un neumático más robusto que el de carretera, con un flanco reforzado y un dibujo más agresivo que lo hace más eficiente para conducir por barro y nieve. Y, por último, encontramos el neumático de campo (20/80), destaca principalmente por una carcasa muy rígida, unos flancos muy reforzados, una escultura de gran profundidad que ofrece una mayor adherencia al terreno no asfaltado.

- **Neumáticos de verano**

Pese a que sean conocidos como neumáticos de verano pueden utilizarse durante todo el año. Eso sí, su diseño y características constructivas están pensadas para rodar en época de verano y de calor, ya que la goma está optimizada para incrementar la adherencia en asfaltos con altas temperaturas, reducir la resistencia a la rodadura y permitir una conducción más suave y precisa en épocas sin nieve.

- **Neumáticos de invierno**

Se trata de la alternativa a las cadenas. Más completos que éstas y más cómodos de utilizar. Los neumáticos de invierno cuentan con unos compuestos especiales y unas láminas incrustadas en la banda de rodadura que no sólo lo hacen perfecto para rodar en terrenos nevados, sino también funcionan mejor que ninguno sobre mojado y cuando la temperatura exterior es menos a los 7 grados.

- **Neumáticos all seasons o de todo tiempo**

Un neumático all season es un neumático que se puede utilizar tanto en invierno como en verano, aunque nunca será tan bueno como un neumático de verano en verano y un neumático de invierno en invierno. Se trata de un tipo de goma muy utilizada en Norteamérica y su utilización dependerá mucho de la región en la que nos encontremos y del tipo de conductor. Es decir, Si hablamos de un conductor promedio que respeta los límites de velocidad y sabe adecuar prudentemente su conducción a las circunstancias, le pueden servir perfectamente. Son neumáticos que proporcionan más seguridad con climas fríos que los de verano, y con unas prestaciones correctas cuando hace calor.

2.2.4.2. Propiedades del neumático

Según la página web del SIGNUS (Sistema Integrado de Gestión de Neumáticos Usados), las principales propiedades de un neumático, en cualquiera de sus formas (entero, triturado o granulado) son:

- Capacidad de absorción de vibraciones
- Gran capacidad de drenaje

- Peso reducido
- Elevada resistencia al corte
- Alta resistencia a agentes climatológicos
- Flexibilidad
- Alto poder calorífico

2.2.4.3. Reciclaje de neumáticos

Existen fundamentalmente dos métodos de reciclado, llamados: Aplicación de calor y Método físico.

El **primero** de ellos consta a su vez de tres formas de reciclaje, a saber:

Termolisis: En este proceso se somete al neumático a un calentamiento a altas temperaturas, sin oxígeno. De esta manera se destruyen los enlaces químicos del neumático obteniéndose sus materiales con lo que permite volver a producirlo.

Pirólisis: Mediante el calor se produce la degradación del caucho por descomposición química de la materia orgánica, obteniendo un gas similar al propano y aceite industrial.

Incineración: Es la combustión completa de la materia orgánica hasta su conversión en cenizas. Este es un proceso costoso que genera calor que puede ser usado como energía.

El **segundo**, el método físico, también consta de tres maneras de reciclado:

Trituración criogénica: Este método necesita unas instalaciones muy complejas lo que hace que tampoco sean rentables. Es un sistema poco recomendable.

Trituración mecánica: En este proceso no existen agentes químicos ni calor. Consta de pasar el neumático inicial por una serie de triturados sucesivos hasta conseguir reducir su volumen a un tamaño muy pequeño.

Conversión de neumáticos en energía eléctrica: Una vez preparados los residuos de neumáticos se introducen en una caldera donde se realiza la combustión. El calor que se libera en la misma se convierte en vapor de elevada temperatura y presión que se conduce hasta una turbina. Al expandirse mueve la turbina y el generador acoplado a ella produce electricidad.

2.2.5. Carbón

Roca color castaño a negro, combustible y cuyo origen proviene de la acumulación y alteración fisicoquímica de materia vegetal. Las acumulaciones originales de la vegetación (primordialmente plantas leñosas), por lo general en pantanos o en un ambiente húmedo reductor, dieron por resultado la formación de turba, sustancia precursora del carbón.

La turba se convierte en carbón después de quedar sepultada y sujeta a procesos geológicos subsecuentes que comprenden un incremento de la presión y la temperatura, los cuales en forma progresiva comprimieron y endurecieron y fueron alterando a la materia a través de una serie de variedades carbonosas hasta llegar al extremo de convertirla en grafito o un material de tipo grafitico.



Imagen 15. Mampostería

Fuente: Rocas y minerales (2015)

2.2.6. Propiedades del carbón

Las propiedades que se van a estudiar del carbón son las mecánicas, térmicas, eléctricas y físicas. Estas propiedades, unas más que otras, van a ser importantes desde el punto de vista de la maquinaria y tecnología que se va a usar con el carbón.

Mecánicas

- Dureza
- Abrasividad
- Resistencia Mecánica
- Cohesión

- Friabilidad
- Fragilidad
- Triturabilidad

Térmicas

- Conductibilidad Térmica
- Calor específico
- Dilatación

Eléctricas

- Conductividad Eléctrica
- Constante dieléctrica

Físicas

- Densidad y peso específico
- Contenido en agua

2.2.7. Residuos del carbón

Los residuos de carbón grueso se pueden usar como relleno seco estable, pero ocupan una cantidad sustancial de espacio. Con un espacio limitado en este sitio, tanto el material fino como el grueso se transportaron fuera del sitio a vertederos. Esto afectó a la comunidad local en términos del nivel de polvo, ruido, amenidades visuales y tráfico vehicular pesado a lo largo de la ruta de disposición. El cliente pidió a Ausenco que desarrolle una solución para reducir la eliminación fuera del sitio en un 60% en los ensayos y finalmente eliminar la eliminación fuera del sitio.

Se utiliza los descartes finos de carbón para formar un vehículo para transportar residuos de carbón grueso. Este método de "co-eliminación" es una práctica común en la minería del carbón, sin embargo, modificamos la suspensión a una concentración de sólidos sustancialmente más alta que la metodología de co-eliminación convencional (55% a 65% versus 35% a 40% en peso) y determinamos un proceso óptimo para inyectar la suspensión detrás de los tapones subterráneos en el goaf operativo.

2.3. Marco legal

2.3.1. Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial No. 449, 20 de octubre del 2008 (Asamblea Constituyente, 2008).

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. (Asamblea Constituyente, 2008).

Art. 52.- Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características (Asamblea Constituyente, 2008).

Art. 54.- Las personas o que produzcan o comercialicen bienes de consumo, serán responsables civil y penalmente por la calidad defectuosa del producto, o cuando sus condiciones no estén de acuerdo con la publicidad efectuada o con la descripción que incorpore (Asamblea Constituyente, 2008).

Art. 66, numeral 15.- El derecho a desarrollar actividades económicas, en forma individual o colectiva, conforme a los principios de solidaridad, responsabilidad social y ambiental (Asamblea Constituyente, 2008).

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. (Asamblea Constituyente, 2008).

Art. 83, numeral 6.- Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible. (Oficial, 2008).

Art. 385, numeral 3.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad (Asamblea Constituyente, 2008).

2.3.2. Normativa ambiental ecuatoriana para el manejo de los residuos sólidos urbanos.

El manejo de residuos sólidos que involucra a varios sectores de la sociedad, tanto públicos como privados, requiere de un marco jurídico institucional que norme esta actividad (Muñoz, 2014). A continuación, se expone cada uno de estos instrumentos jurídicos dentro del marco de la competencia de este manual.

En la Constitución de la República del Ecuador, en el artículo 14 “reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*...”

El artículo 264, dispone que los Gobiernos Municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determina la ley: Prestar los servicios de agua potable..., manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

En cuanto a las leyes, se encuentra:

La Ley de Gestión Ambiental, que establece los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje, reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas sustentables, respeto a las culturas y prácticas tradicionales.

La Ley de la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, contempla disposiciones de prohibición de contaminación del aire, agua y suelo; cuyas fuentes potenciales de contaminación se describen en la misma Ley.

El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), en el artículo 4, establece los fines de los gobiernos autónomos descentralizados; siendo uno de aquellos “...d) La recuperación y conservación de la naturaleza y el mantenimiento de medio ambiente sostenible y sustentable;...f) La obtención de un hábitat seguro y saludable para los ciudadanos”.

El artículo 55 *ibídem* delimita las competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal, siendo las de interés para el tema que nos ocupa las que a continuación se detallan “...a) Planificar, junto con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad, el desarrollo cantonal...d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley”

En lo que respecta a Reglamentos y Acuerdos Ministeriales:

En el Acuerdo Ministerial No. 061, Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULSMA), conforme al artículo 47 sobre las Políticas Nacionales de Residuos Sólidos señala que el Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional de gestión integral de los residuos sólidos en el país, como una

responsabilidad compartida por toda la sociedad, que contribuya al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales nacionales (Ministerio del Ambiente, 2014).

En su artículo 55 describe la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos, como el conjunto de acciones y regulaciones con el objetivo de dar a los residuos sólidos no peligrosos el destino más apropiado desde el punto de vista técnico, económico y medioambiental (Ministerio del Ambiente, 2014).

En este artículo se puede resaltar que se menciona las posibilidades de recuperación y aprovechamiento, así como de su comercialización. Además, entre otras acciones plantea la separación en la fuente, que sería realmente provechosa para los recicladores de base, para que los residuos recuperables no sean contaminados por otros tipos de desechos y aumenten su valor de comercialización.

En el artículo 57 se establecen las Responsabilidades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, dentro de las cuales en el literal b) establece la implementación de programas educativos para fomentar la cultura de la minimización de generación de residuos, separación en la fuente, reciclaje entre otros mencionados. Igualmente, en el artículo 57 literal d) establece el promover la instalación y operación de centros de recuperación de residuos sólidos aprovechables, con la finalidad de fomentar el reciclaje.

Finalmente, en lo que respecta a *ordenanzas municipales* se encuentra:

La Ordenanza Metropolitana No. 332, que establece como fines del sistema de gestión integral de residuos sólidos en el Distrito Metropolitano de Quito, la reducción de residuos sólidos desde la fuente de generación; el fomento de la organización social mediante el aprovechamiento de los residuos sólidos, su reutilización y reciclaje; y el establecimiento de lineamientos, mecanismos e instrumentos principales para sustentar programas metropolitanos que promuevan las buenas prácticas de producción, manejo y separación, comercio, reconversión y reciclaje, consumo, eliminación y disposición de los residuos en el territorio del Distrito Metropolitano de Quito (EMASEO EP, 2014).

En su artículo 7 se establece que los residuos sólidos que sean depositados en la vía pública o en los sitios de recolección designados por las autoridades respectivas serán propiedad de la Municipalidad del Distrito Metropolitano de Quito. En el artículo 8,

literal f) plantea auspiciar programas de reciclaje a través de entidades sin fines de lucro.

Dentro de los Principios que rigen el sistema integral de residuos sólidos en el DMQ, se menciona en la misma Ordenanza la separación en la fuente, de manera que sea viable, eficiente, adecuada su recolección y traslado hacia centros de acopio, gestión y procesamiento.

En el artículo 89, de Reconocimiento, establece: la Municipalidad del Distrito Metropolitano de Quito deberá emprender programas y proyectos que propendan la inclusión económica y social de los recicladores fomentando su asociación e integración, reconociendo su labor como fuente de trabajo y sustento económico. Los recicladores, deberán dentro del proceso de regularización que la Municipalidad realice, calificarse como gestores ambientales de menor escala en la Secretaría de Ambiente.

En el artículo 93, con respecto a Obligaciones del Municipio de Quito, se establece que prestará las facilidades que estén a su alcance y la capacitación necesaria para los gestores ambientales calificados de menor escala, para que puedan optimizar su labor con el fin de prestar un servicio técnico esencial para la ciudad.

En el artículo 103, de las contravenciones de primera clase, establece que serán reprimidos con una multa del 0,2 RBU (Remuneración Básica Unificada) quienes cometan las siguientes contravenciones, ítem 6, ensuciar el espacio público con residuos por realizar labores de minado o recolección de residuos.

La Ordenanza Metropolitana No. 138, en el Art. 1, determina como objeto establecer y regular las etapas, procesos y requisitos del Sistema de Manejo Ambiental del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ), para la prevención, regularización, seguimiento y control ambiental de los riesgos e impactos ambientales que generen o puedan generar los diferentes proyectos, obras y actividades a ejecutarse, así como aquellos que se encuentran en operación, dentro de la jurisdicción territorial del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).

En el Art. 2. Segundo inciso de la Ordenanza Metropolitana No. 138, se determina que la Autoridad Ambiental Distrital (en adelante AAD) es la instancia municipal competente para administrar, ejecutar y promover el sistema de manejo ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito.

Se establecen Instructivos de Aplicación de la Ordenanza Metropolitana No. 138, entre los cuales se especifica el Instructivo General de Aplicación de la Ordenanza Metropolitana No. 138 (ANEXO A), que es el documento administrativo que establece los procedimientos, requerimientos y elementos necesarios para la aplicación de sus disposiciones. Está dirigido a todas las personas naturales y jurídicas en función de lo contemplado en el alcance de la Ordenanza.

En el literal 2.6 de los Gestores Ambientales, establece: Para el caso de aquellos gestores ambientales de residuos calificados de menor escala por la Ordenanza Metropolitana Integral de Residuos Sólidos (OM 332), únicamente se requiere la obtención de una Autorización de Gestor Ambiental del DMQ, para lo cual se anexa (Anexo 3) al presente el formato de solicitud.

Todos los gestores ambientales de residuos calificados, conforme las competencias del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, deben presentar el Informe Anual de Gestión de Residuos hasta el 15 de enero de cada año. El formato del informe se encontrará publicado en la página web de la Secretaría de Ambiente.

2.3.3. Norma Ecuatoriana de la Construcción.

En 2014 se oficializan los primeros capítulos contemplados para la NEC, relacionados con la seguridad estructural de las Edificaciones. La Norma Ecuatoriana de la Construcción “NEC”, promovida por la Subsecretaria de Hábitat y Asentamientos Humanos del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) (MIDUVI & CAMICON, 2014).

2.3.3.1. NTE INEN 2380: requisitos de desempeño que deben cumplir los cementos hidráulicos.

Establece los requisitos de desempeño que deben cumplir los cementos hidráulicos y clasifica a los cementos de acuerdo a sus propiedades específicas sin considerar restricciones sobre su composición o la de sus constituyentes. Esta norma establece los siguientes seis tipos de cementos:

- Tipo GU: Para construcción en general.
- Tipo HE: Alta resistencia inicial.
- Tipo MS: Moderada resistencia a los sulfatos.

- Tipo HS: Alta resistencia a los sulfatos.
- Tipo MH: Moderado calor de hidratación.
- Tipo LH: Bajo calor de hidratación.

Adicionalmente, esta norma indica que cuando no se especifica el tipo de cemento, se deducirá que el cemento a usar es el Tipo GU. La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2380 equivale a la ASTM C 1157.

2.3.3.2. NTE INEN 3040: adoquines de hormigón, requisitos y métodos de ensayo.

Esta norma ecuatoriana especifica los materiales, propiedades, requisitos y métodos de ensayo de los adoquines prefabricados de hormigón no armados y sus accesorios complementarios, para ser instalados en cubiertas o áreas sometidas de tránsito de personas y vehículos; en espacios residenciales, comerciales o industriales-, de carácter privado o público; ya sea a la intemperie o bajo cubierta.

Esta norma no trata la visibilidad o la factibilidad de los adoquines. Se aplica tanto a adoquines permeables.

Requisitos de los materiales.

Generalidades, en la fabricación de adoquines de hormigón solamente se deben utilizar materiales cuyas propiedades y características sean las adecuadas para ello. Los requisitos de idoneidad de los materiales utilizados deben recogerse en la documentación de control de producción del fabricante.

Amianto, para la fabricación de adoquines, no debe utilizarse amianto o materiales que contengan amianto.

Requisitos de los productos.

Generalidades, los adoquines pueden ser fabricados mono-capas, con un solo tipo de hormigón, o doble capa, con diferentes tipos de hormigón en su capa superficial y de apoyo.

Cuando los adoquines sean fabricados con capa superficial, o doble capa, esta, debe tener un espesor mínimo 4 mm sobre el área declarada por el fabricante.

Se deben ignorar las partículas aisladas de áridos de su estructura principal que pueden quedar introducidas en la parte interior de la capa superficial. La capa superficial **debe considerarse como parte integrante del adoquín.**

Una arista puede considerarse biselada; cuando sus dimensiones verticales u horizontales no deben superar los 2 mm.

