



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA
INDEPENDIENTE PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA CIVIL**

TEMA:

*UTILIZACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO DE NEUMÁTICOS
RECICLADOS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE
MAMPOSTERÍA PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL
EN EL CANTÓN AMBATO.*

AUTORA: NeyvaGissela Almeida Salazar

TUTOR: Ing. Mg. Juan Garcés

AMBATO – ECUADOR

2011

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: **“UTILIZACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE MAMPOSTERÍA PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL EN EL CANTÓN AMBATO”** elaborado por la Srta. NeyvaGissela Almeida Salazar, Egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato, certifico que el informe final es original de su autor, está concluido y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para su aprobación.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ingeniero Mg. Juan Garcés

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación bajo el tema: **“UTILIZACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE MAMPOSTERÍA PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL EN EL CANTÓN AMBATO”**, es absolutamente original, auténtico y personal, así como sus ideas y pensamientos son de mi exclusiva responsabilidad, excepto las citas bibliográficas.

Egda. NeyvaGissela Almeida Salazar

C.C.: 150052801 – 1

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de calificación de grado aprueban el Informe de Investigación, sobre el tema: **“UTILIZACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE MAMPOSTERÍA PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL EN EL CANTÓN AMBATO”**, elaborado por la Srta. NeyvaGissela Almeida Salazar, Egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

DEDICATORIA

Con el más profundo y sentido agradecimiento que sin su apoyo, colaboración e inspiración habría sido imposible llevar a cabo este duro trabajo.

A mis padres:

Oswaldo y Clarita, que con su ejemplo de amor, paciencia, comprensión, humildad y fe en sus hijos, me han enseñado todo lo que soy como persona: mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño por sobresalir en la vida y que gracias a su valioso sacrificio y apoyo incondicional en mis estudios universitarios sin darme por vencida, he podido culminar mi preparación y finalmente llegar a obtener mi título profesional.

A mis hermanos:

Albita, por su ejemplo de tenacidad y superación, Omar, por su forma particular de demostrarme su cariño y a mi hermanito Oswaldito Joel a quien sin poderlo ver sé que siempre ha estado a mi lado cuidándome y bendiciéndome desde el cielo.

A Diego Olalla, quien durante 8 años ha estado a mi lado brindándome su amor, aprecio, cariño, comprensión y apoyo incondicional siempre y en todo momento de mi vida, impulsándome a sobresalir con éxito en mis metas.

Inmensamente agradecida se los dedica:

NEYVA GISSELLA

AGRADECIMIENTO

Al finalizar el trabajo de investigación, es inevitable realizar un análisis objetivo que me muestra inmediatamente que la magnitud de ese sacrificio hubiese sido imposible sin la participación de personas e instituciones que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término. Por ello, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellas, expresándoles mis agradecimientos.

A la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica donde se me dio las facilidades para realizar mi investigación estudiantil y del trabajo de tesis en los laboratorios y en especial a los profesores que colaboraron con sus conocimientos y consejos profesionales que me han servido para finalizar con éxito mi sueño más anhelado.

Debo agradecer de manera especial y sincera a mi tutor, Ingeniero Mg. Juan Garcés, quien con su comprensión, apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas, ha sido un aporte invaluable en el desarrollo de esta tesis. No cabe duda que su participación ha enriquecido el trabajo realizado y, además, ha significado el surgimiento de una sólida amistad. Muchas gracias Ingeniero y que Dios lo bendiga siempre.

Agradezco al Ing. Augusto Fabara, por su apoyo en el desarrollo de esta tesis, su amabilidad, paciencia, disponibilidad y generosidad durante mis visitas en su planta de distribución del caucho. Su colaboración fue un gran aporte para desarrollar y finalizar este trabajo.

A la fábrica de bloques "LOS ANDES", donde sus propietarios me dieron la apertura para fabricar los bloques y poder desarrollar con éxito el presente trabajo de investigación.

Finalmente a mis amigos: Ing. Rubén Pazmiño e Ing. Carlos de la Torre quienes me han sabido apoyar y brindar sus conocimientos, además a mi amiga de siempre Gladys Velasco, por brindarme su amistad y su colaboración en el desarrollo de mi tesis.

Por ellos... Muchas gracias.

NEYVA GISSELLA

ÍNDICE GENERAL

A. PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....	I
APROBACIÓN DE TUTOR.....	II
AUTORÍA.....	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
INDICE GENERAL.....	VII
RESUMEN EJECUTIVO.....	XVI

B. TEXTO

INTRODUCCIÓN.....	XVII
-------------------	------

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

1.1 Tema.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis crítico.....	3
1.2.3 Prognosis.....	3
1.2.4 Formulación del problema.....	4
1.2.5 Interrogantes.....	4
1.2.6 Delimitación del objeto de investigación.....	4
1.2.6.1 Delimitación de contenido.....	4
1.2.6.2 Delimitación temporal.....	4
1.2.6.3 Delimitación espacial.....	4
1.3 Justificación de la investigación.....	5
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos.....	7
2.2 Fundamentación filosófica.....	8
2.3 Fundamentación legal.....	8
2.3.1 Políticas nacionales de residuos sólidos.....	8
2.3.2 Plan nacional de neumáticos fuera de uso.....	8
2.3.3 Plan de Manejo Ambiental (PMA).....	9
2.4 Categorías fundamentales.....	9
2.4.1 El caucho.....	9
2.4.1.1 Neumáticos.....	10
2.4.1.1.1 Reciclaje de neumáticos.....	12
2.4.1.1.2 Estudio de concreto elaborado con fibras de caucho reciclado.....	15
2.4.1.2 Mampuestos.....	16
2.4.2.1 Clasificación de los mampuestos.....	16
2.4.2.2 Resistencia a compresión de los mampuestos.....	16
2.4.2.3 Proceso de fabricación de mampuestos.....	17
2.4.2.4 Mampostería.....	20
2.4.2.4.1 Tipos de mampostería.....	20
2.4.2.4.2 Clasificación de la mampostería de concreto según su función.....	21
2.4.3 Impacto Ambiental.....	26
2.4.3.1 Definiciones.....	27
2.4.3.2 Estudio de Impacto Ambiental (EsIA).....	28
2.4.3.3 Plan de prevención y mitigación de los impactos ambientales adversos.....	29
2.5 Hipótesis.....	29
2.5.1 Señalamiento de variables.....	29

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Modalidad básica de la investigación.....	30
3.2 Nivel o tipo de investigación.....	30
3.3 Bloques de mampostería.....	31

3.3.1	Número de ensayos	31
3.3.2	Muestra.....	31
3.3.2.1	Tipo de muestra.....	32
3.4	Operacionalización de variables	34
3.5	Plan de recolección de información	36
3.6	Plan de procesamiento de la información	36

CAPÍTULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1	Análisis de los resultados.....	37
4.2	Interpretación de datos	41
4.3	Verificación de la hipótesis.....	42

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	43
5.2	Recomendaciones	45

CAPÍTULO VI PROPUESTA

6.1	Datos informativos.....	46
6.2	Antecedentes de la propuesta.....	47
6.3	Justificación	49
6.4	Objetivos	51
6.4.1	Objetivo general	51
6.4.2	Objetivo específico.....	51
6.5	Análisis de factibilidad	51
6.5.1	Análisis económico	51
6.5.2	Análisis técnico	52
6.5.3	Análisis ambiental	53
6.6	Fundamentación.....	54
6.6.1	Obtención de fibras de caucho de neumáticos.	54
6.6.1.1	Procedimiento de reencauchado:.....	55
6.6.1.2	Recolección de residuos provenientes del raspado en el reencauchado.....	60
6.6.1.3	Proceso de selección del caucho.	61