Una arista biselada que exceda los 2 mm debe considerarse como achaflanada. Sus dimensiones deben ser declaradas por el fabricante.

La superficie de los adoquines puede ser texturizada, ser sometida a un tratamiento secundario o ser tratada químicamente; estos acabados o tratamientos deben ser declarados y descritos por el fabricante.

Formas y dimensiones.

Todas las referencias dimensionales, toman en consideración a las dimensiones nominales.

Dimensiones nominales, las dimensiones nominales deben ser declaradas por el fabricante, en una ficha técnica.

Propiedades físicas y mecánicas. Métodos de ensayo.

Generalidades, los adoquines deben cumplir los siguientes requisitos, para ser declarados conformes para el uso del fabricante. Cuando los accesorios complementarios no puedan ser ensayados de acuerdo con esta norma, se consideran conformes con ella siempre que se demuestre que el hormigón utilizado en su fabricación tiene la misma calidad que el empleado en adoquines que cumplan con esta norma.

Resistencia climática por absorción total de agua. - Características, los adoquines deben cumplir con un índice de adsorción inferior o igual a 6%

Resistencia a la rotura por tracción indirecta. - Características, la resistencia a la tracción indirecta (T) debe ser superior a 3,6 MPa ningún valor individual debe ser inferior a 2.9 MPa ni tener una carga de tracción indirecta por unidad de longitud (F) inferior a 250 N/mm.

Durabilidad de la resistencia, En condiciones normales de uso, los usos, los adoquines prefabricados de hormigón mantendrán una resistencia satisfactoria, siempre y cuando cumplan con lo establecido por las características y estén sometidos a un mantenimiento normal.

2.3.4. Instructivo para la gestión integral de neumáticos usados

Usados. Art. 3.-Los neumáticos usados son considerados desechos especiales según el Acuerdo Ministerial No. 142 de 11 de octubre del 2012, publicando en el Registro

Oficial No. 856 de 21 de diciembre de 2012. Para efectos de cumplimiento de este instructivo se considerará lo descrito en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN No. 2096 Neumáticos. Definición y Clasificación.

Art. 4.-De los principios. -Para efectos de la aplicación del presente Acuerdo Ministerial se deberá considerar los siguientes principios. Preventivo o Prevención. - Es la obligación que tiene el Estado, a través de sus instituciones y órganos y de acuerdo a las potestades públicas asignadas por ley de adoptar las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño.

El principio de precaución se aplica cuando es necesario tomar una decisión u optar entre alternativas en una situación en que la información técnica y científica es insuficiente o existe un nivel significativo de duda en las conclusiones del análisis técnico-científico. En tales casos el principio de precaución requiere que se tome la decisión que tiene el mínimo riesgo de causar, directa o indirectamente, daño al ecosistema.

Principio precautorio.-Es la obligación que tiene el Estado, a través de sus instituciones y órganos y de acuerdo a las potestades públicas asignadas por ley, de adoptar medidas protectoras eficaces y oportunas cuando haya peligro de daño grave o irreversible al ambiente, la ausencia de certidumbre científica, no será usada por ninguna entidad regulatoria nacional, regional, provisional o local como una razón para posponer las medidas costo-efectivas que sean del caso para prevenir la degradación del ambiente.

De la mejor tecnología disponible. -Toda actividad que pueda producir un impacto o riesgo ambiental, debe realizarse de manera eficiente y efectiva, esto es, utilizando los procedimientos técnicos disponibles más adecuados, para prevenir y minimizar el impacto o riesgo ambiental.

Principio de proximidad.-Para optimizar la gestión integral de los neumáticos usados y mejor aprovechamiento de los recursos utilizados para el cumplimiento de las diferentes fases de gestión del residuo, el generador de neumáticos usados debe asegurar que exista una cobertura de puntos de acopio primario o centros de acopio temporal, igual o mayor a su red de comercialización o distribución.

Art. 5.-Definiciones.-Las siguientes definiciones en el ámbito del presente Acuerdo.

Reciclaje.-Proceso mediante el cual, previa una separación y clasificación selectiva de desechos, se los aprovecha, transforma y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como energía o materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas tales como procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva, acopio, reutilización, transformación y comercialización.

Recolección.-Acción de acopiar, recoger los neumáticos usados al equipo destinado a transportarlo a las instalaciones de almacenamiento, eliminación, o a los sitios de disposición final. Re uso.-Utilización de neumáticos o de materiales presentes en ellos, en su forma original o previa preparación, como materia prima en un proceso de producción.

Tratamiento.-Conjunto de procesos, operaciones o técnicas de transformación física química del neumático para modificar sus características o aprovechar su potencial y en el cual se puede generar un nuevo residuo sólido con características diferentes.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Metodología.

La metodología de investigación es una estrategia utilizada para implementar un plan para el desarrollo de un estudio (Robles, 2019).

En referencia a esto, dentro de la investigación presentada se utilizarán métodos como el método hipotético deductivo, además del método empírico de experimentación científica, de esta forma se incluye el desarrollo de los mismos:

Método Deductivo: Parte de fenómenos generales para llegar a uno particular. Esto se refiere a la aplicación de principios, teorías y leyes a casos particulares.

Método Analítico: Estudia las partes que conforman un todo, estableciendo sus relaciones de causa, naturaleza y efecto, va de lo concreto a lo abstracto. Desde esa perspectiva, los valores que difieren cada proyecto de referencia, se distinguen para caracterizar posibles consecuencias; además de que dichas observaciones, sirven para contemplar hechos determinados por un análisis, lo que se considerará para la etapa experimental.

Método Sintético: Estudia las relaciones que establecen las partes para reconstruir un todo o unidad, a partir del reconocimiento y comprensión de dichas relaciones bajo la perspectiva de totalidad, va de lo abstracto a lo concreto

Método Científico: Procedimiento riguroso y lógico que permite la adquisición de conocimiento objetivo a partir de la explicación de fenómenos, de crear relaciones entre hechos y declarar leyes.

En el caso de este proyecto, las generalidades se basan en estudios relacionados con bloques elaborados a partir de residuos, se describen los procesos de cada experimentación, de esta manera se éstos criterios dentro de la particularidad de la propuesta. Con este método se definen propiedades de cada estudio analizado, y se utilizarán para formar parte de las conclusiones de este proyecto, a modo comparativo, y ofrecer resultados objetivos conforme a los bloques hechos de residuos. Para el uso de este método, es necesario implementar recursos métricos (encuesta) dentro de la investigación, esto en referencia a los objetivos trazados, y verificar el cumplimiento de cada uno de ellos.

3.2. Tipo de investigación.

3.2.1. Investigación de campo.

Se refiere a que la investigación se realiza en el mismo lugar en el que se origina la problemática y al estar directamente en contacto con los involucrados, se establece en Guayaquil, por ser una ciudad en la que existen centros de acopio para el reciclaje de neumáticos y carbón, y en sus zonas regeneradas existen viviendas de interés social de clase media, se analizan las condiciones de vida. Se determina que vivir en un ambiente poco acogedor perjudica el buen desempeño del individuo.

Además de puntualizar la problemática dentro de la investigación, se incorporan otros criterios como las medidas que han sido consideradas en las instituciones implicadas, todo debidamente descrito en el marco legal, además del marco referencial, en el que se evidencian propuestas similares y sus alcances normativos.

3.2.2. Investigación experimental.

El objetivo se centra en inspeccionar el fenómeno a estudiar es decir se utiliza el razonamiento hipotético- deductivo, primeramente, de forma empírica con la elaboración artesanal y posteriormente con la experimentación en laboratorio del prototipo con residuos de neumáticos, además obtener un resultado de análisis de los posibles cambios que puedan surgir al ser sometido a condiciones de calor y humedad, ensayos que se efectúan para verificar y recomendar su uso.

Dentro de las características de este tipo de investigación, se acogen las opiniones de otros especialistas que, han basado sus teorías en hechos que han sido útiles para demostrar sus experimentos, así mismo, se valorarán circunstancias previas que definan una hipótesis, y así verificar en un sistema documentado, la afirmación o negación de lo que se pretende.

3.2.3. Investigación exploratoria.

Para lo cual se procede con la recolección de información primaria basada en la observación directa in situ y en la recolección de información secundaria de fuentes externas como publicaciones, datos e informes de los gobiernos autónomos descentralizados municipal, provincial y también de organismos como INEN, CAMICON, INEC.

3.2.4. Investigación descriptiva.

La investigación descriptiva se encarga de puntualizar las características de la población que está estudiando. Esta metodología se centra más en el “qué”, en lugar del “por qué” del sujeto de investigación. En otras palabras, su objetivo es describir la naturaleza de un segmento demográfico, sin centrarse en las razones por las que se produce un determinado fenómeno. Es decir, “describe” el tema de investigación, sin cubrir “por qué” ocurre (Muguira, 2018).

Para identificar tipologías de mamposterías y bloques dentro del cantón, además de los centros de acopio para su reciclaje, y las normas que la regulan. La información así recabada, se trata con herramientas informáticas para su procesamiento y posterior análisis. En concordancia a los tópicos tratados, se describen conceptos de importancia, tales como tipos y características de bloques para mampostería, los agregados finos, agregados gruesos, sus respectivas funciones y propiedades físicas y químicas elementales.

Al ser el cantón Guayaquil, uno de los más grandes del país se cuenta con el material de reciclaje (caucho) ya que por ella circula y tiene un gran parque automotor, y siendo a la vez que la ciudad se ha extendido de gran manera dando paso a toda clase de construcciones tales como: urbanizaciones, condominios, edificios, etc. Se ajusta de manera perfecta para la producción y comercialización de este proyecto.

3.3. Enfoque.

Enfoque **Cuantitativo**: parte del estudio del análisis de datos numéricos, a través de la estadística, para dar solución a preguntas de investigación o para refutar o verificar una hipótesis (Sinnaps, 2019).

Enfoque **Cualitativo**: parte del estudio de métodos de recolección de datos de tipo descriptivo y de observaciones para descubrir de manera discursiva categorías conceptuales (Sinnaps, 2019).

Enfoque **Mixto**: consiste en la integración de los métodos cuantitativo y cualitativo, a partir de los elementos que integran la investigación (Sinnaps, 2019).

En esta investigación del trabajo de titulación que se presenta, se desarrolla con un *enfoque cualitativo y cuantitativo* y por ende el *mixto* que va encauzando al problema de la contaminación ambiental provocada por los desperdicios metálicos,

determinando el estudio del problema y aclarando los motivos dentro del contexto al que pertenece, tratando de solucionarlo de forma adecuada, rápida y precisa.

3.4. Técnicas e Instrumentos.

3.4.1. Laboratorio.

Toda aseveración puede ser real o falsa, hasta no ser comprobada. En este caso, la investigación permite afirmar o desmentir si es posible crear un bloque simple más residuos carbonosos y caucho reciclado. Para ello es necesario tener la evidencia contundente para sostenerlo. Es por eso que las pruebas de laboratorio son tan importantes en este trabajo de tesis.

Muchos factores intervienen al tomar una decisión concluyente sobre la invención de un nuevo material, en caso que comete, el encontrar valores iguales o mayores a los convencionales en las pruebas de laboratorio, dará el indicio de la comprobación o desaprobación de la hipótesis. Todo el proceso estará debidamente documentado y descrito en la sección de la propuesta, incluyendo fotos y su respectivo análisis, además de documentos que fundamenten lo explicado dispuestos en los anexos.

3.4.2. Encuesta.

Es una técnica de recogida de la información a través de preguntas sistematizadas en un cuestionario impreso, el modelo de la misma puede visualizarse en anexos (Ver anexo 1). El cuestionario es la aplicación de preguntas con alternativas cerradas de respuestas tipo Likert, con una escala de valoración del 1 al 5 considerando los siguientes parámetros:

5 = Totalmente de acuerdo.

4 = Muy de acuerdo.

3 = De acuerdo.

2 = Parcialmente de acuerdo.

1 = En desacuerdo.

3.5. Población.

Profesionales, maestros y personal técnico de la construcción, en la ciudad de Guayaquil. Para definir el universo de estudio, se tomó como población al número de establecimientos dedicados a la industria de la construcción en la provincia del

Guayas, que según INEN (2010), se registran 2269 empresas con ese fin, entre éstas están distribuidoras de materiales, talleres de hierro, aluminio y vidrio, constructoras, entre otras. No obstante, se debe limitar y/o considerar las existentes en Guayaquil, por esto el número de empresas mencionadas se lo dividirá para los 25 cantones de la provincia del Guayas, determinando una población estándar de 92 empresas para el cantón Guayaquil.

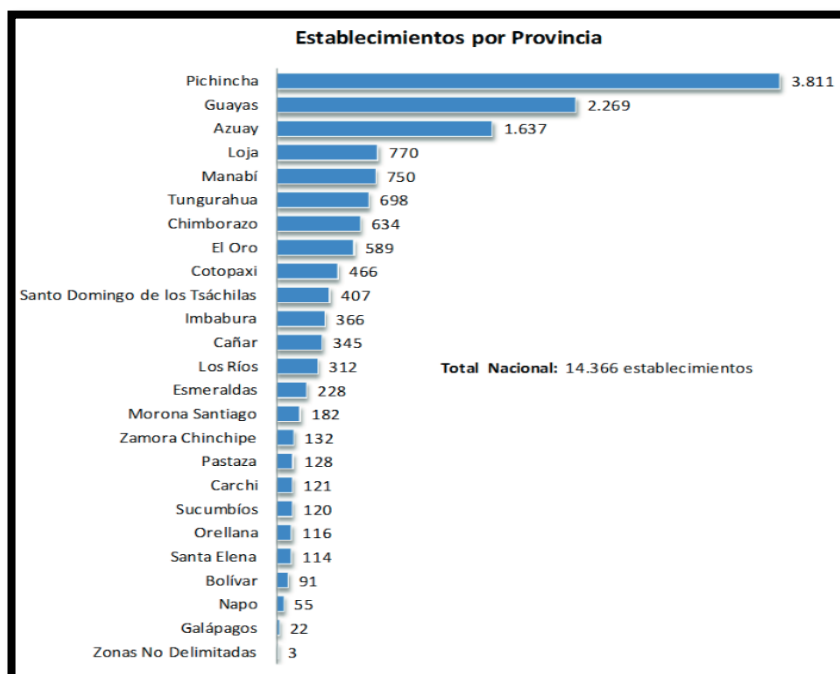


Imagen 16. Opinión sobre los bloques en sus diseños

Fuente: INEC (2010)

3.6. Muestra.

Para definir la muestra, se tomó el mismo dato de población que es el número de 92 establecimientos dedicados a la industria de la construcción en la provincia del Guayas, dado que es un valor menor y según recomiendan textos, cuando el universo de estudio es pequeño, se aconseja tomar como muestra el mismo, es decir el 100% del sector analizado.

En consecuencia, se realizó la encuesta a 92 personas representantes o personal autorizado en dichas compañías, entre ellos estaban arquitectos, ingenieros civiles y trabajadores generales de la construcción, empleados de constructoras como Construdipro, Investeam, Suma Proyectos, Rambaq, además personas independientes que laboran como responsables técnicos, fiscalizadores, constructores, diseñadores, entre otros oficios relacionados.

3.7. Análisis de resultados.

3.7.1. Tratamiento de la información

Pregunta 1

1. ¿Incorpora de manera frecuente bloques en sus diseños?

Tabla 2

Opinión sobre los bloques en sus diseños

| Opción | Cantidad | Porcentaje |
|-------------------------|-----------|------------|
| Totalmente de acuerdo | 84 | 91 |
| Muy de acuerdo | 8 | 9 |
| De acuerdo | 0 | 0 |
| Parcialmente de acuerdo | 0 | 0 |
| En desacuerdo | 0 | 0 |
| Total | 92 | 100 |

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

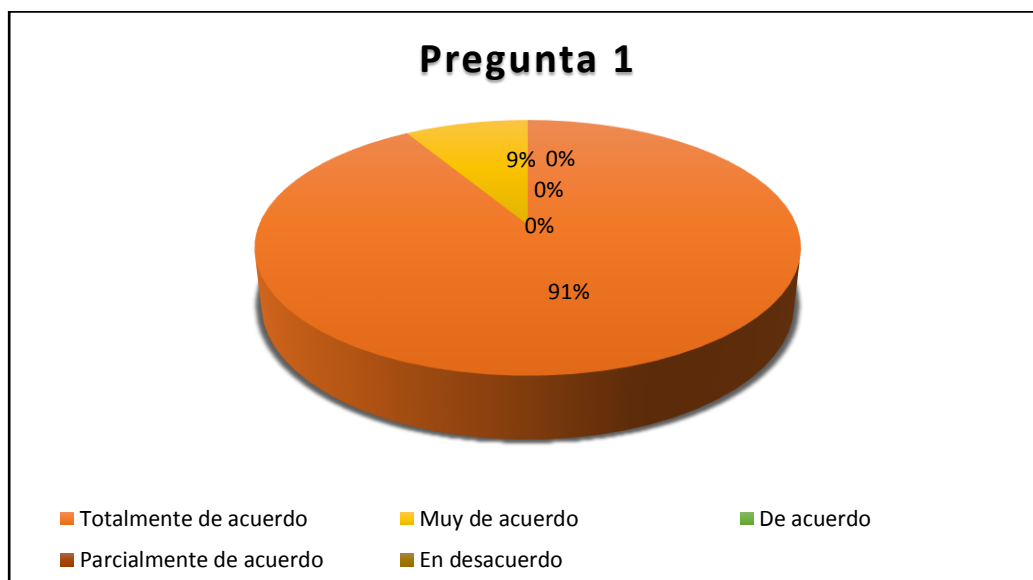


Imagen 17. Opinión sobre los bloques en sus diseños

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

Análisis

Las personas que fueron encuestadas admiten que en sus diseños usan en la gran mayoría de veces, bloques para viviendas, esto en referencia a las opciones totalmente de acuerdo (91%) y de acuerdo (9%).

Pregunta 2

2. ¿Considera que el uso de bloques para mampostería genera versatilidad?

Tabla 3

Opinión sobre la versatilidad en bloques

| Opción | Cantidad | Porcentaje |
|--------------------------------|-----------|------------|
| Totalmente de acuerdo | 52 | 57 |
| Muy de acuerdo | 24 | 26 |
| De acuerdo | 16 | 17 |
| Parcialmente de acuerdo | 0 | 0 |
| En desacuerdo | 0 | 0 |
| Total | 92 | 100 |

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

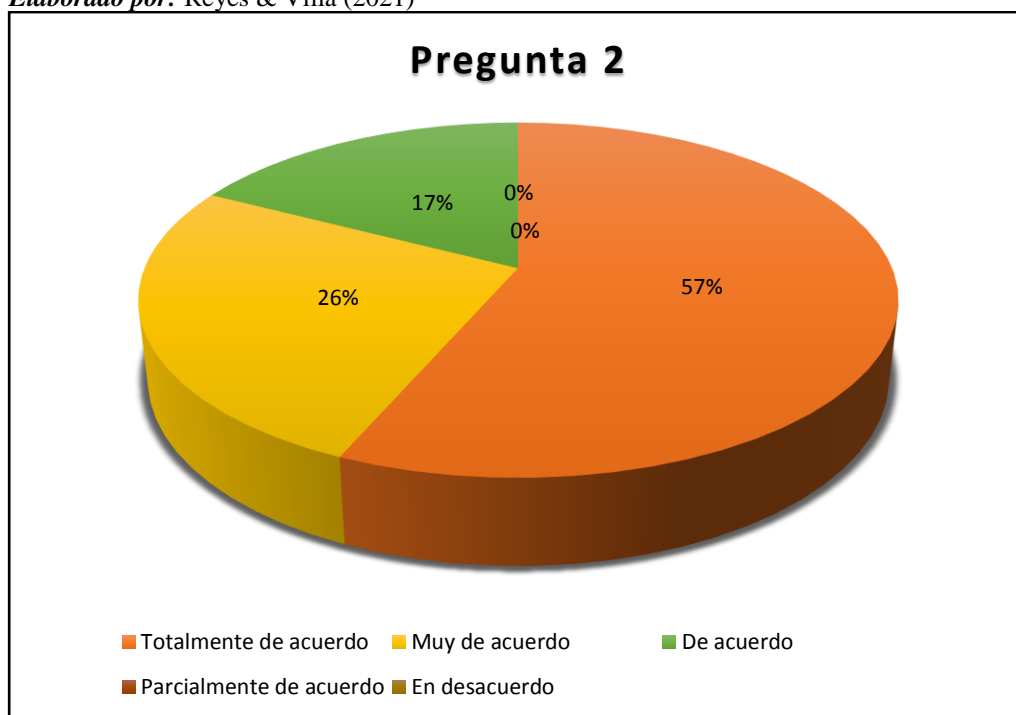


Imagen 18. Opinión sobre la versatilidad en bloques

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

Análisis

Totalmente de acuerdo y de acuerdo fueron las opciones elegidas en su mayoría, 57% y 26% respectivamente al preguntar si con los bloques se pueden tener infinidad de diseños.

Pregunta 3

3. ¿Ha escuchado de otros tipos de agregados para la realización de bloques?
¿Cuáles?

Tabla 4

Conocimiento de nuevos agregados para bloques

| Opción | Cantidad | Porcentaje |
|-------------------------|-----------|------------|
| Totalmente de acuerdo | 32 | 35 |
| Muy de acuerdo | 52 | 57 |
| De acuerdo | 8 | 9 |
| Parcialmente de acuerdo | 0 | 0 |
| En desacuerdo | 0 | 0 |
| Total | 92 | 100 |

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

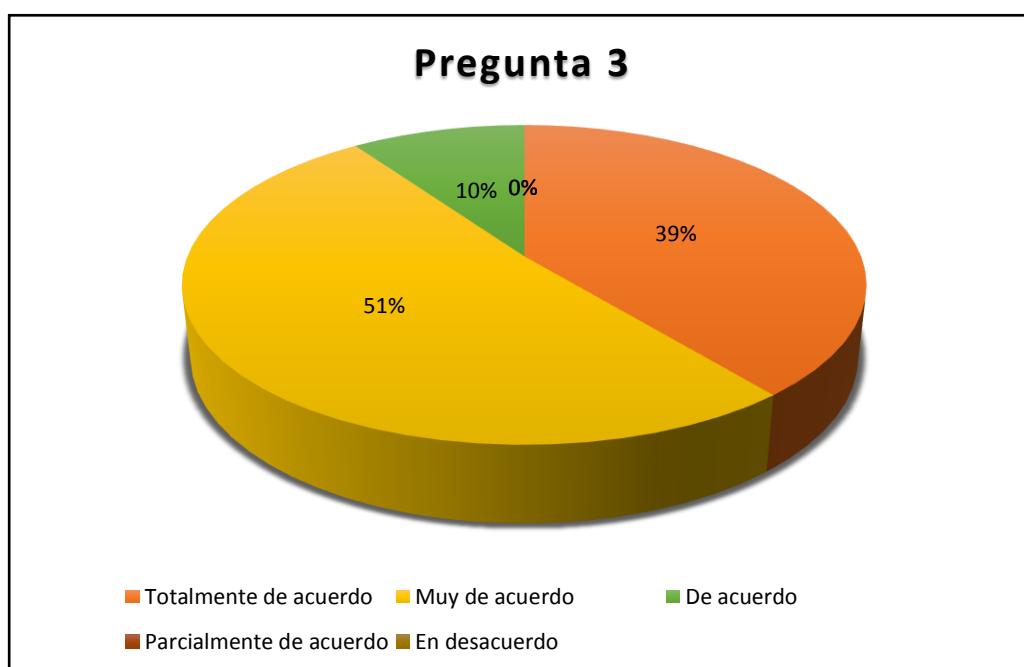


Imagen 19. Conocimiento de nuevos agregados para bloques

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

Análisis

Los profesionales admiten que han escuchado de otros agregados en la elaboración de bloques, el 39% lo dijo; además del 51% de encuestados que dijo que estar de acuerdo, también el 10% no definió una posición frente a este tema.

Pregunta 4

4. ¿Ha comprobado los beneficios de usar otros agregados en la elaboración de bloques de mampostería?

Tabla 5

Los beneficios de usar otros agregados

| Opción | Cantidad | Porcentaje |
|-------------------------|-----------|------------|
| Totalmente de acuerdo | 18 | 20 |
| Muy de acuerdo | 35 | 38 |
| De acuerdo | 35 | 38 |
| Parcialmente de acuerdo | 4 | 4 |
| En desacuerdo | 0 | 0 |
| Total | 92 | 100 |

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

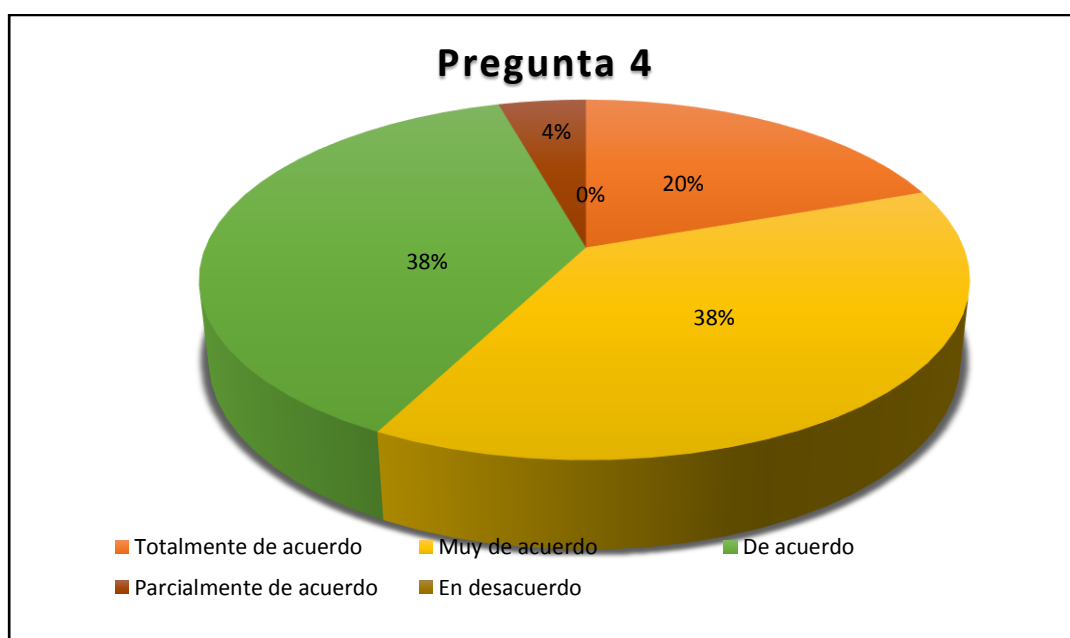


Imagen 20. Los beneficios de usar otros agregados

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

Análisis

En este punto había opiniones divididas, sin embargo, la mayoría dijo que estaba de acuerdo (38%), con su comprobación de otros agregados en bloques, igualmente otros estaban ni de acuerdo ni desacuerdo (38%) en eso, y solo un 4% dijo estar en desacuerdo.

Pregunta 5

5. ¿Cree en la posibilidad de hacer bloques con residuos de neumáticos y carbón?

Tabla 6

La aceptación de bloques con residuos

| Opción | Cantidad | Porcentaje |
|--------------------------------|-----------|------------|
| Totalmente de acuerdo | 48 | 52 |
| Muy de acuerdo | 24 | 26 |
| De acuerdo | 12 | 13 |
| Parcialmente de acuerdo | 4 | 4 |
| En desacuerdo | 4 | 4 |
| Total | 92 | 100 |

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

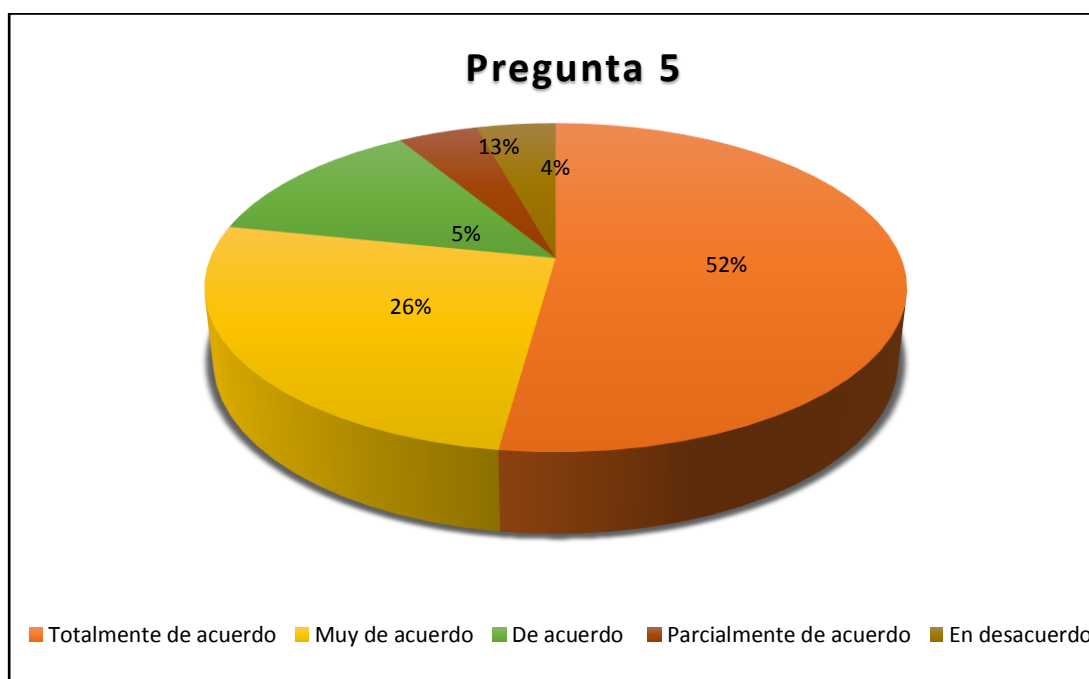


Imagen 21. Opinión sobre los bloques en sus diseños

Fuente: La aceptación de bloques con residuos

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

Análisis

Se reflejó una mayoría positiva con la posibilidad de realizar bloques con residuos de neumáticos, así lo afirmaron 52% de las personas, además del 26% de ellos, aunque el 4% no definían su posición, y sólo el 4% está en desacuerdo.

Pregunta 6

6. ¿La posibilidad de esto, también deduce ahorro de costos?

Tabla 7

La deducción de ahorro con bloques de residuos

| Opción | Cantidad | Porcentaje |
|-------------------------|-----------|------------|
| Totalmente de acuerdo | 12 | 13 |
| Muy de acuerdo | 52 | 57 |
| De acuerdo | 28 | 30 |
| Parcialmente de acuerdo | 0 | 0 |
| En desacuerdo | 0 | 0 |
| Total | 92 | 100 |

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

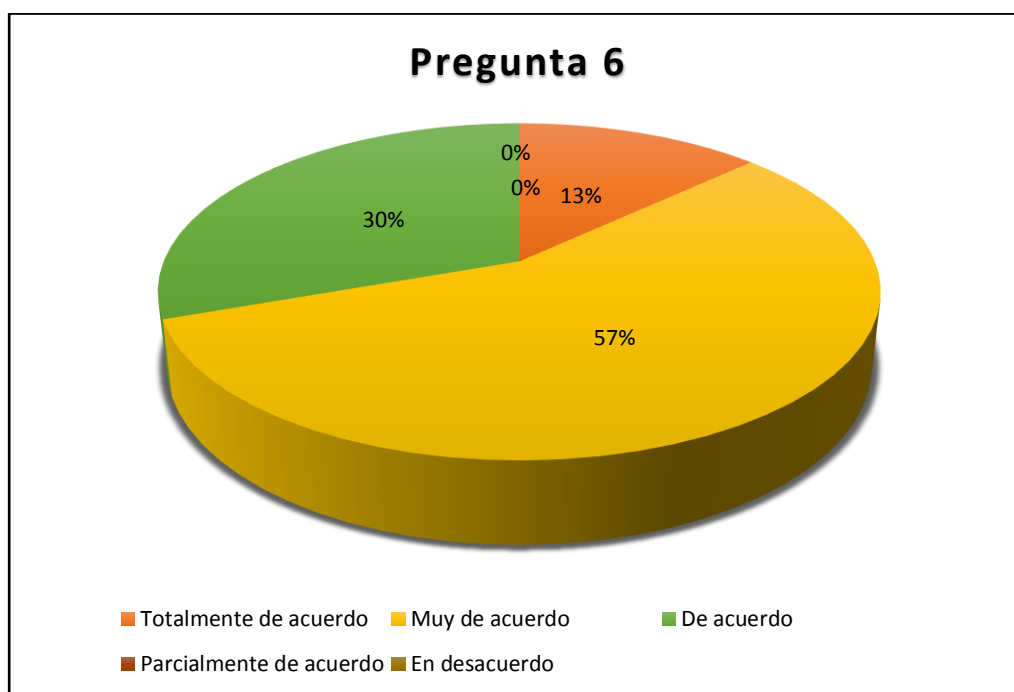


Imagen 22. La deducción de ahorro con bloques de residuos

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

Análisis

La reducción de costos es el que denota más inquietudes en los encuestados, ya que al preguntar si se puede obtener un bloque con residuos de neumáticos a bajo precio, ellos dijeron en su mayoría estar de acuerdo, con un 57% de aprobación.