6.6.2	Dosificación de los bloques de 40x20x10cm.....	63
6.6.3	Fabricación de los bloques con incorporación de caucho en sustitución del agregado fino.....	77
6.6.4	Ensayo de compresión de los bloques.....	81
6.6.4.1	Definición.....	81
6.6.4.2	Equipo y materiales.....	82
6.6.4.3	Procedimiento.....	82
6.6.4.4	Cálculo para determinar la resistencia.....	84
6.6.5	Análisis estadístico para determinar la formulación óptima de bloques con incorporación de fibras de caucho.....	91
6.6.6	Estudio de Impacto Ambiental.....	105
6.6.6.1	Introducción.....	105
6.6.6.2	Antecedentes y Justificativos.....	106
6.6.6.3	Objetivos.....	107
6.6.6.3.1	Objetivo general.....	107
6.6.6.3.2	Objetivos específicos.....	107
6.6.6.4	Definición del área de influencia.....	107
6.6.6.5	Descripción del medio ambiente.....	108
6.6.6.5.1	Ambiente físico.....	108
6.6.6.5.2	Ambiente biótico.....	109
6.6.6.5.3	Ambiente socio-económico.....	110
6.6.6.6	Determinación de los potenciales impactos del proyecto.....	111
6.6.6.7	Análisis final.....	112
6.7	Metodología.....	114
6.8	Previsión de la evaluación.....	115

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama N° 1. Diagrama del proceso de fabricación de neumáticos	11
Diagrama N° 2. Diagrama de Fabricación de Bloques de mampostería	19
Diagrama N° 3. Proceso de reencauchado de neumáticos.....	59
Diagrama N° 4 Esquema Combinatorio de variables	93
Diagrama N° 5. Esquema para elaboración de bloques con fibras de caucho....	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Variable independiente	34
Tabla N° 2 Variable dependiente	35
Tabla N° 3 Técnicas e instrumentos de recolección de la información	36
Tabla N° 4 Tabla de resumen de resistencias Tipo vs. Porcentaje de caucho.....	39
Tabla N° 5 Relación Peso vs. Porcentaje de caucho	40
Tabla N° 6 Densidades de diferentes materiales	64
Tabla N° 7 Cálculo de la densidad del material fino por el método del picnómetro (ENSAYO N° 1).....	66
Tabla N°8 Cálculo de la densidad del material fino por el método del picnómetro (ENSAYO N° 2).....	67
Tabla N° 9 Coeficientes de peso y volúmenes	68
Tabla N° 10 Valores de peso y volumen para elaboración de bloques	71
Tabla N° 11 Factores de dosificación con el 5% de caucho	72
Tabla N° 12 Valores de peso y volumen para elaboración de bloques con el 5% de caucho.....	72
Tabla N° 13 Factores de dosificación con el 10% de caucho	73
Tabla N° 14 Valores de peso y volumen para elaboración de bloques con el 10% de caucho.....	73
Tabla N° 15 Factores de dosificación con el 20% de caucho	74
Tabla N° 16 Valores de peso y volumen para elaboración de bloques con el 20% de caucho.....	74
Tabla N° 17 Factores de dosificación con el 30% de caucho	75
Tabla N° 18 Valores de peso y volumen para elaboración de bloques con el 30% de caucho.....	75

Tabla N°19 Factores de dosificación con el 50% de caucho	75
Tabla N° 20 Valores de peso y volumen para elaboración de bloques con el 50 de caucho	76
Tabla N° 21 Cálculo de resistencia de los mampuestos con las fibras Tipo 1 (D= 0,11cm; L= 0,57cm) al 0% de caucho	85
Tabla N° 22 Cálculo de resistencia de los mampuestos con las fibras tipo 1 (D= 0,11cm; L= 0,57cm) al 5% de caucho	85
Tabla N° 23 Cálculo de resistencia de los mampuestos con las fibras tipo 1 (D= 0,11cm; L= 0,57cm) al 10% de caucho	86
Tabla N° 24 Cálculo de resistencia de los mampuestos con las fibras tipo 1 (D= 0,11cm; L= 0,57cm) al 20% de caucho	86
Tabla N° 25 Cálculo de resistencia de los mampuestos con las fibras tipo 1 (D= 0,11cm; L= 0,57cm) al 30% de caucho	87
Tabla N° 26 Cálculo de resistencia de los mampuestos con las fibras tipo 1 (D= 0,11cm; L= 0,57cm) al 50% de caucho	87
Tabla N° 27 Cálculo de resistencia de los mampuestos con las fibras tipo 2 (D= 0,14cm; L= 1,92cm) al 0% de caucho	88
Tabla N° 28 Cálculo de resistencia de los mampuestos con las fibras tipo 2 (D= 0,14cm; L= 1,92cm) al 5% de caucho	88
Tabla N° 29 Cálculo de resistencia de los mampuestos con las fibras tipo 2 (D= 0,14cm; L= 1,92cm) al 10% de caucho	89
Tabla N° 30 Cálculo de resistencia de los mampuestos con las fibras tipo 2 (D= 0,14cm; L= 1,92cm) al 20% de caucho	89
Tabla N° 31 Cálculo de resistencia de los mampuestos con las fibras tipo 2 (D= 0,14cm; L= 1,92cm) al 30% de caucho	90
Tabla N° 32 Cálculo de resistencia de los mampuestos con las fibras tipo 2 (D= 0,14cm; L= 1,92cm) al 50% de caucho	90
Tabla N° 33 Identificación por simbología de los tratamientos.....	92
Tabla N° 34 Cálculo de resistencia de los mampuestos con las fibras-Descripción de los tratamientos.....	94
Tabla N° 35 Esquema del análisis de varianza (ANOVA)	95

Tabla N° 36 Arreglo combinatorio de factor A * B para resistencia promedio en kg/cm ² a los 28 días de su fabricación.....	97
Tabla N° 37 Análisis de varianza para la resistencia media de los bloques a los 28 días de su fabricación	98
Tabla N° 38 Rangos de significación para la resistencia media en kg/cm ² de los bloques a los 28 días de fabricación, con respecto al tipo de fibra utilizada	99
Tabla N° 39 Prueba de tukey para la resistencia media en kg/cm ² de los bloques a los 28 días de fabricación, con respecto al tipo de fibra utilizada.....	99
Tabla N° 40 Prueba de tukey para la resistencia media en kg/cm ² de los bloques a los 28 días de fabricación, con respecto al porcentaje de fibra añadido	100
Tabla N° 41 Rangos de significación para la resistencia media en kg/cm ² de los bloques a los 28 días de fabricación, con respecto al porcentaje de fibra añadido	101
Tabla N° 42 Prueba de tukey para la resistencia media en kg/cm ² de los bloques a los 28 días de fabricación, con respecto a la interacción entre el tipo de fibra y el porcentaje de fibra añadido	102
Tabla N° 43 Rangos de significación para la resistencia media en kg/cm ² de los bloques a los 28 días de fabricación, con respecto a la interacción entre el tipo de fibra y el porcentaje de fibra añadido.....	104

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 1. Tipos de fibras de caucho	38
Imagen N° 2. Mapa cantón Ambato	46
Imagen N° 3. Acumulación de N.F.U - Relleno Sanitario-Ambato.....	48
Imagen N° 4. N.F.U. Desechos Sólidos – Relleno Sanitario – Ambato	49
Imagen N° 5. Inspección de neumáticos antes del reencauchado	55
Imagen N° 6. Raspado de neumáticos.....	55
Imagen N° 7. Eliminación de elementos incrustados y reparación.....	56
Imagen N° 8. Procedimiento de cementado de neumáticos	56
Imagen N° 9. Aplicación de relleno de caucho	56
Imagen N° 10. Preparación de la banda de rodamiento	57
Imagen N° 11. Colocación de la nueva banda en el neumático	57