Pregunta 7

7. ¿La posibilidad de esto, también deduce buena calidad?

Tabla 8

La deducción de calidad en bloques de residuos

| Opción | Cantidad | Porcentaje |
|--------------------------------|-----------|------------|
| Totalmente de acuerdo | 12 | 13 |
| Muy de acuerdo | 32 | 35 |
| De acuerdo | 48 | 52 |
| Parcialmente de acuerdo | 0 | 0 |
| En desacuerdo | 0 | 0 |
| Total | 92 | 100 |

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

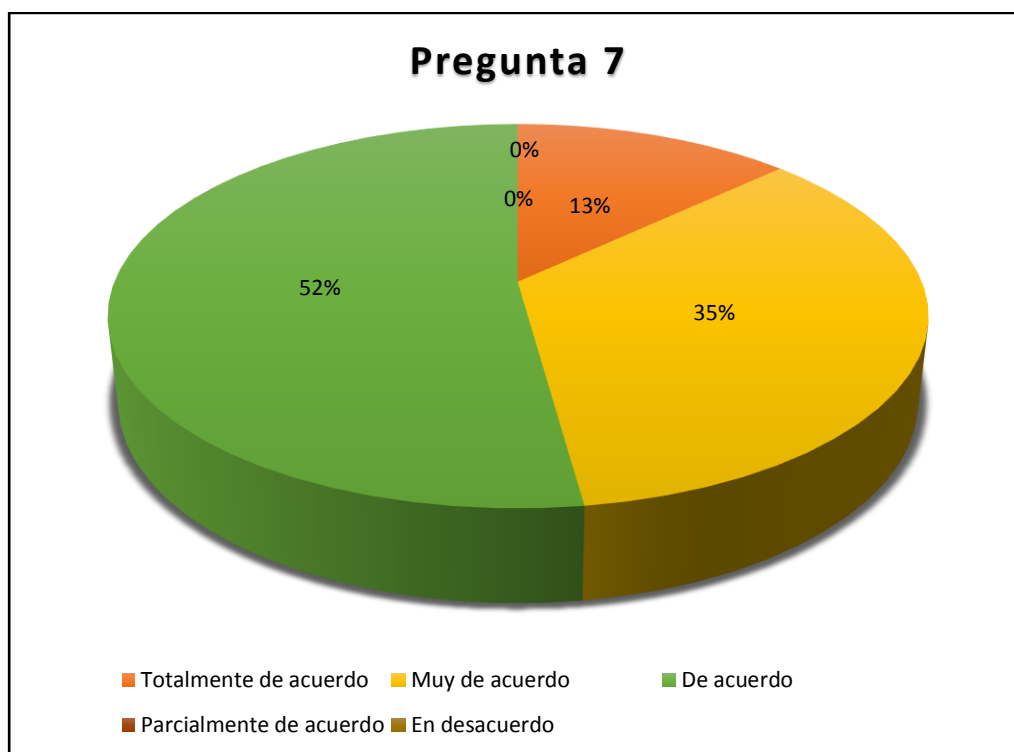


Imagen 23. La deducción de calidad en bloques de residuos

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

Análisis

La calidad que puede representar la propuesta es un tema que deja opiniones divididas, sin embargo, varios dijeron que sí se lograría, con el 48% que está de acuerdo.

Pregunta 8

8. ¿Le parece que este proyecto aporta a las viviendas de la ciudad?

Tabla 9

El aporte de proyecto a las viviendas de la ciudad

| Opción | Cantidad | Porcentaje |
|-------------------------|-----------|------------|
| Totalmente de acuerdo | 28 | 30 |
| Muy de acuerdo | 44 | 48 |
| De acuerdo | 20 | 22 |
| Parcialmente de acuerdo | 0 | 0 |
| En desacuerdo | 0 | 0 |
| Total | 92 | 100 |

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

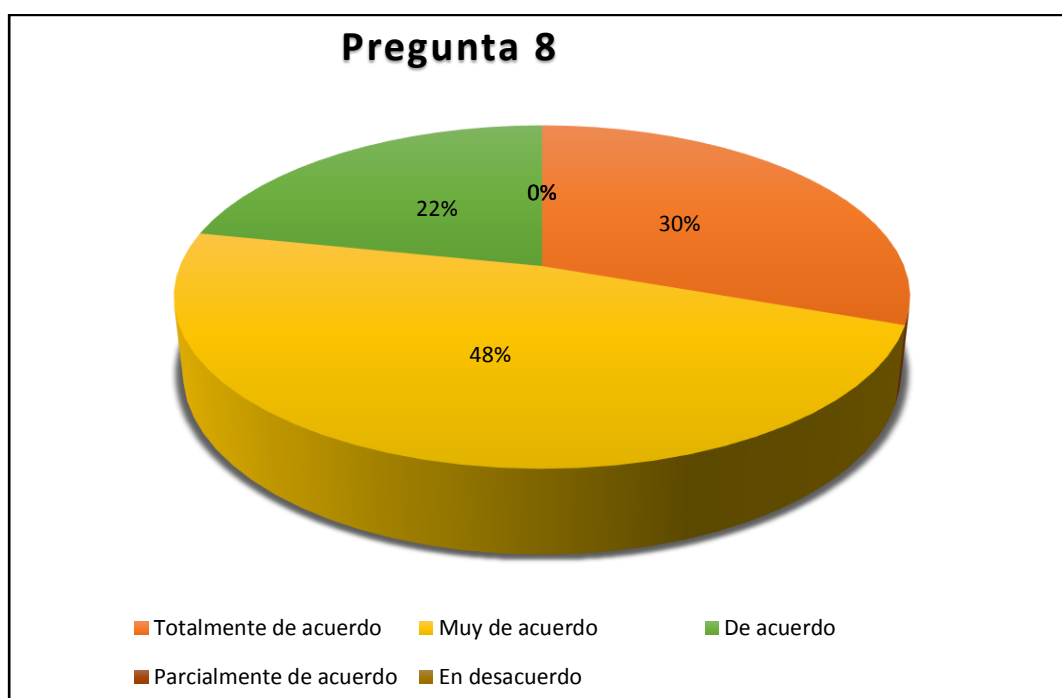


Imagen 24. El aporte de proyecto a las viviendas de la ciudad

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

Análisis

Los beneficios al realizar este proyecto van de la mano con la opinión de los profesionales que dicen en su gran mayoría estar de acuerdo (48%) con que este proyecto puede ser de múltiple beneficio en las viviendas de la ciudad.

Pregunta 9

9. ¿Le parece un proyecto con buenas expectativas en la construcción?

Tabla 10

La buena expectativa del proyecto en la construcción

| Opción | Cantidad | Porcentaje |
|-------------------------|-----------|------------|
| Totalmente de acuerdo | 52 | 57 |
| Muy de acuerdo | 28 | 30 |
| De acuerdo | 12 | 13 |
| Parcialmente de acuerdo | 0 | 0 |
| En desacuerdo | 0 | 0 |
| Total | 92 | 100 |

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

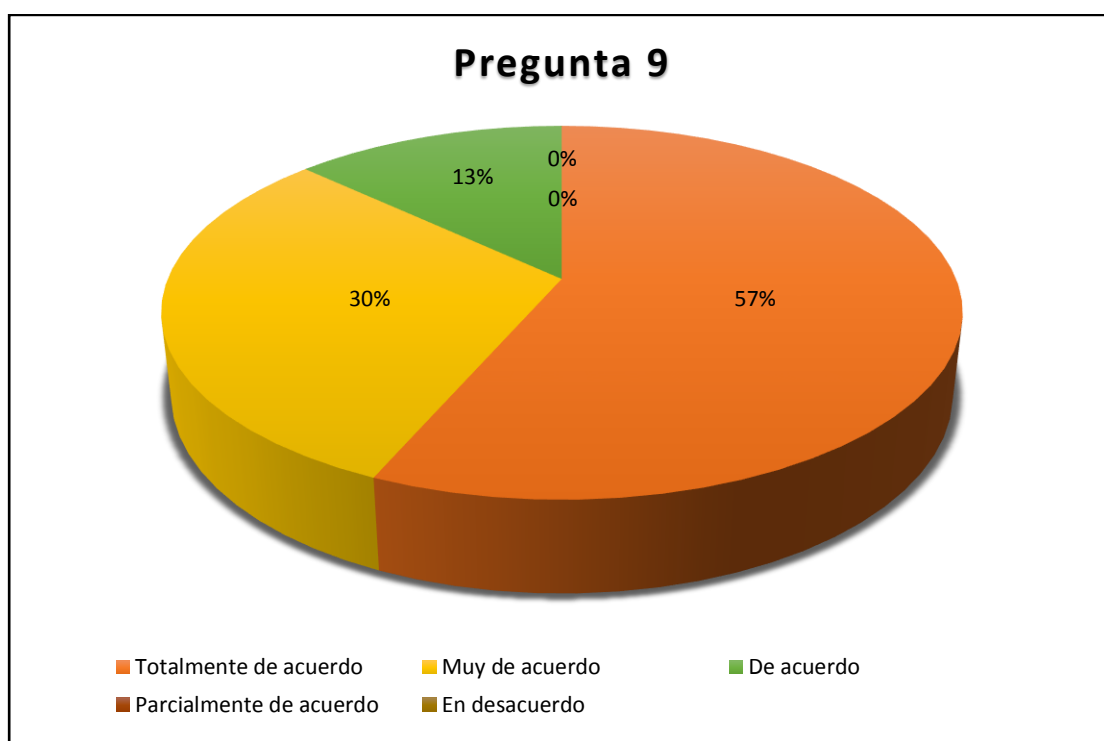


Imagen 25. La buena expectativa del proyecto en la construcción

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

Análisis

Al preguntar las expectativas, el 57% de ellos dijo estar totalmente de acuerdo que este proyecto generará gran acogida en la construcción, aunque un 12% no lo define aún.

Pregunta 10

10. ¿Apoyaría este proyecto?

Tabla 11

Sobre el apoyo al proyecto

| Opción | Cantidad | Porcentaje |
|--------------------------------|-----------|------------|
| Totalmente de acuerdo | 46 | 50 |
| Muy de acuerdo | 28 | 30 |
| De acuerdo | 16 | 17 |
| Parcialmente de acuerdo | 0 | 0 |
| En desacuerdo | 2 | 2 |
| Total | 92 | 100 |

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

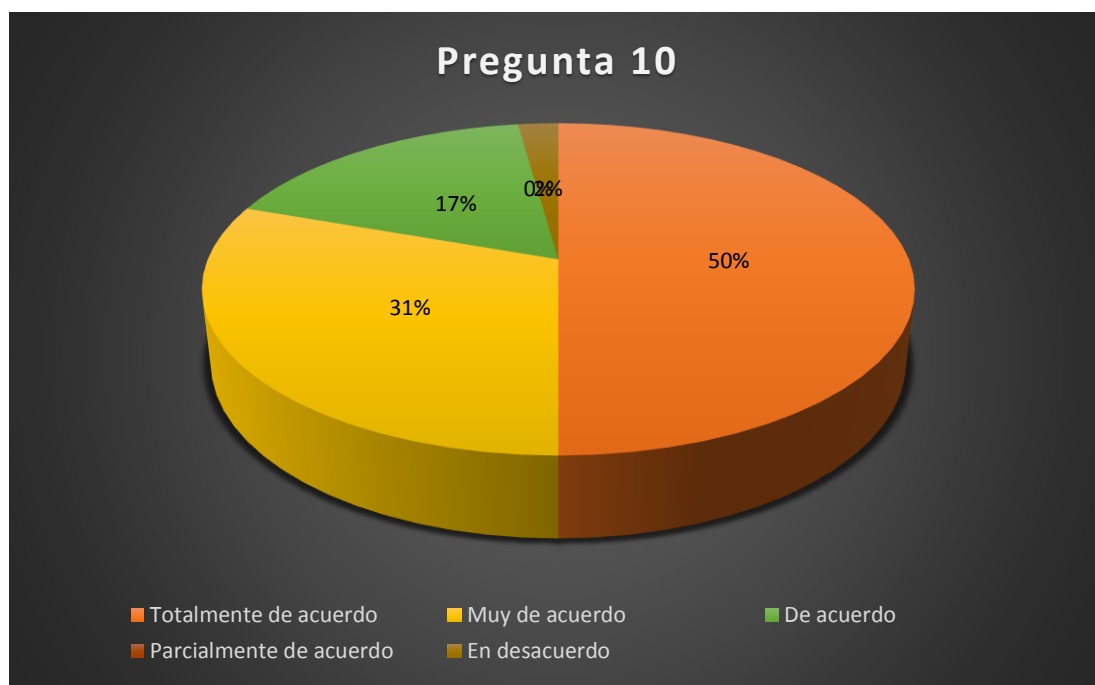


Imagen 26. Sobre el apoyo al proyecto

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

Análisis

El 46% de los profesionales encuestados afirman estar totalmente de acuerdo con dar su apoyo a este tipo de proyectos, aunque un minoritario 2% está totalmente en desacuerdo.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

4.1. Fundamentación de la propuesta.

La propuesta se fundamenta en las observaciones de los profesionales de la construcción, más el análisis de las características de los residuos carbonosos y caucho reciclado, incluyendo los estudios previos que han abordado parte del tema. La recopilación de información demuestra el gran uso de materiales reciclados para usarlos como elementos en la construcción, demostrando funcionalidad y su aceptación para realizar bloques de mampostería para viviendas.

Para considerar un punto de vista profesional, se abordaron aspectos en las encuestas que variaban desde la perspectiva de sus propios diseños, hasta la innovación que pudieren apoyar con elementos reciclados. Ellos afirmaron que los bloques de mampostería son unos componentes que no pueden faltar en las construcciones comunes, y que sus usos en sus diseños son recurrentes, sin embargo, cuando se trata de la condición ecológica de este material, se muestran diferentes posturas.

Cuando se trata de definir los agregados en los bloques de construcción, la mitad de los profesionales prefiere irse por los tradicionales, es decir, arena, cemento, grava y agua, la otra parte, sí pone a consideración el uso de componentes con agregados reciclados o ecológicos. No obstante, consideran al caucho como un material que sí puede ser usado como agregado fino para la fabricación de los mismos, aunque la ceniza de carbón no tiene mucha aceptación, por desconocimiento de sus propiedades.

En referencia a las propiedades del carbón, una de las características mecánicas que lo hace muy bueno para ser considerado agregado para bloques de mampostería, es su dureza y resistencia mecánica, por otra parte, el caucho es un material con gran elasticidad, además de ser muy resistente al agua, e inclusive es un buen aislante eléctrico y térmico.

Cabe recalcar que ya se han realizado investigaciones sobre el uso del caucho y el carbón como elementos útiles en la conformación de un bloque de construcción, tal es el caso de la Arq. Antonia Alfonzo de la Universidad Nacional de Asunción, que elaboró un eco ladrillo usando caucho triturado proveniente de neumáticos en desuso, lo que concluyó en un prototipo de gran resistencia y elasticidad.

En consecuencia, todo lo mencionado conforma un criterio favorable para validar a dichos elementos como idóneos en la fabricación de un bloque simple para mampostería en la elaboración de viviendas; no obstante, este trabajo de investigación registrará sus efectos concluyentes de acuerdo a las dimensiones, comparaciones con sus similares, costos totales, entre otros, para reafirmar el impulso a estudios relevantes que aporten a la construcción en el ámbito sostenible.

4.2. Descripción de la propuesta

En definitiva, para la elaboración de un bloque para mampostería de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana, INEN 638 entre otras leyes y ordenanzas, es imprescindible ejercer tal número de pruebas como sea posible con la finalidad de identificar la propiedad mecánica adecuada. Conforme a esto, la investigación realizó tales comparaciones, mediante los ensayos de laboratorio, con procedimientos dirigido por profesionales, lo que garantiza la confiabilidad del componente propuesto.

- **Propuesta de forma**

En la propuesta formal, se presenta una figura rectangular, con acabado rocoso y hueco en el centro, para esto se desarrolla dos maneras para obtener el bloque, de forma artesanal, con un molde de madera y con una máquina bloquera que estandariza la fundición de la misma.

- **Propuesta de materiales**

Para empezar a fabricar los prototipos de bloques para mampostería no estructural, se recogió las cenizas del carbón, caucho de neumáticos triturándolos y convertidos a manera de agregados, también se utilizó mortero simple y agua. Los equipos utilizados fueron una bloquera mecánica de palanca y una de fabricación artesanal; utilizando también balanza para medir los materiales y posteriormente mezclándolos con pala y espátula manualmente.

- **Propuesta de innovación**

La innovación de este proyecto se basa en el uso del criterio sostenible y respetuoso con el medio ambiente, usando materiales como caucho triturado proveniente de neumáticos en desuso más la ceniza del carbón, que también se trata de un elemento poco aprovechado, con los cuales se pretende reducir costos en materia prima sumado

a su fabricación artesanal, por otro lado, se trata de desarrollar el mejoramiento de sus características físicas o mecánicas frente a sus similares.

- **Propuesta de reciclado**

La propuesta de reciclado que se desarrolló es la visita a los talleres automotrices, en donde cambian o recolectan neumáticos en desuso, ofrecerles un costo por dichas unidades, así como en las casas comerciales de estos elementos, por otra parte, la ceniza de carbón es un componente más fácil de conseguir, se lo buscan inclusive en tiendas agrícolas o químicas, a un costo asequible, sin embargo, en un proyecto que desea emplear el reciclado, también es posible realizarlo consiguiéndolo en restaurantes que usen el carbón y desechen sus residuos.

- **Propuesta de mensuras del prototipo**

El prototipo busca ser del tamaño comercial igual que sus similares, es decir, de medidas de 39cmx19xcmx9cm, por otro lado, también existen los que tienen dimensiones de 40cmx20cmx10cm.

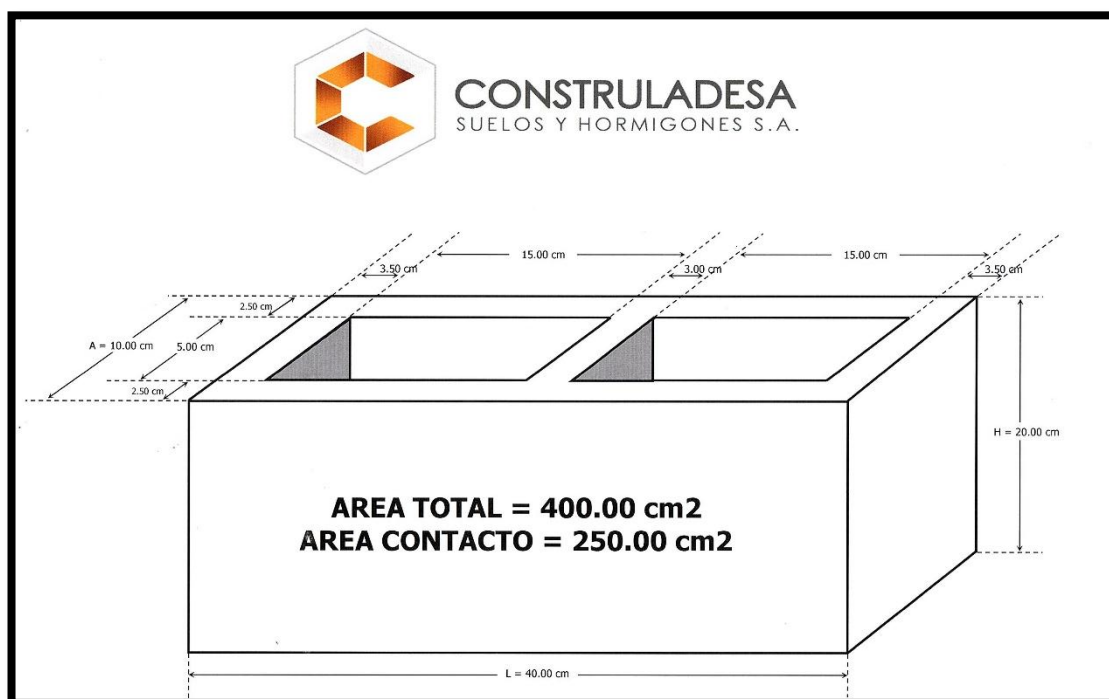


Imagen 27. Propuesta de dimensiones de bloque de mampostería
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

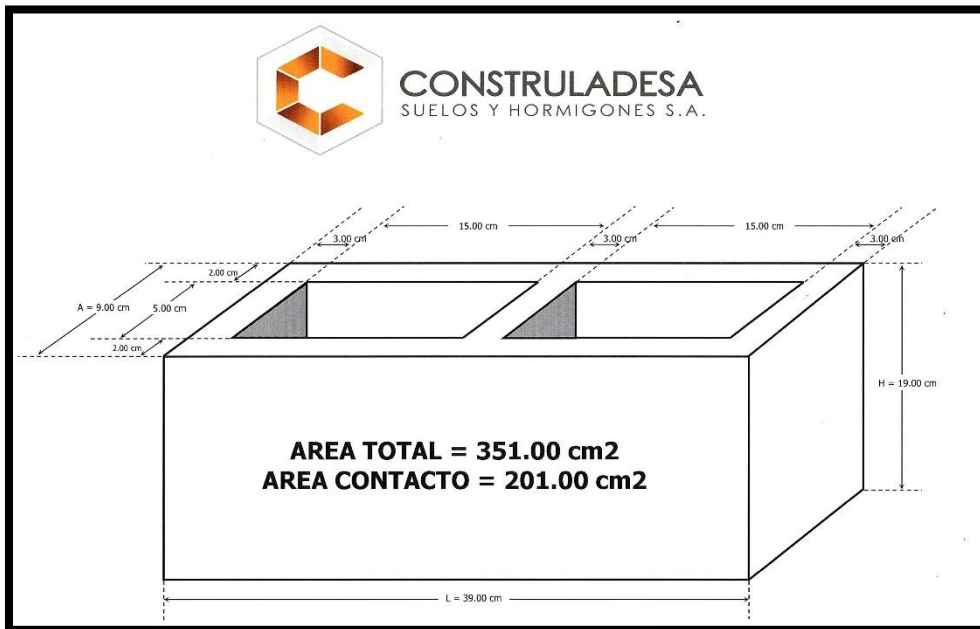


Imagen 28. Propuesta de dimensiones de bloque de mampostería
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

4.3. Requerimiento del proyecto

El desarrollo del presente proyecto se establece un método sistemático que abarca los siguientes pasos a seguir:

- Establecer la proporción de los elementos que conforma la mezcla
- Mezclar los elementos
- Preparar y rellenar los moldes con la mezcla preestablecida
- Retirar elementos del molde
- Esperar tiempo de secado
- Comprobación de propiedades físicas
- Comprobación de propiedades mecánicas

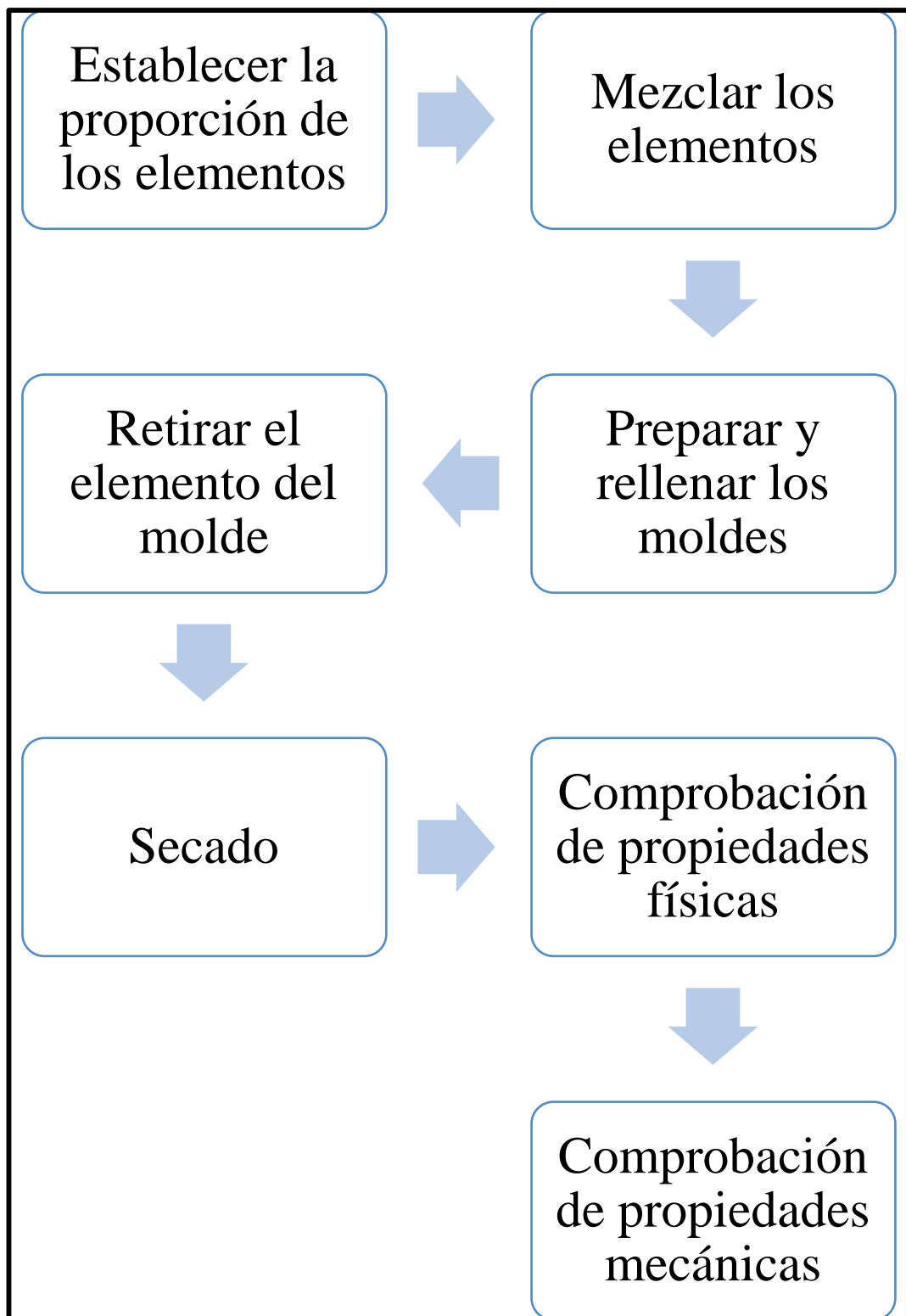


Imagen 29. Flujo de la propuesta
Elaborado por: Reyes &Villa (2021)

4.4. Materiales y equipos

Para empezar a fabricar los prototipos de bloques para mampostería no estructural, se recogió las cenizas del carbón, caucho de neumáticos triturándolos y convertidos a manera de agregados, también se utilizó mortero simple y agua. Los equipos utilizados fueron una bloquera mecánica de palanca y una de fabricación artesanal; utilizando también balanza para medir los materiales y posteriormente mezclándolos con pala y espátula manualmente.



Imagen 30. Ceniza de carbón
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 31. Ceniza de caucho
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 32. Cemento
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 33. Grava
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 34. Arena
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 35. Agua
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

Equipos y Herramientas



Imagen 36. Pala
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 37.Balanza
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 38.Espátula
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 39.Bloquera
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 40. Molde de madera
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

4.5. Desarrollo del experimento

4.5.1. Elaboración de prototipo

- **Bloque tradicional**

Para fines comparativos, se realizó un espécimen que comparte las características de un bloque hecho con materiales convencionales, para esto se usó las siguientes cantidades: 2,18 kg de arena, 3,20 kg de grava (piedra chispa), 5,62 kg de cemento, y 2,2 litros de agua; éstos elementos conformaron el total de 8 piezas de bloques rectangulares de mampostería simple.

Se comienza pesando los materiales, luego sobre la calzada se mezclan los elementos de acuerdo a la dosificación empleada; en este caso, el cemento, la arena y la grava, se va aplicando agua del balde, en tres porciones y se remueven en lapsos de 10 minutos, haciendo un descanso de cada 5 minutos, en tres ocasiones, o hasta que se vea que los componentes estén bien amasados, y con palas se procede a colocar en la bloquera, que vibra por 15 segundos, luego se retira la tapa y se obtienen los bloques.



Imagen 41. Preparación de las porciones de los elementos
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 42. Preparación de las porciones de los elementos
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 43. Preparación de las porciones de los elementos
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 44. Colocación de los elementos
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 45. Colocación de los elementos
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 46. Mezclado de los elementos
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

Muestra 1.

Para el primer prototipo fue necesario obtener las siguientes cantidades de los componentes propuestos: 3,18 kg de arena, 6,90 kg de cemento, 0,65 kg de caucho triturado, 0,325 kg de ceniza de carbón, y 2,2 litros de agua.

Se comienza pesando los materiales, luego sobre la calzada se mezclan los elementos de acuerdo a la dosificación empleada; la ceniza de carbón, la ceniza de caucho, se añade arena, se incluye el cemento y la grava, se va aplicando agua del balde, en tres porciones y se remueven en lapsos de 10 minutos, haciendo un descanso de cada 5 minutos, en tres ocasiones, o hasta que se vea que los componentes estén bien amasados, y con palas se procede a colocar en la bloquera, que vibra por 15 segundos, luego se retira la tapa y se obtienen los bloques, antes de esto se ubica un tablero sobre una carretilla, donde se pondrán los bloques.



Imagen 47. Colocación de los elementos
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

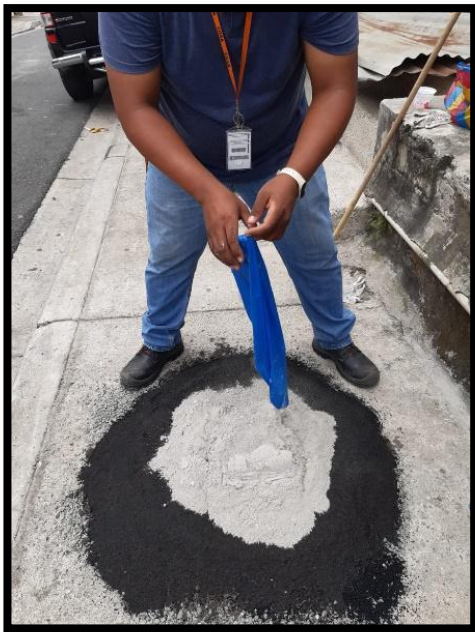


Imagen 48. Colocación de los elementos
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 49. Mezcla de los elementos
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 50. Vertido de la mezcla en la bloquera
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

- **Muestra 2.**

En la muestra 2 se usó 3,63 kg de arena gruesa, 7,07 kg de cemento, 0,651 kg de caucho triturado, 0,651 kg de ceniza de carbón, y 2,5 litros de agua, para fabricar 8 bloques de mampostería simple de este tipo.



Imagen 51. Preparación de las porciones de los elementos
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

Se comienza pesando los materiales, luego sobre la calzada se mezclan los elementos de acuerdo a la dosificación empleada; la ceniza de carbón, la ceniza de caucho, se añade arena, se incluye el cemento y la grava, se va aplicando agua del balde, en tres porciones y se remueven en lapsos de 10 minutos, haciendo un descanso de cada 5 minutos, en tres ocasiones, o hasta que se vea que los componentes estén bien amasados, y con palas se procede a colocar en la bloquera, que vibra por 15 segundos, luego se retira la tapa y se obtienen los bloques, antes de esto se ubica un tablero sobre una carretilla, donde se pondrán los bloques.



Imagen 52. Colocación de los elementos
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 53. Mezcla de los elementos
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 54. Vertido de la mezcla en la bloquera
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

- **Muestra 3.**

En la muestra 3 se utilizó 1,58kg de arena, 3,20 kg de grava, 5,30 kg de cemento, 0,651 kg de caucho triturado, 0,325 kg de ceniza de carbón más 2,2 litros de agua, para obtener 8 bloques de mampostería de este tipo.

Se comienza pesando los materiales, luego sobre la calzada se mezclan los elementos de acuerdo a la dosificación empleada; la ceniza de carbón, la ceniza de

caucho, se añade arena, se incluye el cemento y la grava, se va aplicando agua del balde, en tres porciones y se remueven en lapsos de 10 minutos, haciendo un descanso de cada 5 minutos, en tres ocasiones, o hasta que se vea que los componentes estén bien amasados, y con palas se procede a colocar en la bloquera, que vibra por 15 segundos, luego se retira la tapa y se obtienen los bloques , antes de esto se ubica un tablero sobre una carretilla, donde se pondrán los bloques.



Imagen 55. Colocación de los elementos
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 56. Mezcla de los elementos
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 57. Vertido de la mezcla
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 58. Rasado de los bloques
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

- **Muestra 4.**

En esta vez, la cuarta muestra, se incluye 2,18 kg de arena, además de 2,90 kg de grava, con 5,62 kg de cemento, en cuanto a caucho triturado se usó 0,651 kg y ceniza de carbón también se usó 0,651 kg; por último, se utilizó 2,5 litros de agua.