Imagen N° 12. Preparación del neumático para el curado	58
Imagen N° 13. Proceso de Curado o vulcanizado en una autoclave	58
Imagen N° 14. Inspección final del neumático sometido al reencauchado.....	58
Imagen N° 15. Acopio de los residuos del raspado en el reencauchado	60
Imagen N° 16. Mezcla de caucho con alambre proveniente del reencauchado	60
Imagen N° 17. Extracción de alambre en el caucho.	61
Imagen N° 18. Máquina vibro-tamizadora de caucho.....	62
Imagen N° 19. Tamización fibras más pequeñas	62
Imagen N° 20. Ensacado y almacenamiento de caucho a diferentes tamaños	63
Imagen N° 21 Colocación de los materiales pesados antes de la mezcla	77
Imagen N° 22 Mezcla de loa materiales.....	78
Imagen N° 23 Visualización del caucho en la mezcla	78
Imagen N° 24 Molde y respectiva prensa de la máquina.....	79
Imagen N° 25 Colocación de la mezcla en la máquina vibro-compactadora.....	79
Imagen N° 26 Máquina de vibro-compactación	80
Imagen N° 27 Desmoldado de bloques	80
Imagen N° 28. Transporte de bloques	80
Imagen N° 29 Área de secado	80
Imagen N° 30 Peso del bloque en la balanza	82
Imagen N° 31 Posición del bloque en la máquina de compresión	83
Imagen N° 32 Aplicación de carga al bloque.....	83
Imagen N° 33 Retirado del bloque de la máquina	84
Imagen N° 34 Contaminación del aire por la combustión de llantas	108
Imagen N° 35 Estancamiento de agua en los neumáticos fuera de uso	109
Imagen N° 36 Contaminación del suelo y alteración del paisaje	109
Imagen N° 37 Impacto en la flora y fauna en el medio ambiente	110
Imagen N° 38 Acumulación de neumáticos fuera de uso en la zona urbana	110
Imagen N° 39 Equipos de protección personal durante la manipulación del caucho	111
Imagen N° 40 Forma correcta de almacenamiento de las fibras de caucho.....	112

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Resistencia máxima a la compresión vs. Porcentaje de caucho	39
Gráfico N° 2 Resistencia promedio de los bloques a los 28 días de fabricación	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Dimensiones de bloque de mampostería	69
---	----

C. MATERIALES DE REFERENCIA.

1. Bibliografía	116
1.1 Bibliografía	116
1.2 Webgrafía.....	116
2. Anexos	117
Anexo1 Vectores que influyen en el depósito de neumáticos en botaderos	117
Anexo2 Equipo y Materiales.....	118
Anexo3 Análisis de precio unitario.....	119

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA
MECÁNICA.

TEMA: UTILIZACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE MAMPOSTERÍA PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL EN EL CANTÓN AMBATO

Autora: Egda. Neyva Almeida Salazar

Fecha: Noviembre 2011

RESUMEN EJECUTIVO

El presente 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.

El trabajo es de carácter teórico – experimental, contiene revisión bibliográfica, la cual ha permitido desarrollar la tecnología utilizada. El trabajo de campo, corresponde a la construcción de los bloques y de laboratorio ya que es allí donde se midió su resistencia. Se utilizaron fichas de campo y de laboratorio que facilitaron la recopilación y procesamiento de la información. El trabajo se realizó en su totalidad en el cantón Ambato, con materiales que se pueden obtener fácilmente.

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.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas ambientales difíciles de solucionar, ha sido desaparecer los materiales no degradables que afectan directamente al equilibrio ecológico, tanto en lo que respecta a la difícil tarea de desaparecerlos como en la demanda cada vez mayor de materias primas. De forma particular para este estudio se hace mención a los cientos de neumáticos fuera de uso, que se acumulan año tras año y que crecen considerablemente con relación a la demanda de vehículos que se venden tanto en el país como en el cantón Ambato.

A pesar de que los neumáticos representan un bajo porcentaje del total de los residuos urbanos, ameritan un abordaje especial por sus características, tamaño e impacto ambiental que estos producen, en especial en el cantón Ambato donde a pesar de que se ha iniciado un tratamiento a los desechos, aún no se ha encontrado una propuesta de reciclaje de los neumáticos que se encuentran apilados en el relleno sanitario ubicado en la vía a Píllaro, al noreste de la ciudad.

Debido a esta problemática ambiental y considerando que una de las oportunidades más prometedoras en la industria de la construcción radica en la innovación de materiales y procesos de construcción, se ha tomado la iniciativa de fabricar bloques de mampostería, utilizando fibras de caucho de neumáticos reciclados, con la finalidad de mitigar el impacto ambiental, que estos producen provocado impactos negativos en la naturaleza y el ambiente.

Con la finalidad de determinar la factibilidad del presente estudio, el primer capítulo se inició con el planteamiento del problema, haciéndose necesario encontrar alternativas de control y reciclaje de los neumáticos usados, se dan a conocer los objetivos y se identifican las variables.

En el capítulo dos, se muestran datos bibliográficos y conceptuales como fundamentación teórica, que asegura los antecedentes de la investigación. En el capítulo tres, se presenta la metodología de la investigación en cada etapa, como

son de campo y de laboratorio, identificando las variables, tipo de muestra e identificación de la hipótesis.

En el capítulo cuatro, se procesaron los datos obtenidos durante la observación, experimentación y análisis, para su posterior interpretación en referencia a otras investigaciones parecidas y así demostrar o comprobar la hipótesis planteada.

En el capítulo cinco, se establecen las conclusiones y recomendaciones, considerando los parámetros de resistencia, peso y costo del bloque, lo que define la factibilidad de la investigación.

En el capítulo seis se muestra la propuesta de fabricación de bloques de mampostería incorporando fibras de caucho de neumáticos fuera de uso, como una alternativa viable de mitigación del impacto ambiental en el cantón Ambato.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA.

Utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de bloques de mampostería para mitigar el impacto ambiental en el cantón Ambato.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización

Uno de los graves problemas ambientales a la que se ven enfrentadas las diferentes sociedades, tiene que ver con la dificultad para hacer desaparecer los miles de toneladas de neumáticos fuera de uso, los mismos que, de acuerdo a los estudios realizados, tardan aproximadamente 600 años en descomponerse en la naturaleza; situación que obliga a encontrar alternativas diferentes a las vías clásicas de eliminación, como la incineración y el depósito controlado, ya que estas son peligrosas, no solo debido a una potencial amenaza ambiental sino al riesgo de fuego y a la generación de enfermedades ya que se convierten en refugio para roedores e insectos. Es por ello, que se propone reutilizar o reciclar los neumáticos con el fin de reducir el impacto ambiental que éstos provocan.

En los últimos años, la demanda de autos se ha incrementado en grandes magnitudes en todo el país y en el cantón Ambato, es por ello que uno de los elementos que está ligado directamente a este problema, es el aumento considerable de neumáticos fuera de uso.

Por tal motivo, cabe indicar, que es indispensable establecer un adecuado control para identificar los lugares y el porcentaje de neumáticos fuera de uso que se generan dentro del cantón. En consecuencia, la falta de información hace que éste sea un problema actual que influye directamente con la calidad de vida de los habitantes del cantón.

En el campo de la construcción, el sub-dimensionamiento de los elementos estructurales y el aumento excesivo de las cargas, al utilizar materiales que incrementan el peso propio de la estructura, pueden llevar a un menor periodo de vida útil y en el peor de los casos, un colapso de la estructura.

Por otro lado, la utilización de mampuestos tanto en losas como en paneles divisorios, incrementan las cargas y en consecuencia aumentan las dimensiones de los elementos estructurales, lo que implica un incremento de los costos en su diseño.

Recordemos que la mampostería está formada por mampuestos y mortero, por lo que evidentemente en nuestro país, los mampuestos se fabrican de forma artesanal, sin control de calidad y con escasa tecnología, ya que de estos factores dependerán las propiedades que determinan su eficiencia en la construcción.

La función de los mampuestos es de aliviar y dividir zonas y no de incrementar cargas, siendo un peso depreciable en el diseño, sin embargo, en pocas ocasiones se considera el comportamiento estructural de los mismos, debido al desconocimiento de sus propiedades y los efectos que éstos provocan a la estructura.

En la actualidad la fabricación de mampuestos, ya sea de ladrillo o bloques mezclados de hormigón con material granular se lo hacen en distintos lugares del cantón debido a la creciente demanda de viviendas. Es por esto que se hace necesario buscar materias primas en los distintos lugares y canteras, que con el

tiempo escaseará y será un gran problema económico ya que por la dificultad de conseguir el material el costo aumentará.

1.2.2 Análisis Crítico

La elaboración de bloques de mampostería utilizando fibras de caucho de neumáticos es un proyecto que surge de las dos necesidades en los campos mencionados anteriormente, ya que para la construcción es una necesidad el encontrar nuevas alternativas que favorezcan en la construcción, buscando materiales que sean livianos y resistentes como es el caso del caucho que aparte de cumplir individualmente con las propiedades mencionadas, su mezcla con el hormigón para fabricar mampuestos resultará una innovación en este campo con la obtención de nuevas cualidades y propiedades que mejoren la calidad de la estructura; así mismo el reciclaje de los neumáticos es un recurso para mitigar el impacto ambiental que éstos producen si no se los da un tratamiento posterior al de su vida útil dentro del cantón Ambato.