Imagen 59. Preparado de los elementos

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

Se comienza pesando los materiales, luego sobre la calzada se mezclan los elementos de acuerdo a la dosificación empleada; la ceniza de carbón, la ceniza de caucho, se añade arena, se incluye el cemento y la grava, se va aplicando agua del balde, en tres porciones y se remueven en lapsos de 10 minutos, haciendo un descanso de cada 5 minutos, en tres ocasiones, o hasta que se vea que los componentes estén bien amasados, y con palas se procede a colocar en la bloquera, que vibra por 15 segundos, luego se retira la tapa y se obtienen los bloques, antes de esto se ubica un tablero sobre una carretilla, donde se pondrán los bloques.



Imagen 60. Mezclado de los elementos

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 61. Vaciado de mezcla a bloquera
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

- **Muestra 5.**

En la quinta muestra se consideró el uso de 2,18 kg de arena, 3 kg de grava, 5,62 kg de cemento, 1,12 kg de caucho triturado, 0,16 de ceniza de carbón, y por último 2,5 litros de agua. Para obtener esta muestra, se lo realizó mediante la aplicación de un molde, en lugar de la bloquera, quedando un prototipo con la misma forma rectangular y dos agujeros como los especímenes anteriores.

Se comienza pesando los materiales, luego sobre la calzada se mezclan los elementos de acuerdo a la dosificación empleada; la ceniza de carbón, la ceniza de caucho, se añade arena, se incluye el cemento y la grava, se va aplicando agua del balde, en tres porciones y se remueven en lapsos de 10 minutos, haciendo un descanso de cada 5 minutos, en tres ocasiones, o hasta que se vea que los componentes estén bien amasados, y con palas se procede a colocar el molde, tratando que vaya compactándose la mezcla, luego se pone la tapa que incluye el molde de los agujeros, se lo sostiene por un minuto y se retira, se saca del molde el bloque.



Imagen 62. Mezclado de los elementos
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 63. Sacado del molde
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 64. Mezclado de los elementos
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

- **Muestra 6.**

En la última muestra, se utilizó 2,02 kg de arena, 3,20 kg de grava, 5,62 kg de cemento, 1,12 kg de caucho triturado, 0,32 kg de ceniza de carbón y 2,5 litros de agua. En esta ocasión también se fabricó el bloque gracias a la ayuda de un molde de madera, que dejó de igual manera un espécimen rectangular con dos agujeros.

Se comienza pesando los materiales, luego sobre la calzada se mezclan los elementos de acuerdo a la dosificación empleada; la ceniza de carbón, la ceniza de caucho, se añade arena, se incluye el cemento y la grava, se va aplicando agua del balde, en tres porciones y se remueven en lapsos de 10 minutos, haciendo un descanso de cada 5 minutos, en tres ocasiones, o hasta que se vea que los componentes estén bien amasados, y con palas se procede a colocar en la bloquera, que vibra por 15 segundos, luego se retira la tapa y se obtienen los bloques, antes de esto se ubica un tablero sobre una carretilla, donde se pondrán los bloques.



Imagen 65. Mezclado de los elementos
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 66. Obtención de la muestra 6
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

- **Muestra fallida**

A continuación, se resumirá el proceso de fabricación de un espécimen que no logró fraguarse normalmente como los otros modelos, y a modo comparación se presenta la forma en que fue realizado; en síntesis la proporción usada en esta ocasión fue de 3,18 kg de caucho triturado, 5.62 kg de ceniza de carbón, 2,20 kg de grava y 2,95 litros de agua, éstas cantidades fueron útiles para conformar ocho bloques de este tipo.



Imagen 67. Inclusión de mezcla en bloquera
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

En el sentido de la obtención de la amalgama, fue menos manejable que las otras mezclas, es decir, al tratar de obtener una completa adhesión de los elementos, fue necesario el aumento de agua porque el conjunto se volvió muy grumoso, y ya en 24 horas estaba muy poco endurecido, ya pasado 48 horas, al tener contacto directo con el espécimen, se vieron varios resquebramientos en algunas de sus áreas, inclusive, ciertas partes se desprendieron, todos estos hechos hicieron que no se considerara este bloque y fuera rechazado para aplicar más pruebas.



Imagen 68. Obtención de la muestra fallida
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

4.6. Observaciones

En esta muestra tradicional se observa la uniformidad del elemento, su aspecto rocoso y grisáceo, con la porosidad de un bloque de mampostería tradicional.



Imagen 69. Muestra tradicional
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

En la primera muestra se presentan fisuramientos, además de un tono más oscuro de la muestra tradicional, también se ve la superficie con porosidad, sin embargo el bloque está mazico.



Imagen 70. Muestra 1
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

En la segunda muestra no se evidencian fisuramientos, también va tornándose más oscuro que la muestra anterior, con un acabado rocoso y presencia de porosidad, además se presenta un elemento sin deformidad.



Imagen 71. Muestra 2
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

En la muestra tres se presenta un elemento poroso, con pocas fisuras, con superficie rocosa y un tono de color parecido que la muestra anterior.



Imagen 72. Muestra 3
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

En la cuarta muestra se distingue un bloque más compacto, con porosidad, sin fisuramientos, mantiene un tono más oscuro que los anteriores especímenes; de manera general, se observa a la unidad maciza.



Imagen 73. Muestra 4
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

El quinto elemento, no se evidencian fisuramientos, también tiene el mismo color oscuro que la muestra anterior, con un acabado rocoso y presencia de porosidad, además se presenta un elemento sin deformidad.



Imagen 74. Muestra 5
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

En la muestra seis se presenta un elemento conciso, sin fisuras, con superficie rocosa y un tono de color parecido que la muestra anterior.



Imagen 75. Muestra 6
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

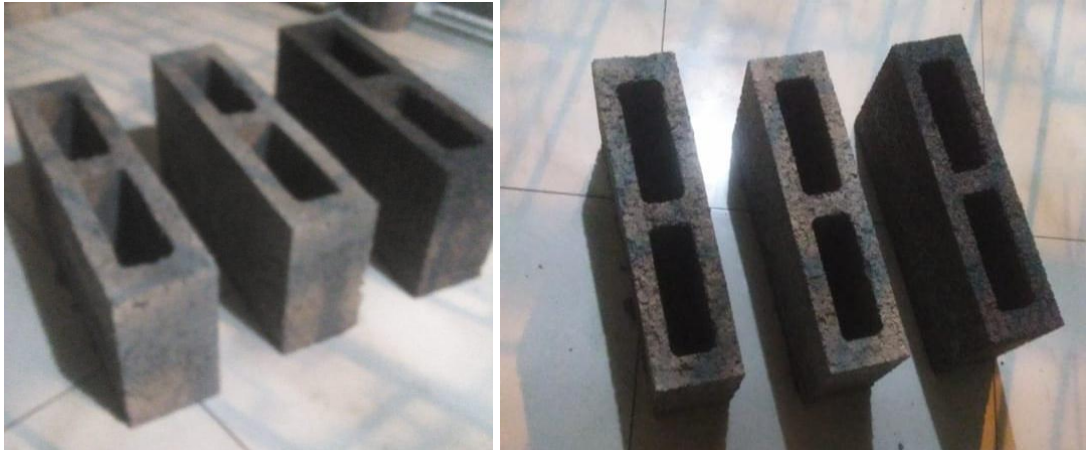


Imagen 76. Muestras
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

4.7. Pruebas

4.7.1. Resistencia a la compresión.

Se realizó la prueba a la compresión en los distintos mampuestos, para esto se trasladan los bloques al laboratorio donde se procederá a tomar el ensayo a la compresión, después el operador coloca una placa base en la máquina eléctrica que realiza la prueba de compresión, encima de la placa inferior le coloca una cama de arena, y se dispone el bloque sobre esta capa, luego se pone otra capa de arena sobre el bloque, y se coloca la placa superior, se procede a encender la máquina, y empieza a ejercer fuerza sobre el bloque, hasta que éste presenta fisuras. Este procedimiento se aplica a todos los prototipos.



Imagen 77. Prueba a la compresión
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

4.7.2. Análisis

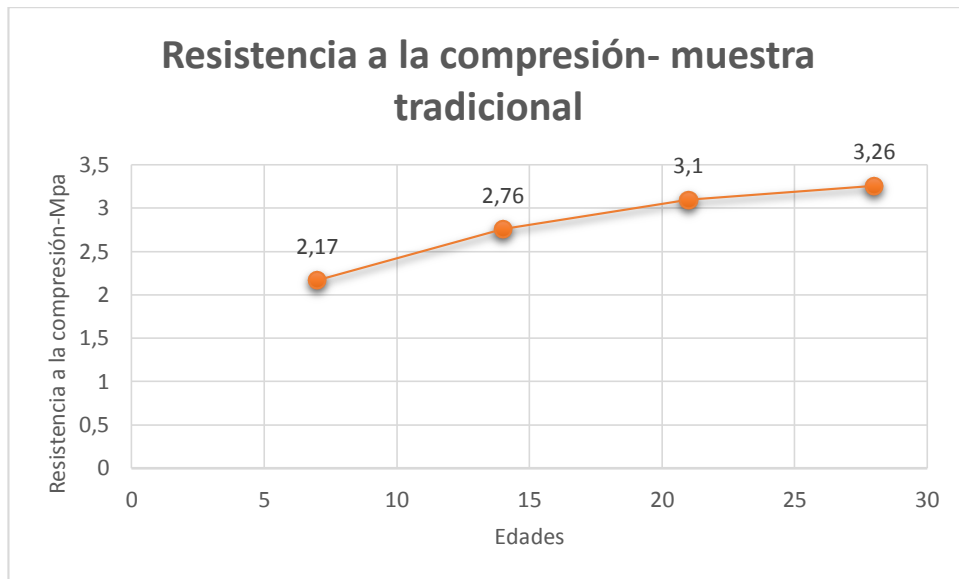


Imagen 78. Prueba a la compresión muestra convencional
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

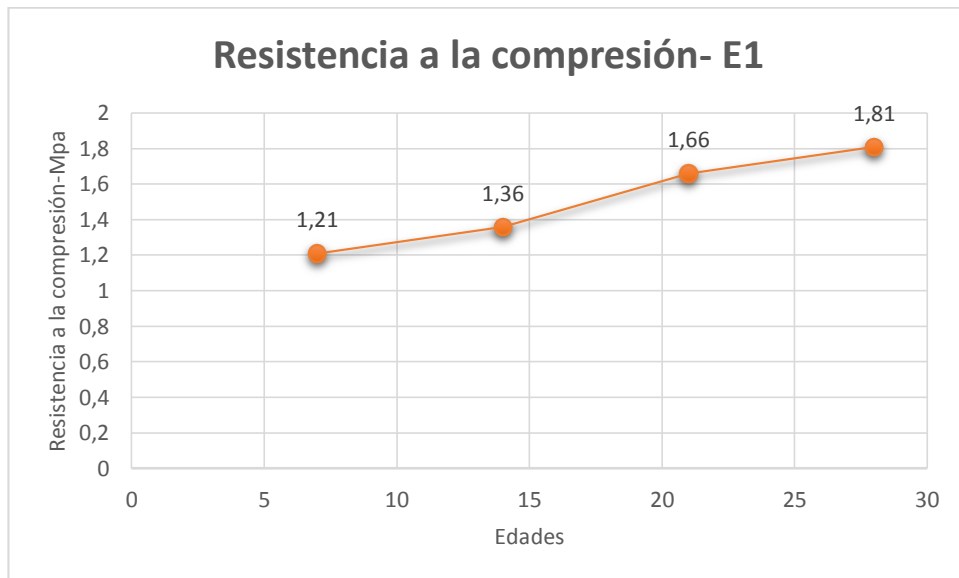


Imagen 79. Prueba a la compresión muestra 1
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

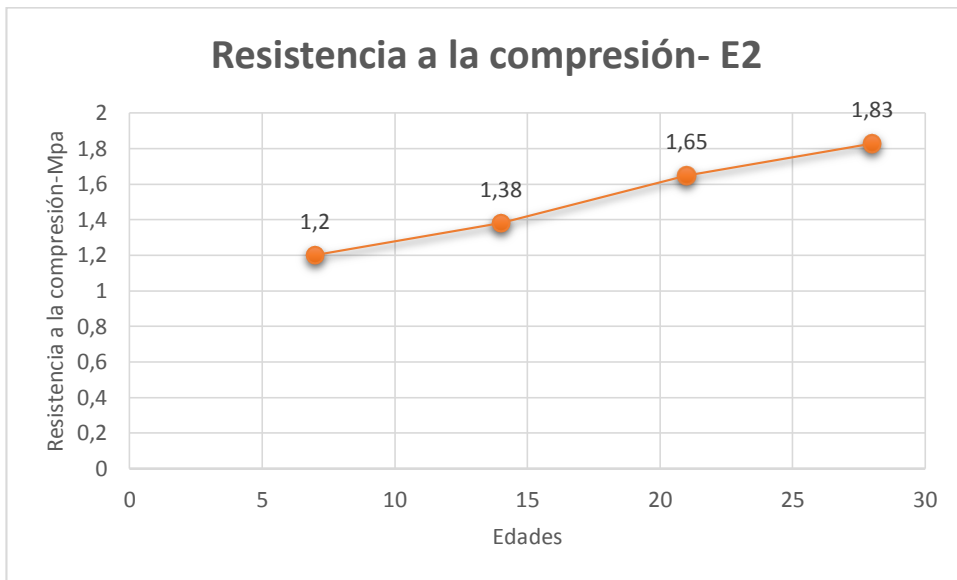


Imagen 80. Prueba a la compresión muestra 2
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

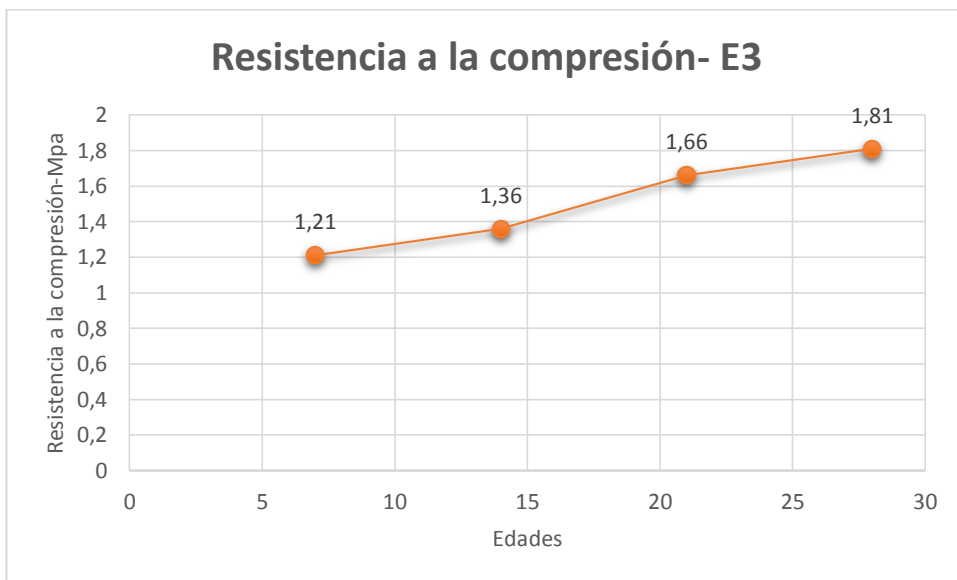


Imagen 81. Prueba a la compresión muestra 3
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

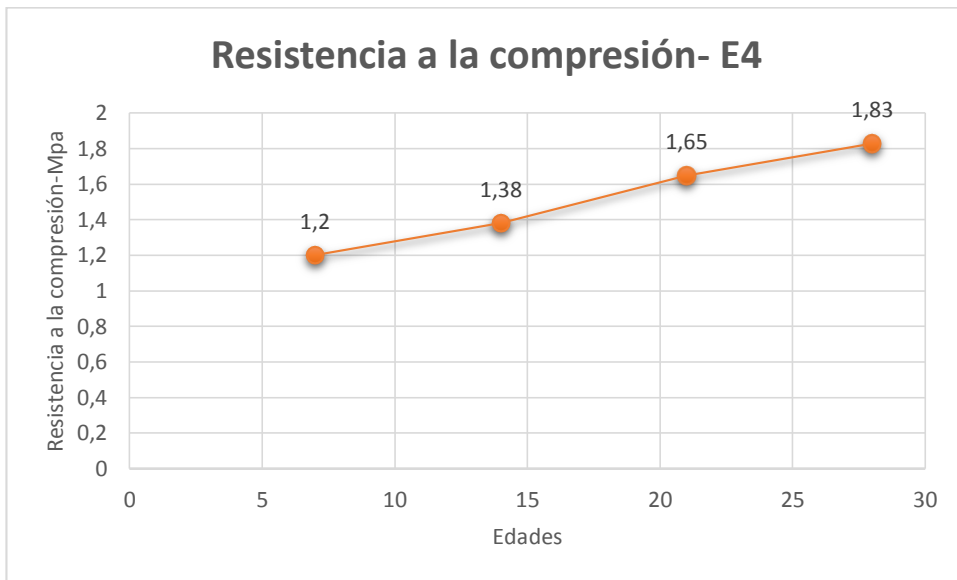


Imagen 82. Prueba a la compresión muestra 4
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

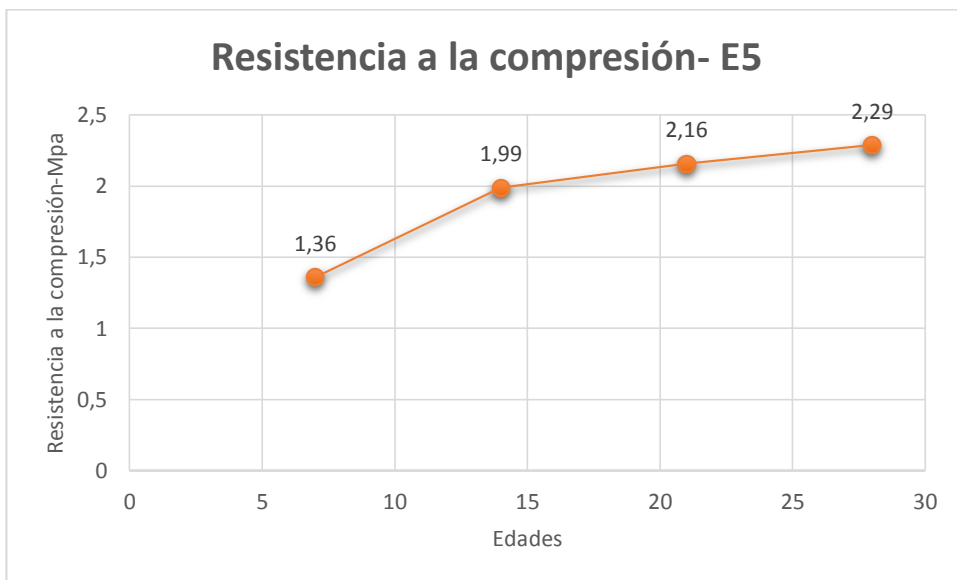


Imagen 83. Prueba a la compresión muestra 5
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

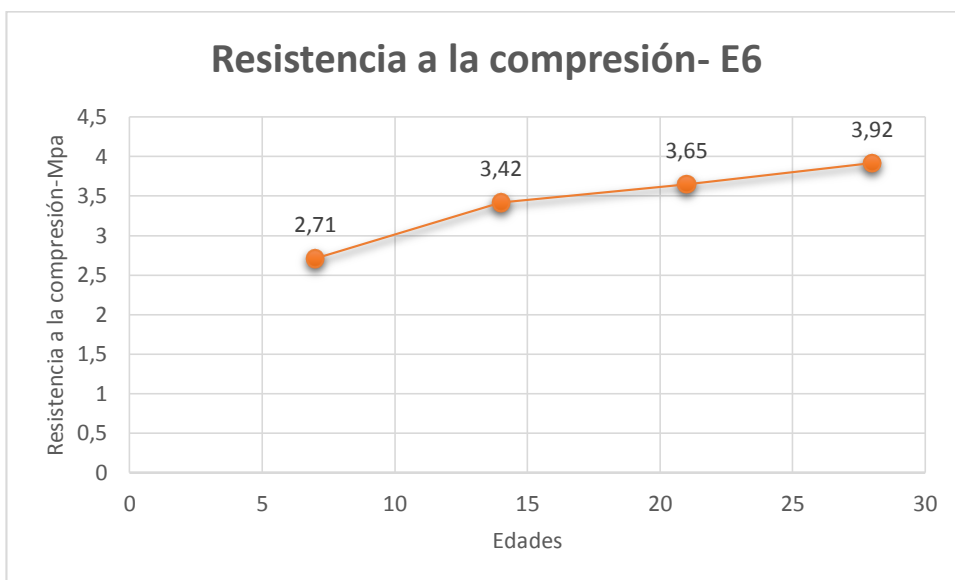


Imagen 84. Prueba a la compresión muestra 6
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

4.7.1. Prueba de absorción

En esta prueba se determina que ejemplar retiene menos la humedad, conforme a esto es necesario hacer comparaciones según lo que explica la norma NTE INEN 3066 sobre las propiedades de los bloques. Para esto, se sumergieron los especímenes de acuerdo a su edad, 28 días, conforme a esto se procedió a su curado por 24 horas, luego se los deja escurrir al menos en una hora, para después secarlos al horno a una temperatura de 150 °C; se toman los pesos húmedos y secos de cada una de las piezas.



Imagen 85. Curado de bloques
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)



Imagen 86. Toma de peso en bloques
Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

4.7.2. Análisis de prueba de absorción

Tabla 12

Resumen de porcentaje de absorción

| N° muestra | Prueba de absorción | | |
|---------------------|---------------------|----------------|----------------|
| | Peso húmedo (kg) | Peso seco (kg) | % de Absorción |
| Bloque convencional | 7,732 | 7,940 | 2,62 |
| B1 | 5,254 | 5,395 | 2,61 |
| B2 | 5,243 | 5,385 | 2,64 |
| B3 | 5,238 | 5,379 | 2,62 |
| B4 | 5,208 | 5,348 | 2,62 |
| B5 | 5,221 | 5,363 | 2,65 |
| B6 | 7,893 | 8,105 | 2,62 |
| Promedio | 5,970 | 6,131 | 2,63 |

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

En la toma de pesos secos y húmedos, se observó que la muestra convencional tiene un porcentaje de absorción de 2,62%, mientras que el primer ejemplar tiene 2,61%, por otra parte, el segundo prototipo desarrolla un promedio de 2,62%, en cuanto al tercer modelo se maneja un valor de 2,62% al igual que la cuarta muestra, el quinto ejemplar tiene una cifra de 2,65%, y, por último, el sexto prototipo deja un porcentaje de absorción de 2,62. La media de éstos valores es de 2,63%, siendo el experimento 1 el que mantiene la menor cifra (2,61%) y el experimento 5 la mayor (2,65%).

4.8. Discusión

4.8.1. Determinación de espécimen óptimo

A continuación, se despliega las diferentes porciones que ha definido la investigación para elaborar las muestras suficientes, de éstas se realizarán una de tipo tradicional y 3 especímenes agregando el polvo de carbón y caucho, dichas raciones varían de acuerdo al aumento en específico de cada material, de ahí se determina la importancia del uso de cada uno de ellos.

Tabla 13

Resumen de dosificaciones empleadas en la fase experimentación

| Nombre de muestra | Cantidad de materiales | | | | | |
|--------------------|------------------------|---------|---------|------------------|------------------|----------|
| | Arena | Grava | Cemento | Caucho triturado | Ceniza de Carbón | Agua |
| Tradicional | 2,18 kg | 3,20 kg | 5,62 kg | | 0 | 0 2,2 lt |
| Muestra 1 | 3,18 kg | 0 | 6,90 kg | 0,651kg | 0,325kg | 2,5 L |
| Muestra 2 | 3,63 kg | 0 | 7,07 kg | 0,651kg | 0,651kg | 2,5 L |
| Muestra 3 | 1,58 kg | 3,20 kg | 5,30 kg | 0,651kg | 0,325kg | 2,5 L |
| Muestra 4 | 2,18 kg | 2,90 kg | 5,62 kg | 0,651kg | 0,651kg | 2,5 L |
| Muestra 5 | 2,18 kg | 3,00 kg | 5,62 kg | 1,12 kg | 0,16 kg | 2,5 L |
| Muestra 6 | 2,02 kg | 3,20 kg | 5,62 kg | 1,12 kg | 0,32 kg | 2,5 L |

*Dosificación para 8 bloques

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

Conforme a los 6 tipos de muestras realizadas, las dosificaciones distintas para éstas; el espécimen óptimo es un prototipo de bloque clase B, según la categorización de bloques no estructurales de hormigón en la norma NTE INEN 3066. La propuesta que contiene más polvo de carbón, alcanza 3.92 Mpa de resistencia a la compresión,

es el valor más alto, lo que indica que puede considerarse como bloque de mampostería, ya que la norma indica 3.5 Mpa como mínimo.

Tabla 14

Resumen de prueba de compresión realizada a las muestras

| Número de muestra | Edad | Resistencia | Unidad |
|--------------------------|-------------|--------------------|---------------|
| Tradicional | 28 | 3,26 | Mpa |
| B1 | 28 | 1,81 | Mpa |
| B2 | 28 | 1,83 | Mpa |
| B3 | 28 | 1,81 | Mpa |
| B4 | 28 | 1,83 | Mpa |
| B5 | 28 | 2,29 | Mpa |
| B6 | 28 | 3,92 | Mpa |

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

4.8.2. Presupuesto.

Tabla 15

Presupuesto referencial de bloque propuesto

| Presupuesto referencial por bloque propuesto | | | |
|---|-----------------|---------------|---------------|
| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio |
| Piedra chispa | 400 | Gr | \$0,01 |
| Caucho triturado | 200 | Gr | \$0,02 |
| Cemento | 800 | Gr | \$0,08 |
| Arena | 300 | Gr | \$0,02 |
| Ceniza de carbón | 100 | Gr | \$0,02 |
| Agua | 0,25 | l | \$0,01 |
| Herramienta menor | 1 | Global | \$0,05 |
| Mano de Obra | 1 | Unidad | \$0,10 |
| | | Total | \$0,31 |

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

En la tabla 15 se distinguen los precios de fabricación de un bloque de mampostería con cucho reciclado y ceniza de carbón, el costo total de elaboración es de \$0.31, esto indica un ahorro de 7 centavos de dólar, frente a los costos de elaboración de un modelo convencional, que mantiene un total de \$0.38 en costos de fabricación. En consecuencia, el prototipo propuesto puede competir como una opción económica y

social, al intervenir en su proceso de fabricación el criterio de reutilizar materiales en desuso.

Tabla 16

Presupuesto referencial de bloque tradicional

| Presupuesto referencial por bloque tradicional | | | |
|---|-----------------|---------------|---------------|
| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio |
| Cal | 400 | Gr | \$0,01 |
| Cemento | 1000 | Gr | \$0,12 |
| Arena | 300 | Gr | \$0,02 |
| Grava | 100 | Gr | \$0,07 |
| Agua | 0,25 | lt | \$0,01 |
| Herramienta menor | 1 | Global | \$0,05 |
| Mano de obra | 1 | Global | \$0,10 |
| | | Total | \$0,38 |

Elaborado por: Reyes & Villa (2021)

4.8.3. Ventajas del producto obtenido

El producto obtenido desarrolla muchas ventajas en cuanto a cuatro factores tales como los costos de fabricación, diseño ecológico, producción, y sostenibilidad, causas que intervienen a la hora de ser mercantilizado, ya que al ser una propuesta que quiere competir frente a otras, es posible valorarlas desde estos cuatro puntos:

Costos de fabricación: en este sentido, la propuesta tiene una ventaja de 7 centavos de dólar en comparación al obraje del modelo convencional, esto es debido a la reducción de materiales comunes y la inserción de constituyentes que pretendían ser desechadas.

Diseño ecológico: este punto está relacionado con el ítem anterior, ya que al usar componentes que ya fueron usados en otro aspecto, y considerar su segundo uso, mejora en la huella ecológica desde esa perspectiva, aunque está claro que aún falta condicionar ciertos aspectos, como planes de reciclado, esta investigación es la iniciativa que la comunidad necesita.

Producción: la forma en que serán replicados los modelos de bloques propuestos, será muy artesanal; ya que se lo realizó en moldes de madera, muy fáciles de elaborar,

aunque esto significa conseguirlos en mucho más tiempo, el ahorro de energía es una ventaja también.

Sostenibilidad: en este punto también interviene la comunidad, ya que la propuesta invita a los ciudadanos a acoger este tipo de elementos con doble beneficio como son la responsabilidad social y ambiental presentes en el apoyo de productos que desarrollan el reciclaje y reducción de costos.

4.8.4. Desventajas del producto obtenido

Para ser justos, aún no se ha realizado planes donde se incluya el uso de neumáticos o residuos carbonosos desde la perspectiva del gobierno autónomo descentralizado del cantón, lo que conlleva a generar dichos planes conforme a las necesidades de cada elemento; a diferencia de los modelos comercializados que ya han estandarizado sus procesos.

Por otro lado, la presentación de los prototipos propuestos es similar a los tradicionales, sin embargo, se ha desarrollado en el mercado otros componentes con diferentes aspectos y formas, pero con la misma función, desde ese punto de vista, la opción que se propone es muy limitada en forma y color; esto es algo que se debe mejorar.

CONCLUSIÓN

El proyecto a que se hace referencia, se considera como una solución para la construcción de viviendas de interés social, ya que usa materiales que pudieron ser considerados desechos, y pasados por un proceso de fabricación, logran reducir costos de elaboración, por lo que se genera la asequibilidad que varios sectores de la ciudad necesitan para dar inicio a la construcción de sus residencias.

En este caso, se dio cumplimiento al principio fundamental en esta investigación, que se basa en la elaboración de un prototipo de bloque simple más residuos carbonosos y caucho reciclado, mediante la estimación de una dosificación ideal, para mampostería de viviendas; se lo demuestra en la experimentación y el posterior proceso de discusión, en donde se haya conforme a la mejor resistencia, el espécimen más favorable.

Sobre el siguiente objetivo específico de determinar las características de los materiales en el prototipo mediante el estudio de las propiedades de dichos elementos para analizar la importancia de cada uno de ellos, se lo acató en el momento en que se describen dichos elementos en el marco conceptual; aquí se desplegaron las características que fueron útiles para el desarrollo del experimento y su consecuencia.

En cuanto al objetivo en el que se enuncia la realización de pruebas físicas, según los procedimientos para los ensayos a la resistencia a la compresión descritos en la norma NTE INEN 3066, en el que indica que la resistencia de un bloque de mampostería no estructural debe alcanzar al menos 3.5 Mpa., esto se cumple con la determinación de la última muestra con más de 3.94 Mpa.

Otro punto en que se pretendía llegar es al proceso de elaboración del bloque, y los aspectos concluyentes son la forma en que se propone, que en este caso debe ser artesanal, hecho con moldes de madera, puesto que se plantea el criterio que se puede obtener un producto de calidad reduciendo también energía desde su fabricación, insistiendo que es una técnica muy favorable en este tipo de proyectos que no solo logran ser ecológicos por sus componentes, sino que lo hacen también desde su producción.

En referencia a la hipótesis, se demuestra su cumplimiento en el momento de la discusión, de manera que se meditó las características de varios prototipos, que dieron resultado uno modelo óptimo, al cual se le realizó las pruebas pertinentes para ser

considerado como bloque de mampostería, y así comprobar que es posible elaborar componentes hechos a base de los agregados mencionados (caucho de neumáticos recalados y residuos carbonosos), útiles en la construcción de viviendas.

En consecuencia, las características principales que presenta la propuesta es su resistencia a la compresión de 3,94 Mpa, así como un porcentaje de absorción del 2,62%, con dimensiones de 39cmx19cmx9cm, mensuras que lo hacen un componente rectangular, y materiales que influyen en su acabado rocoso y aspecto gris oscuro; además el caucho triturado impulsó el mejoramiento de la resistencia y alcanzó la absorción de humedades que su similar tradicional obtenía.

Para finalizar se indica que el producto obtenido desarrolla ventajas desde varias aristas, muchas en que interviene el apoyo de la ciudadanía, para hacer posible el mejoramiento de su entorno, además de la oportunidad de afirmar los proyectos con criterios sostenibles, puesto que la investigación refleja la facilidad en que éstos pueden ser reciclados y convertidos en productos nuevos para la construcción.

RECOMENDACIÓN

Se recomienda establecer un plan de manejos de residuos de neumáticos, desde la perspectiva de la entidad gubernamental pertinente, esto facilitaría el proceso de producción, a pesar de que los elementos son fáciles de conseguir, los modelos tradicionales ya emplean un consolidado proceso de obtención, por lo que suelen ser mercantilizados a mayor escala.

Otro aspecto que ayudaría a la fabricación del bloque propuesto es la formalización de una norma técnica en la que se incluya el tratamiento de los materiales usados (caucho triturado y ceniza de carbón), en vista de que en la elaboración del mismo se usó investigaciones similares como documentos de respaldo, mismos que fueron muy útiles de forma general.