1.2.3 Prognosis

La falta o el deficiente reciclaje de los neumáticos fuera de uso provocará un aumento excesivo de los mismos que a largo plazo se convertirá en una potencial amenaza ambiental ya que si fuere el caso, el momento de haber fuego, estos emitirán gases tóxicos que atentarán contra la salud humana. Así mismo, se convertirá en refugio de roedores e insectos que provocarán enfermedades a los habitantes que se encuentren cerca de estos dentro del cantón Ambato (**ANEXO 1**). Es por ello la necesidad de buscar alternativas de reciclaje y sobre todo dentro de un gran campo que es en la construcción, la misma que con el tiempo y el avance de la tecnología, exige la necesidad de investigar nuevas posibilidades que permitan obtener materiales innovadores que favorezcan las propiedades de la estructura y qué mejor de una manera que ayuden con el control ambiental al elaborar bloques de mampostería con propiedades ventajosas.

1.2.4 Formulación del problema

¿De qué manera la utilización de fibras de caucho de neumático en la elaboración de bloques de mampostería mitigará el impacto ambiental en el cantón Ambato?

1.2.5 Interrogantes

- ¿Qué sectores del cantón Ambato son los más afectados con el aumento de depósito de neumáticos fuera de uso?
- ¿Cuáles son los impactos ambientales producto de los depósitos de neumáticos fuera de uso?
- ¿Qué propiedades se obtendrán al incorporar fibras de caucho en la elaboración de bloques de mampostería?
- ¿Cuál será la eficiencia de reutilizar los neumáticos reciclados en bloques de mampostería como alternativa de mitigación al impacto Ambiental?

1.2.6 Delimitación del objeto de investigación

1.2.6.1 Delimitación de Contenido

Este proyecto estará involucrado con:

- Ensayo de materiales
- Mitigación de Impacto Ambiental

1.2.6.2 Delimitación Temporal

Se realizó durante los meses de Marzo del 2010 a Julio del 2011, en donde se recolectó el caucho y se elaboró bloques de mampostería para posteriormente determinar su resistencia máxima.

1.2.6.3 Delimitación Espacial

Se identificó los sectores en Ambato donde se evaluará el impacto de los neumáticos fuera de uso, la fabricación de muestras fue realizada en una fábrica de bloques y los ensayos se realizaron dentro del campus Universitario en los laboratorios de Ingeniería Civil.

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se desarrolla en virtud de mitigar el impacto producido por el incremento de neumáticos fuera de uso dentro del cantón Ambato, que además de modificar el equilibrio ecológico del medio ambiente, desmejora la calidad de vida de los habitantes que se encuentran aledaños a los mismos.

Es importante recalcar que mientras más utilizamos productos que luego desechamos, se requiere de mayores recursos naturales de nuestro planeta para luego fabricarlos, por esta razón, es fundamental realizar un estudio con el fin de desarrollar nuevas alternativas que permitan reciclar y reutilizar el caucho de los neumáticos, para que de esta forma se ayude con la disminución de estos y se encuentre nuevas alternativas de utilidad a los mismos.

En el presente trabajo investigativo intentamos elaborar mampostería resistente, además de tener características geométricas tradicionales que permiten la construcción modular y que al mismo tiempo facilitan el trabajo constructivo. Es por ello, que la investigación se enmarca en el objetivo fundamental de fabricar bloques de mampostería con materiales nuevos e innovadores, como es la utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados; de esta manera, se pretende mejorar las propiedades y resistencia de los mampuestos, y mediante un proceso de análisis, obtener resultados que nos permitan determinar la factibilidad y los beneficios que este nuevo elemento conseguirá dentro del campo de la construcción.

Al determinar la factibilidad en la reutilización de los neumáticos fuera de uso para la elaboración de bloques de mampostería, podemos decir que se generará un avance investigativo, que favorecerá no solo en la construcción, al saber que se obtendrá elementos más livianos y resistentes, sino que se encontrará una solución que permita desaparecer toneladas de neumáticos que año tras año aumenta con la demanda de autos, producto de la necesidad humana para transportarse de un lugar a otro.

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1 Objetivo General

- Estudiar la utilización de fibras de caucho de neumáticos desechados en la elaboración de bloques de mampostería como alternativa de mitigación al impacto ambiental en el cantón Ambato.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar los sectores e impactos ambientales que los neumáticos fuera de uso producen en el cantón Ambato para fomentar mecanismos de reciclaje en el sector.
- Fabricar bloques de mampostería utilizando fibras de caucho de neumáticos desechados para mitigar el impacto ambiental.
- Definir el porcentaje adecuado de fibras de caucho por bloque de mampostería.
- Establecer las propiedades y la resistencia de los mampuestos fabricados con fibras de caucho de neumáticos para compararlos con los del mercado.
- Analizar las ventajas de la incorporación de fibras de neumático en la mampostería para verificar su factibilidad en la construcción.
- Comprobar la eficiencia de la reutilización de neumático desechado en la elaboración de bloques de mampostería para idealizar el mecanismo de mitigación del impacto ambiental.
- Proponer la fabricación de bloques de mampostería utilizando fibras de caucho de neumáticos desechados para mitigar el impacto ambiental en el cantón Ambato.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Encontrar alternativas de utilización de neumáticos dentro del campo de la construcción, es una necesidad y una ayuda para la reducción del impacto ambiental que el depósito de neumáticos fuera de uso provoca de manera general en todas partes.

Una de las investigaciones proporcionado por el Centro Catalán del Reciclaje, en la realización del proyecto “Incorporación de granza de caucho procedente de la trituración de neumáticos fuera de uso en el hormigón”, concluye que el trabajo ha sido un primer paso necesario para explorar la viabilidad técnica, asegurando al mismo tiempo, que no se produce una pérdida sensible de la resistencia mecánica.

En el trabajo delArq. Pedro Avilés, “Hormigones y Caucho; posibilidades generales para el reciclaje de neumáticos usados”; comenta que, las características favorables del caucho como densidad más baja, valores considerados en dureza, resistencia de impacto, ductilidad y el aislamiento de calor comparado al concreto convencional, sería un elemento ventajoso para usos en la construcción, además manifiesta que los materiales compuestos de Hormigón y residuos de caucho trabajan de buena forma.

Del “Estudio de concreto elaborado con caucho reciclado de diferentes tamaños de partículas”, se puede inferir que es factible, utilizando el 5% en peso de caucho de tamaño aleatorio, ya que no deteriora las características del concreto, además lo vuelve más liviano y al mismo tiempo ayuda a disminuir los efectos negativos que generan los desechos de caucho en el medio ambiente.*Fuente: RevistaFac. Ing. U. Central de Venezuela v.23 n.1 Caracas mar. 2008.*

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La incorporación de fibras de caucho de neumáticos fuera de uso en la elaboración de bloques de mampostería dentro del cantón Ambato, es una investigación que engloba factores positivos; uno de ellos y el más importante, es mitigar el impacto ambiental para que de esta manera podamos mejorar la calidad de vida de los habitantes, ya sea en la salud como en la economía, ya que se puede generar nuevas fuentes de trabajo tanto en el reciclaje como en la fabricación de los bloques de mampostería.

En constancia a lo anterior, podemos decir que el trabajo propuesto, es una investigación que a futuro generará elementos que fomenten el desarrollo social y de forma creciente al campo constructivo- arquitectónico ya que aún no ha sido explotado y podría significar revolucionar la edificación al incorporar los neumáticos fuera de uso que en la actualidad se presentan como un gran problema ambiental.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

2.3.1 POLÍTICAS NACIONALES DE RESIDUOS SÓLIDOS

Art. 30.- El Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional la 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.

Art. 35.- ÁMBITO TÉCNICO. Fomentar a la investigación y uso de tecnologías en el sector, que minimicen los impactos al ambiente y la salud, mediante el principio precautorio.