Por otro lado, la forma y color es una desventaja que aún puede ser analizada, y esta investigación da inicio a que este aspecto pueda mejorarse; otra forma en que puede mejorarse es en la elaboración de más pruebas específicas, en las que pueda ser posible la afirmación de que los agregados usados pueden ser útiles en la formación de muchos innovadores componentes para la construcción.

Para concluir, el prototipo obtenido fue hecho en un proceso artesanal y considerado a la vez bajo un modelo de producción de la misma forma, puesto a que se pretende dar continuidad a los valores ecológicos que impulsaron esta investigación, la industrialización de este prototipo está medianamente recomendada, a causa de que su fin es fomentar el aporte que debe emplear la arquitectura en el sentido de la responsabilidad social y ambiental en proyectos de este tipo.

GLOSARIO

Bloque de hormigón: Pieza prefabricada de hormigón simple, elaborada con cemento hidráulico, agua, áridos finos y gruesos, con o sin aditivos, en forma de paralelepípedo, con o sin huecos en su interior.

Dimensión nominal: Corresponde al largo, el ancho y la altura de los bloques de hormigón al final del proceso de producción. Relación entre la carga de rotura a compresión simple de un bloque y su superficie bruta, expresada en MPa.

Superficie bruta: Superficie paralela al plano de carga del bloque de hormigón. Esta es el resultado de multiplicar el largo por el ancho del mismo.

Superficie neta: Superficie de hormigón paralela al plano de carga del bloque de hormigón. Esta es el resultado de dividir el volumen neto de hormigón del bloque para su altura.

Volumen total: Resultado de multiplicar la superficie bruta del bloque de hormigón por su altura.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfonzo, A. (2016). *Eco-ladrillo a base de caucho reciclado de neumáticos fuera de uso*. San Lorenzo, Paraguay: Universidad Nacional de Asunción.
- Almeida, N. (2011). *Utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de bloques de mampostería para mitigar el impacto ambiental en el cantón Ambato*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Ambiente, M. d. (2018).
- Anónimo. (2019). *El Universo*.
- Aranguren, Á. (30 de 10 de 2017). *Motor y Racins*. Obtenido de <https://www.motoryracing.com/coches/noticias/el-neumatico-y-su-interesante-historia/>
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República de Ecuador*. Montecristi: Asamblea Nacional.
- Campos, D. (23 de 07 de 2018). Construyen casas con llantas recicladas en San Felipe. *Cadena Noticias*.
- Carrasco, R. (2018). *Aplicación del uso de los residuos de construcción para la fabricación de bloques de hormigón en la ciudad de Riobamba, análisis de costo e impacto ambiental*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Carrión, D. S. (2011). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización COOTAD*. Guayaquil: Gobiernos Autónomos Descentralizados.
- Criollo, A. (2014). *Caracterización de caucho reciclado proveniente del Scrap y de neumáticos fuera de uso para su potencial aplicación como materia prima*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Definición ABC. (2017). *Definición ABC*. Recuperado el 28 de 02 de 2018, de <https://www.definicionabc.com/comunicacion/encuesta.php>
- Diario La Hora. (02 de 03 de 2018). El usar materiales reciclados para nuevas construcciones, una tendencia que gana adeptos. *Noticias*, pág. 8.
- El Comercio . (20 de 03 de 2015). Las llantas viejas ruedan hasta volverse pisos. *Redacción Construir*, pág. 10.
- El Tiempo. (27 de 03 de 2015). Iglús contruidos con llantas usadas, una opción de reciclaje. *AFP*.
- El Universo. (03 de 06 de 2018). 2,4 millones de neumáticos se desechan cada año en Ecuador. *Diario El Universo*.

- Endara, V. (05 de 05 de 2016). Técnicos plantean reconstruir Pedernales con la mano de obra de la comunidad. *El Telégrafo*, pág. 11.
- ergonautas. (s.f.). <http://www.ergonautas.upv.es/art-tech/usuarios/parte2.pdf>. Recuperado el 4 de Octubre de 2015, de <http://www.ergonautas.upv.es/art-tech/usuarios/parte2.pdf>: <http://www.ergonautas.upv.es/art-tech/usuarios/parte2.pdf>
- Estrada, J. (2016). *Estudio de las propiedades físico mecánicas y de durabilidad del hormigón con caucho*. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Hincapié, S. (28 de 01 de 2014). *Investigación*. Recuperado el 04 de 03 de 2018, de <http://sanjahingu.blogspot.com/2014/01/metodos-tipos-y-enfoques-de.html>
- HORIZONTES, S. &. (24 de Enero de 2009). *arquitecturaleo.blogspot.com*. Recuperado el 4 de octubre de 2015, de arquitecturaleo.blogspot.com: <http://arquitecturaleo.blogspot.com/>
- <http://www.tiposdeinvestigacion.com/>. (s.f.). Recuperado el 3 de octubre de 2015, de <http://www.tiposdeinvestigacion.com/>
- INEN. (2010). *Censo de población y vivienda*. Quito: Instituto ecuatoriano de estadísticas y censos.
- Ingeoexpert. (2020). *Qué tipos de mampostería se emplean en la construcción* . Obtenido de <https://ingeoexpert.com/articulo/tipos-de-mamposteria-en-la-construccion/?v=3fd6b696867d>
- Jimenez, & Mujica. (2016). *Bloques de concreto con material reciclable de caucho para obras de edificación*. Cusco, Perú: Universidad Nacional San Antonio Abbad del Cusco.
- Largo, A. (23 de 03 de 2018). *Archivos Historia*. Obtenido de <https://archivohistoria.com/la-fiebre-del-caucho/>
- Mejía, J., & Pachacama, N. (2018). *Diseño de bloques para mampostería en obras civiles con agregados de fibras de caucho de neumático y plástico reciclado (PET)*. Salgonquí: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- MIDUVI & CAMICON. (2014). *NEC-SE-VIVIENDA*. Quito: Ministro de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- Ministerio de Coordinación de la política y gobiernos autonomos descentralizados. (2011). *Código orgánico de organización territorial, autonomía y descentralización*. (Primera ed.). Quito, Ecuador. Recuperado el 2 de Diciembre de 2015, de <http://www.ame.gob.ec/ame/index.php/ley-de-transparencia/13-institucion/varios/32-contenidos-ley-de-transparencia>
- Ministerio del Ambiente. (2018). *Sistema Ecuatoriano de Gestión Integral de Neumáticos Usados* . Quito.

- Muguira, A. (18 de 10 de 2018). *QuestionPro*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-descriptiva/>
- Palou, N. (15 de 09 de 2017). Una escuela sustentable construida con residuos. *La Vanguardia*.
- Sinnaps. (12 de 11 de 2019). *Sinnaps*. Obtenido de <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/metodo-cuantitativo>
- Subgerencia cultural del Banco de la República. (2015). *Ecología*. Recuperado el 02 de Febrero de 2016, de <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/ciencias/ecologia>
- tiposdeinvestigacion. (s.f.). Recuperado el 3 de Octubre de 2015, de <http://www.tiposdeinvestigacion.com/>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2018). *Micropartículas de plástico*. Suiza: UICIN.

ANEXOS

Anexo 1.- Modelo de encuesta dirigido a profesionales de la construcción, arquitectos y futuros compradores.

PROTOTIPO DE BLOQUE SIMPLE MÁS RESIDUOS CARBONOSOS Y CAUCHO RECICLADO PARA MAMPOSTERÍA DE VIVIENDAS



1. ¿Incorpora de manera frecuente bloques en sus diseños?

Totalmente de acuerdo De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

2. ¿Considera que el uso de bloques para mampostería genera versatilidad?

Totalmente de acuerdo De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

3. ¿Ha escuchado de otros tipos de agregados para la realización de bloques? Cuáles?

Totalmente de acuerdo De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

4. ¿Ha comprobado los beneficios de usar otros agregados en la elaboración de bloques de mampostería?

Totalmente de acuerdo De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

5. ¿Cree en la posibilidad de hacer bloques con residuos de neumáticos y carbón?

Totalmente de acuerdo De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

6 ¿La posibilidad de esto, también deduce ahorro de costos ?

Totalmente de acuerdo De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

7 ¿La posibilidad de esto, también deduce buena calidad?

Totalmente de acuerdo De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

8 ¿Le parece que este proyecto aporta a las viviendas de la ciudad?

Totalmente de acuerdo De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

9.¿Le parece un proyecto con buenas expectativas en la construcción?

Totalmente de acuerdo De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

10. ¿Apoyaría este proyecto?

| | | | |
|--------------------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|
| Totalmente de acuerdo | <input type="checkbox"/> | De acuerdo | <input type="checkbox"/> |
| Ni en acuerdo ni en desacuerdo | <input type="checkbox"/> | En desacuerdo | <input type="checkbox"/> |
| Totalmente en desacuerdo | <input type="checkbox"/> | | |

Anexo 2.- Prueba a la compresión



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

PRUEBA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES

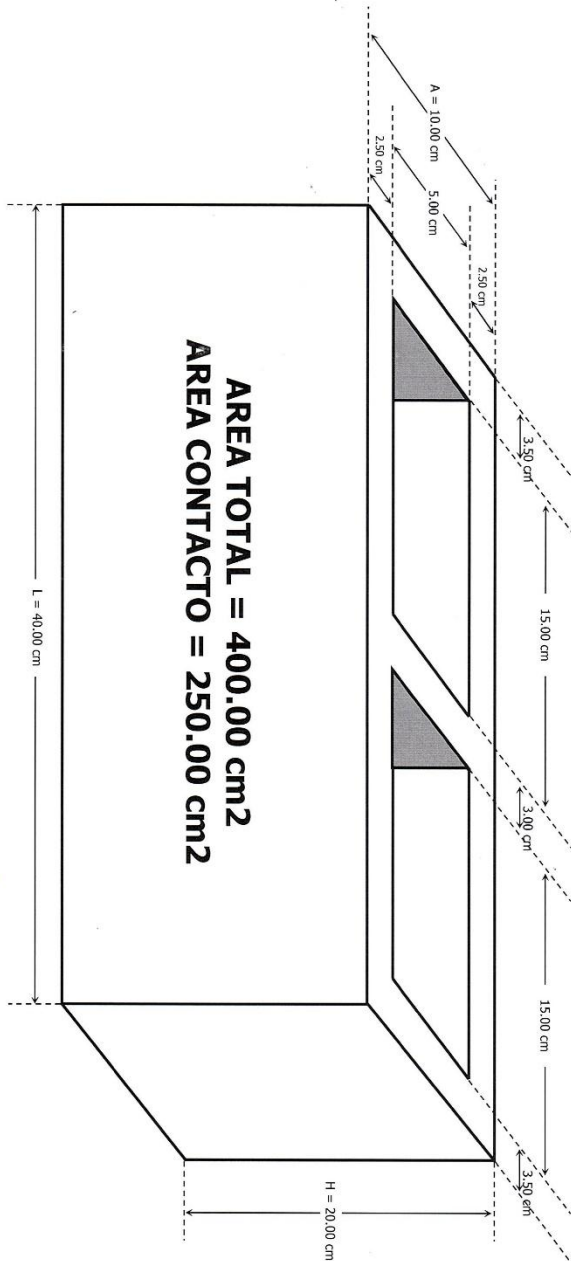
Solicita : SR. DANIEL ANGEL REYES SANCHEZ - SR. OSCAR ENRIQUE VILLA GUAITA
Tipo de Bloque : DOS HUECOS
Obra : PROTOTIPO DE BLOQUE SIMPLE MÁS RESIDUOS CARBONOSOS Y CAUCHO RECICLADO PARA MAMPOSTERÍA DE VIVIENDAS.
Procedencia : ARTESANAL (TESIS)
Tutor : MG. ARQ. ISABEL NICOLASA MURILLO SEVILLANO - UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
Edad del Bloque : 28 DÍAS
Fecha : 28-jul-2020 **Contrato** **NORMA INEN 639**

| (6) Bloques | Fecha de fabricación | Fecha de rotura | Edad (días) | Carga (Kg) | Resist. (Mpa.) | Resist. (Kg/cm2) | Masa (gr.) | Dimensión | | | Área de contacto (cm ²) | Volumen (cm ³) | Peso Unitario (grs./cm ³) | OBSERVACIONES |
|-------------|----------------------|-----------------|-------------|------------|----------------|------------------|------------|-----------|-------|-------|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| | | | | | | | | a | l | h | | | | |
| 1 | 30-jun-2020 | 07-jul-2020 | 7 | 24.32 | 1.21 | 12.34 | 5,427.00 | 9.00 | 39.00 | 19.00 | 201.00 | 3,819.00 | 1.42 | BLOQUE COLOR GRIS |
| 2 | 30-jun-2020 | 07-jul-2020 | 7 | 24.03 | 1.20 | 12.19 | 5,438.00 | 9.00 | 39.00 | 19.00 | 201.00 | 3,819.00 | 1.42 | |
| 3 | 30-jun-2020 | 21-jul-2020 | 21 | 33.34 | 1.66 | 16.91 | 5,385.00 | 9.00 | 39.00 | 19.00 | 201.00 | 3,819.00 | 1.41 | |
| 4 | 30-jun-2020 | 21-jul-2020 | 21 | 33.15 | 1.65 | 16.82 | 5,379.00 | 9.00 | 39.00 | 19.00 | 201.00 | 3,819.00 | 1.41 | |
| 5 | 30-jun-2020 | 28-jul-2020 | 28 | 36.38 | 1.81 | 18.46 | 5,348.00 | 9.00 | 39.00 | 19.00 | 201.00 | 3,819.00 | 1.40 | |
| 6 | 30-jun-2020 | 28-jul-2020 | 28 | 36.77 | 1.83 | 18.65 | 5,363.00 | 9.00 | 39.00 | 19.00 | 201.00 | 3,819.00 | 1.40 | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.
Ing. Christian Felipe Góvilanes
JEFE DE LABORATORIO



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.



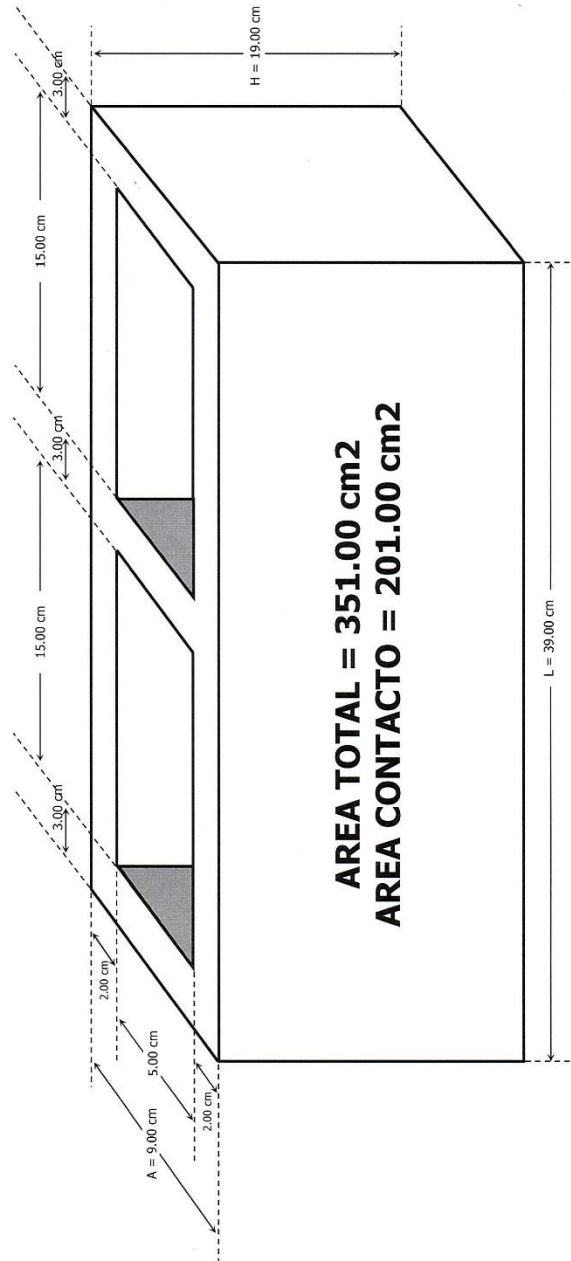
CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Ing. Cristian Romero Torres
JEFE DE LABORATORIO

Revisión de formato: 01
Fecha: 07/01/18



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.



Revisión de formato: 01
Fecha: 07/01/18

Ing. Christian Roberto Gavilanes
JEFE DE LABORATORIO