2.3.2 PLAN NACIONAL DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO

Esta normativa nos estipula que se debe reciclar el 25% en peso de los neumáticos y recauchar un 20%.

2.3.3 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA) describe las acciones a tomar en cuenta para evitar, mitigar, corregir y minimizar los impactos.

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1 EL CAUCHO.

El caucho es un polímero de muchas unidades, encadenadas de un hidrocarburo elástico, el isopreno C_5H_8 que surge como una emulsión lechosa (conocida como látex) en la savia de varias plantas, pero que también puede ser producido sintéticamente.

Actualmente se fabrican miles de artículos de caucho para usos muy diferentes. El caucho es ampliamente utilizado en la fabricación de neumáticos, llantas, artículos impermeables y aislantes, por sus excelentes propiedades de elasticidad y resistencia ante los ácidos y las sustancias alcalinas. Es repelente al agua, aislante de la temperatura y de la electricidad. Se disuelve con facilidad ante petrolatos, bencenos y algunos hidrocarburos.

El vulcanizado del caucho y su posterior desarrollo en neumáticos por Charles Goodyear fue un hecho sobresaliente que afectó nuestra calidad de vida en los pasados 150 años, incluyendo el desarrollo de automóviles que sin llantas vulcanizadas, no podrían funcionar. Las llantas o neumáticos, y por lo tanto, los automóviles son una parte importante de la sociedad moderna y, sin embargo no todos los países son capaces de producir automóviles.

El futuro de la industria de neumáticos, a pesar de la disminución de los suministros de petróleo, es brillante. No obstante, de los recursos de potencia usados para propulsar nuestros carros, camiones, bicicletas, motocicletas y aeroplanos, los neumáticos permanecerán cumpliendo con la misma función de aquellas que existían en el pasado.

2.4.1.1 NEUMÁTICOS

Compuesto básicamente de *cauchopolímero* estireno-butadieno (SBR), en el que la proporción es de aproximadamente un 25 % en peso de estireno, o una mezcla de caucho natural y SBR. El negro de humo se da debido a partículas muy pequeñas de *carbono*, que aumenta la tenacidad y la resistencia a la tracción, a la torsión y al desgaste. Además las *fibras reforzantes*: textiles y de acero, usualmente en forma de hilos, que aportan resistencia a los neumáticos: algodón, nylon y poliéster. La cantidad de acero y fibras sintéticas reforzantes en los neumáticos varía según el fabricante. Para facilitar la preparación y elaboración de las mezclas, se adiciona *plastificante* utilizándose para el control de la viscosidad.

Los neumáticos cuentan con gran diversidad de compuestos incluyendo agentes naturales y compuestos. Los constituyentes principales de los neumáticos son los polímeros, negro de carbono y ablandadores.

Por ejemplo, un neumático de 9 kg está compuesto en un 60% de caucho, 20% de acero y 20% de fibra y otros productos.

A pesar de que los neumáticos representan poco dentro de los residuos urbanos, ameritan un abordaje especial por sus características, tamaño e impacto ambiental.

El neumático de un auto o camioneta, pesa aproximadamente 9,5 kg y el correspondiente a manejo industrial o a camiones pesados, puede variar desde 16 a 100 kilogramos. El mayor porcentaje de neumáticos descartados corresponde a los provenientes de autos y camionetas livianas.

A continuación se explica el proceso utilización del caucho para la fabricación de neumáticos dentro de la ingeniería industrial.

PROCESO DE ELABORACIÓN DE NEUMÁTICOS.

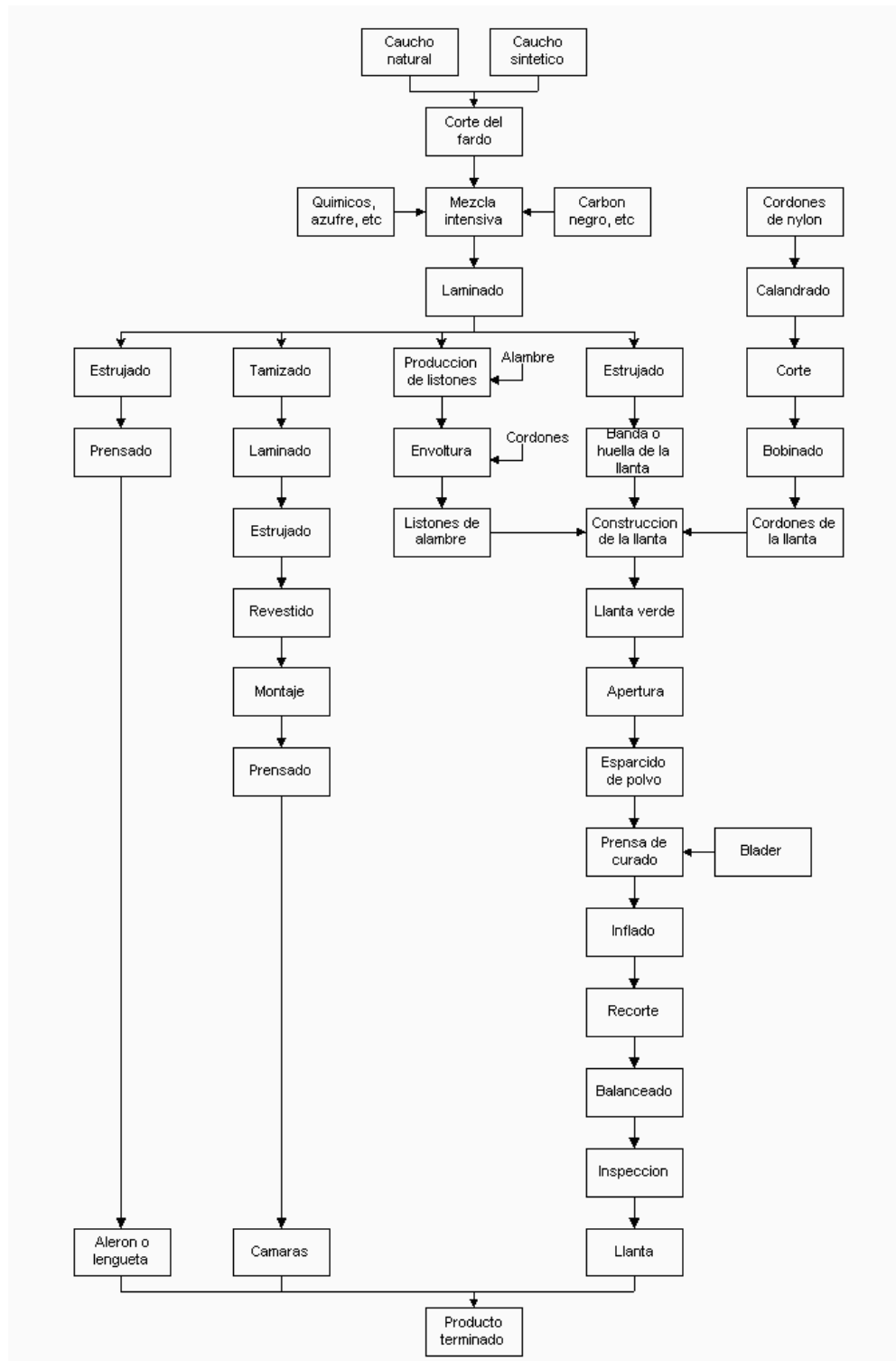


Diagrama N° 1. Diagrama del proceso de fabricación de neumáticos¹

¹PLANTA DE PRODUCCIÓN DE NEUMÁTICOS. Disponible en www.turnkey.taiwantrade.com.tw/showpage.asp

2.4.1.1.1 RECICLAJE DE NEUMÁTICOS

Un neumático medio de un auto o camioneta, pesa aproximadamente 9,5 kg y el correspondiente a camiones pesados o industriales, pueden variar desde 16 a 100 kg. El mayor porcentaje de neumáticos descartados corresponde a los provenientes de autos y camionetas livianas.

La situación actual es que se recicla el 1,5%, se valora energéticamente el 4,6%, se reencauchan el 11,1%, y se lleva a vertedero el 82,4%.

Los neumáticos son parte de los residuos sólidos urbanos y se mantiene el hecho de ser depositados en vertederos o grandes pilas utilizadas solo para disponer este tipo de residuos. Sin embargo, esta práctica es equívoca por los siguientes motivos:

1. La cantidad de espacio que ocupan
2. Las dificultades que presentan para la compactación
3. Por su forma, acumulan grandes cantidades de aire y otros gases que los convierten en boyas y rompen posteriormente las cubiertas de los vertederos o rellenos sanitarios
4. Son focos para la proliferación de vectores como roedores, insectos, etc.
5. Permanecen intactos por varias décadas, pero algunos de sus componentes tienen el potencial de lixiviar altos contenidos de metales pesados como zinc, cromo, plomo, cobre y cadmio, detectados en algunos cauces.

Según la página www.cempre.org.uy/index.php?option=com_content&view=article&id=83&Itemid=101, en la actualidad existe diversidad de opciones para el reciclaje de neumáticos, por lo que a continuación se presenta una agrupación de dos principales modalidades:

- **Posibles usos para neumáticos enteros**

Ingeniería civil: Los neumáticos enteros pueden utilizarse como estructuras de contención en parques o en zonas muy inclinadas o expuestas a lo largo de carreteras. Son menos caros que el material convencional utilizado para

esta aplicación y existe gran abundancia y disponibilidad. También pueden utilizarse como capas drenantes en los rellenos sanitarios.

Aplicaciones marinas: Pueden construirse arrecifes artificiales uniendo neumáticos usados, hundiéndolos y anclándolos en aguas costeras. En ciertas condiciones se crían diversidad de flora y fauna entorno a estos arrecifes artificiales. También es posible elaborar rompeolas colocándolos próximos a la costa de manera de contrarrestar el efecto de las mareas dando estabilidad en la zona de playas.

Barreras parachoques: montados sobre pilas en bordes de carreteras, puentes, etc. No se utilizan grandes cantidades de neumáticos en esta modalidad.

Usos agrícolas: son utilizados como material de anclaje de lonas y en caminos o carreteras, pero su uso es muy limitado. La ventaja que presenta esta modalidad es que se da solución a los neumáticos de mayor tamaño que son más difíciles de evacuar.

Reencauchado: este sea probablemente el mejor uso que se le pueda dar a los neumáticos. Este proceso consiste en ampliar la vida útil de los neumáticos realizando un dibujo nuevo sobre la cubierta gastada del neumático. Primero se inspecciona el estado de las cubiertas y del neumático en sí, reparándolo en caso de ser necesario, se pule el dibujo viejo para luego aplicar el nuevo dibujo. Es común el reencauchado en neumáticos utilizados por camiones, pero en autos livianos no presenta demasiadas ventajas ya que en precio no hay gran diferencia con los neumáticos nuevos.

Combustión: tanto enteros como triturados, los neumáticos pueden utilizarse para combustión por su alto poder calorífico. Un uso bastante usual es en las cementeras o industrias papeleras. Puede procesarse únicamente neumáticos o junto con otros combustibles o residuos sólidos. Por el contenido de azufre, zinc y acero, las instalaciones requieren de una tecnología adecuada para controlar las emisiones atmosféricas y tener la capacidad de procesar los residuos resultantes luego de la combustión.

- **Posibles usos para neumáticos triturados**

Productos de caucho reciclado: al reprocesar los neumáticos pueden obtenerse nuevos productos como alfombrillas, sandalias, juntas y otros productos que generalmente suelen fabricarse en base a materia virgen. Existen dos modalidades para el procesamiento: ambiental (a temperatura ambiente) y criogénica (a temperaturas extremadamente bajas).

Fraccionamiento de neumáticos: aquí se reutilizan directamente los recortes de caucho. A través de la obtención de tiras de caucho y su fundición a altas presiones se producen nuevos productos como felpudos, cintas transportadoras, etc.

Pirolisis: Mediante la aplicación de calor, se rompen los enlaces químicos. Es una combustión en ausencia de oxígeno. A través de este procedimiento se obtienen productos secundarios como: coque inferior, gas aceite y acero. El coque inferior puede utilizarse como combustible sólido o como carbón activado, el gas de aceite contiene un alto poder calorífico como para brindar los requerimientos necesarios de energía para el propio proceso de pirolisis y el acero recuperado tiene un pequeño mercado debido al grado de contaminación.

Gasificación: este proceso implica la inyección de cantidades controladas de oxígeno de modo de evitar la combustión. Mediante este proceso se obtiene un combustible gaseoso sintético llamado Syngas (Synthesis gas). Existe una planta en Suiza que utiliza este proceso.

Compostaje de fangos: los trozos de caucho de aproximadamente 5 cm de espesor pueden utilizarse como material esponjante para el compostaje de fangos. Cumplirían un rol similar al de los tabloncillos de madera pero con la diferencia de que los neumáticos no se descomponen. No se trata de una práctica muy utilizada.

2.4.1.2 ESTUDIO DE CONCRETO ELABORADO CON FIBRAS DE CAUCHO RECICLADO

El objetivo del proyecto realizado fue obtener hormigón que incorpore caucho procedente de neumáticos fuera de uso, con posibilidades reales de situarse ventajosamente en el mercado; con la finalidad de minimizar el impacto ambiental que generan los neumáticos luego de transcurrida su vida útil.

“Se realizó un estudio experimental sobre hormigones reforzados con fibras cortas de caucho, de tamaño variable y superficie rugosa, procedentes del reencauchado de neumáticos. En dicho trabajo se documentó la compatibilidad entre el caucho y el hormigón y se obtuvieron las propiedades más importantes de la mezcla. Aunque se llegó a mezclar hasta un 13% en volumen, por eficiencia de trabajabilidad, puesta en obra y propiedades mecánicas, se optó por recomendar mezclas del 3.5% y del 5% de caucho triturado en hormigón. Además se realizó un tramo experimental con hormigón con caucho y fibras cortas de polipropileno.

Este trabajo preliminar demuestra la viabilidad de las adiciones de caucho reciclado de neumáticos de camiones a los firmes de rodadura rígidos, contando con una base elástica de calidad. Las cantidades de caucho pueden variar hasta lo que se desee, entre unos límites razonables que en este trabajo previo se han establecido entre 3.5% y 5% en volumen, pero que en otras exploraciones se alcanzan valores del 8%.”¹

De acuerdo al estudio presentado en los párrafos anteriores se ha demostrado la compatibilidad entre el caucho y el hormigón, su mejora respecto de la fisuración por retracción y de disipación de energía elástica. Queda planteado el empleo de dos tipos de caucho por tener buenos resultados, el granulado fino a ser utilizado en mezclas betún-caucho para aglomerados asfálticos; y el fibrilar para hormigones.

¹Witoszek, B., Hernandez F., Fernandez M., Parga B., Barluenga G., Moro, C., (2004), “Hormigón con fibras de caucho de recuperación de neumáticos usados y de polipropileno diseño del firme de hormigón de caucho”; VI Congreso Nacional de Firmes, España. En <http://www.aecarretera.com/congresos/CL26.pdf>

2.4.2 MAMPUESTOS

Los mampuestos son los elementos que se emplean en la obra de mampostería, es decir de paredes divisorias de ambientes en una construcción.

2.4.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS MAMPUESTOS

- Ladrillos cerámicos macizos

Son aquellos mampuestos cuya sección según cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tenga un área neta no menor que el 80% del área bruta correspondiente, no presenten agujeros cuyas secciones transversales según el mismo plano tengan un área individual mayor que el 4% del área bruta, y los espesores de sus paredes no sean menores que 2,5 cm.

- Bloques huecos portantes cerámicos

Piezas destinadas a la construcción de muros fabricados a partir de Cemento Portland y agregados finos y gruesos de poca densidad, cuya sección según cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tenga un área neta no menor que el 40% del área bruta

- Bloques huecos portantes de hormigón

Se considerarán bloques huecos portantes aquellos mampuestos hechos de hormigón cuya sección según cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tenga un área neta no menor que el 40% del área bruta.

2.4.2.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS MAMPUESTOS

Para realizar las verificaciones de resistencia y control de calidad se utilizará la resistencia característica del mampuesto, considerando la probabilidad de que su valor sea alcanzado por el 95% de las piezas ensayadas.

El valor de la resistencia se determinará mediante la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Donde:

- σ = La resistencia característica del mampuesto considerado.
- P = La carga de rotura aplicada a una área determinada en kg.
- A = Área de aplicación de la carga de compresión en cm^2 .

El valor de σ se determinará mediante la obtenida de los ensayos correspondientes de una muestra representativa del tipo de mampuestos empleados.

2.4.2.3 PROCESO DE FABRICACIÓN DE MAMPUESTOS

Los bloques de concreto son principalmente usados como materiales de construcción de paredes. La mayoría de los bloques tienen una o más cavidades y sus lados pueden ser planos o con algún diseño. Ya en la construcción, los bloques de concreto son colocados uno a la vez con concreto fresco, para formar el alto y el ancho deseado de la pared.

La producción de bloques de concreto consiste en las siguientes etapas básicas: dosificación, moldeado, curado y almacenamiento.

A continuación se detalla el proceso de fabricación de los bloques hasta obtener el producto final que es el bloque de concreto.

Dosificación:

La calidad de los bloques depende de cada etapa del proceso de fabricación, fundamentalmente de la cuidadosa selección de los agregados, la correcta determinación de la dosificación, una perfecta elaboración en lo referente al mezclado, moldeo y compactación, y de un adecuado curado.

En los bloques de concreto la mezcla es de cemento Portland, agua, material fino y piedra pómez. Esto produce un block de color gris claro con una fina textura

superficial y una gran resistencia a la compresión, pesa de 17.2-19.5 Kg. Este método da como resultado un producto muy seco, de mezcla homogénea que mantiene su forma cuando es removido del molde.

En otro caso, los bloques donde se usaceniza o piedra de origen volcánico en vez de arena y grava, presenta ciertas características como un color gris oscuro con una textura media, buena resistencia, larga duración y resistencia a altas temperaturas y comúnmente pesa entre 11.8 y 15.0 Kg.

Moldeado.

Los bloques moldeados manualmente se los hace utilizando moldes metálicos con las dimensiones correspondientes, el mismo que estará adaptado a un mecanismo de expulsión y se llenarán en tres tandas, vibrando y compactando en cada llenado; se desmoldan bajo sombra.

Curado.

El curado de los bloques se debe iniciar a las 3 horas de desmoldarse, rociándolos con agua con una regadera a una altura de 10 cm aproximadamente; esta operación se repite cada seis horas. A las 24 horas de desmoldados se llevan los bloques a un pozo de agua para el curado por inmersión durante siete días.

Almacenado

Transcurrido los 7 días, los bloques se retiran del tanque o poza y se apilan en un lugar seco y protegido de la humedad para su secado final. Es preferible utilizar los bloques después de 28 días de fabricados para fines constructivos.

Ensayos

Se realizará los ensayos con la máquina universal para determinar la resistencia del producto final.

PROCESO DE FABRICACIÓN DE LOS BLOQUES

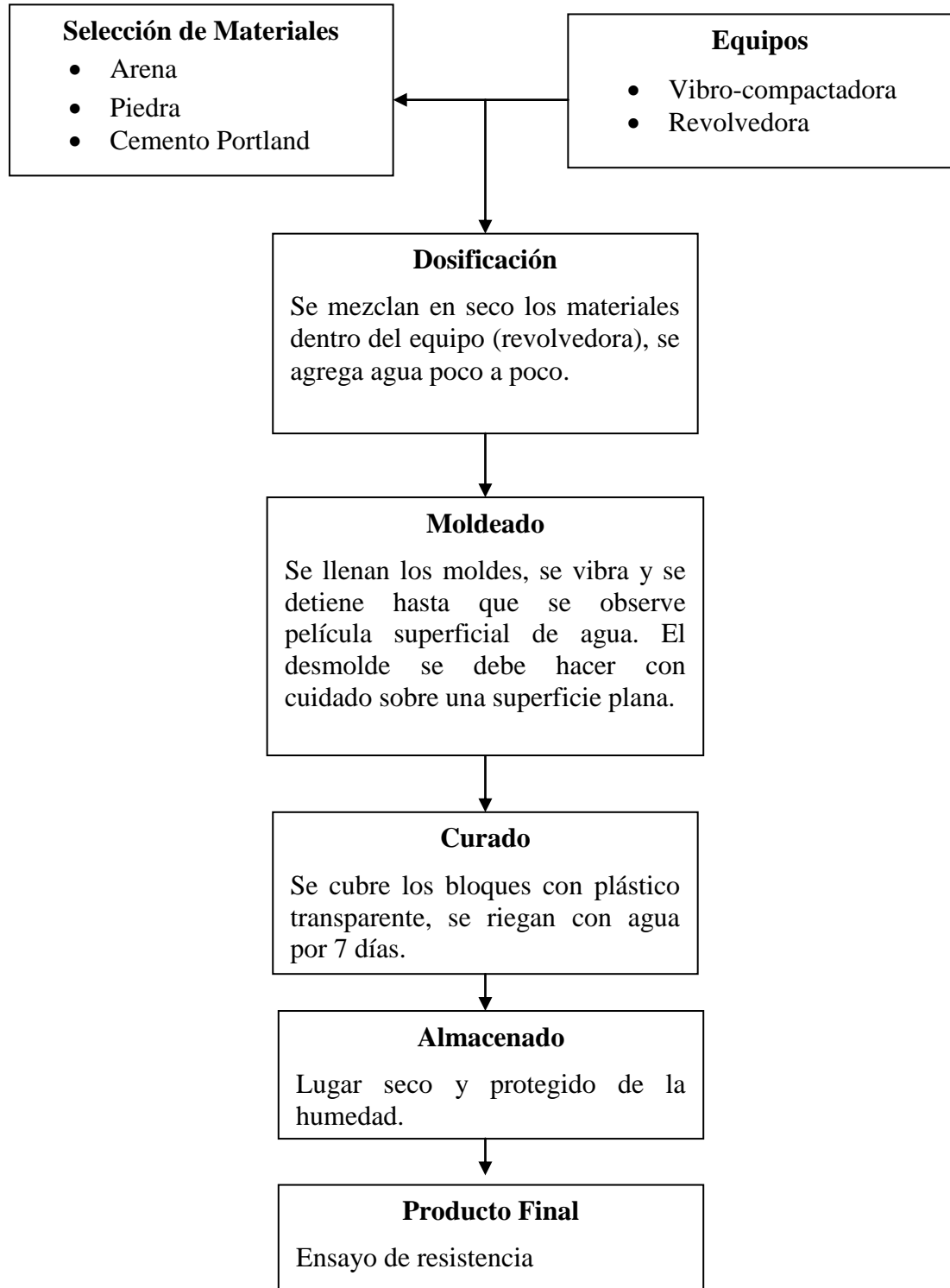


Diagrama N°2. Diagrama de Fabricación de Bloques de mampostería

Elaborado por: Neyva Almeida

2.4.2.4 MAMPOSTERÍA

Se llama mampostería al sistema tradicional que consiste en la construcción de muros mediante la colocación manual de elementos cuya función es proteger contra agentes externos que puedan afectar a los individuos que habitan en la estructura. Estos elementos pueden ser, por ejemplo:

- Ladrillos;
- Bloques de cemento prefabricados;
- Piedras, talladas en formas regulares o no

En la actualidad, para unir las piezas se utiliza generalmente una argamasa o mortero de cemento y arena con la adición de una cantidad conveniente de agua.

2.4.2.4.1 TIPOS DE MAMPOSTERÍA

Mampostería reforzada.

Es la mampostería con refuerzo embebido en celdas rellenas, conformando un sistema monolítico. También tiene refuerzo horizontal cada cierto número de hiladas. El refuerzo se usa para resistir la totalidad de las fuerzas de tensión y ocasionalmente, para resistir los esfuerzos de compresión y cortante que no pueda resistir la mampostería simple.

Mampostería confinada.

Es la mampostería con elementos de concreto reforzado (vigas y columnas de amarre), en su perímetro, vaciados después de construir el muro de mampostería simple. En nuestro medio, la mampostería confinada es la más común y con ella se construyen la mayor parte de las viviendas de uno y dos pisos; se hace con bloques de arcilla cocidos de huecos horizontales, de resistencia mediana o con bloques de mortero, contruidos artesanalmente, de baja resistencia y poca estabilidad dimensional. Ya se usan bloques de concreto, fabricados con tecnología adecuada y que permiten obtener buenas resistencias y durabilidad.

La mampostería de cavidad reforzada. Es la construcción realizada con dos paredes de piezas de mampostería, separadas por un espacio continuo de concreto reforzados en funcionamiento compuesto.

Mampostería simple.

Es el tipo de mampostería estructural sin refuerzo. Los esfuerzos dominantes son de compresión los cuales deben contrarrestar los esfuerzos de tensión producidos por las fuerzas horizontales.

2.4.2.4.2 CLASIFICACIÓN DE LA MAMPOSTERÍA DE CONCRETO SEGÚN SU FUNCIÓN

La mampostería se clasifica según sus funciones en estructurales y arquitectónicas, según su empleo y por su imagen.

Función estructural

La función estructural está ligada a la capacidad del muro para soportar o no carga diferente a la de su propio peso, por lo cual se tendrán los siguientes tipos de mampostería:

No portante.

Es aquella cuya función principal es la de conformar muros que sirvan para dividir espacios, sin tener una función expresa o tácita de soportar techos o niveles superiores. Este tipo de mampostería conforma las particiones o fachadas en edificios con sistemas portantes en pórticos de concreto, acero o, incluso, madera.

Portante.

La mampostería portante impone, adicionalmente a las características enunciadas anteriormente, de acuerdo al tipo de exposición, la necesidad de una resistencia superior en los elementos, suficiente para soportar las cargas que debe soportar, o que tengan una resistencia tal que se diseñe la estructura para ella. Esto en cuanto

a las unidades, pero como conjunto, aparece la participación del refuerzo, lo que le ha dado la dimensión que posee la mampostería en la actualidad, dentro de los sistemas estructurales.

No reforzada (tradicional o simple)

Aunque se hable de mampostería portante, durante mucho tiempo se utilizó mampostería sin refuerzo, de la misma manera como se había venido utilizando la mampostería de arcilla.

Esto ya no es posible a la luz de los códigos de estructuras modernos, pero se cuenta en el medio con un sinnúmero de obras ejecutadas de esta manera durante la década de los años 50 y 60; y aún hoy en día con algunas, que dada su magnitud o por no estar bajo los controles de las entidades encargadas de realizarlos, se continúan ejecutando de este modo.

Reforzada (estructural).

La mampostería estructural reforzada ha hecho posible extender el concepto histórico de la mampostería a estructuras de paredes mucho más delgadas y con alturas de hasta 20 pisos, nivel hasta el que se considera económicamente factible construir edificios de mampostería de concreto.

En nuestro país, si bien se han logrado estructuras de hasta más de 14 pisos, es común la utilización de mampostería artesanal, sin embargo, la mampostería estructural ha sido factible para viviendas de uno y dos niveles.

Todo concreto.

La mampostería estructural "todo concreto" es, antes que una alternativa, una verdadera posibilidad térmica por permitir realizar todo el edificio de manera modular y utilizando un número muy limitado de recursos, en cuanto a materiales, todos ellos fundamentados en el uso del cemento (morteros de inyección, morteros de pega, bloques de concreto, losas de concreto, etc.).

Combinada con otros materiales

A pesar de lo anterior, la mampostería de concreto debe competir técnica y económicamente con la de arcilla, en aquellos lugares, donde están disponibles ambas alternativas.

Pero la competencia no es excluyente, sino que en muchos lugares donde se ha tenido tradicionalmente una arquitectura con fachadas de arcilla, se conserva este material en la fachada y se construye el interior en mampostería de concreto, aportando ambos su función estructural.

Función arquitectónica

Los numerales anteriores han hecho referencia a la función estructural de la mampostería de concreto, la cual puede estar o no ligada a su función arquitectónica de acuerdo tan sólo a la forma física que se le haya dado las unidades.

Sencilla.

Se plantea entonces la posibilidad de tener una mampostería sencilla, elaborada con unidades planas lisas, cuya principal virtud sería la uniformidad total en color, textura y proceso constructivo, para conformar paredes que deben lucirse por sí mismas, sin más atributos desde el punto de vista arquitectónico.

Con acabados.

Al considerar los acabados se plantea la posibilidad de tener el acabado integrado a la unidad portante o estructural, lo que reduce considerablemente el costo de construcción del muro de fachada. Pero esto implica tener unos cuidados necesarios para asegurar su estanqueidad y calidad estética al mismo tiempo.

Enchapes con acabados.

El empleo de enchapes podría decirse que es el maquillaje del edificio a la manera de mampostería. Resulta práctico porque sin importar el sistema estructural

empleado ni el de particiones, se le puede dar al edificio una envoltura con un material uniforme, fácil de colocar y de adaptar a las diversas condiciones.

Con los enchapes es necesario tener en cuenta un sistema de sujeción al muro base para que ante la eventualidad de un temblor, no se desprendan.

Combinación de las anteriores.

En muchos casos es necesario utilizar unidades y enchapes con el mismo acabado, para conformar ciertos detalles constructivos como los bordes de losas, etc. Esto se considera como un artificio antes que una falta al sistema mismo de coordinación modular, pues un enchape equivale a tener tan sólo la superficie exterior de la unidad con acabado.

Según su empleo en el edificio.

Cuando en un medio aparece la mampostería de concreto como un sistema nuevo, disponible para que tanto los ingenieros estructurales como los arquitectos hagan uso de ellos, casi siempre es acogido más fácilmente por los primeros que por los segundos, a pesar de que para ambos profesionales implica aprender a utilizarlo de manera diferente a la de cualquier otro material.

Por escala.

A este respecto se hace mención de la utilización de la mampostería de concreto como material de fachada, según el diseño elaborado por el arquitecto.

Acabado integrado al muro de fachada.

Ya se hizo mención de la posibilidad de integrar el acabado al muro de fachada por medio del empleo de bloques con acabados.

Sin embargo, esto implica tener unos controles mucho más estrictos en la construcción, tanto en el alineamiento de los muros y bordes de losas como en el aseo de ésta y en la correcta ejecución de las juntas de dilatación entre pisos,

porque este tipo de fachada es intocable. Cualquier desalineamiento o error en lamodulación será altamente visible.

Enchape completo del muro de fachada.

El enchape con unidades o chapas de mampostería, por el contrario, ofrece la posibilidad de corregir defectos,desalineamientos o adiciones a un muro o fachada, haciendo uniforme su apariencia externa.

Combinada con otros materiales.

Es muy frecuente que, en función del estilo arquitectónico imperante o que se quiera respetar, de losmateriales disponibles (entre ellos, diferentes posibilidades de unidades y enchapes de concreto) y de lacapacitación de la mano de obra, se utilice la combinación de elementos de mampostería de concreto con otrosde arcilla y con materiales complementarios para detalles como tabletas de cerámica, superficies lisasrevocadas (pintadas o no), superficies de vidrio, etc.

De la eficiencia en combinar estos recursos disponibles depende en buen grado la aceptación de lamampostería de concreto como material de fachada.

Por imagen.

Cada material posee una calidad intrínseca que se transmite a quien lo observa y le imprime carácter a laedificación. De la misma manera como se ha asignado a la ligera la frialdad al concreto, se le ha calificado decálido a la arcilla cocida, de impersonal al vidrio espejo y de industrial al metal. Sin embargo se ha observadoque la mampostería de concreto ha ido haciendo campo en tres nichos específicos:

Institucional.

Por la disponibilidad de los elementos de mampostería de concreto como unidades con acabado y comoenchapes, es un material que ha sido acogido por diversas empresas para que brinde una imagen institucionaluniforme, independientemente de que sea una construcción nueva o una reforma.

De seguridad.

La construcción en concreto, en general, infunde un sentido de fortaleza especial, lo que unido a su resistencia real, permite diseñar estructuras resistentes y seguras al ataque, aun con explosivos.

Este carácter no le es esquivo a la mampostería de concreto que, dada la multiplicidad de acabados y ante laposibilidad de rellenar y reforzar las celdas, permite construir estructuras que no sólo parezcan sino que sean verdaderamente resistentes, brindando tanto psicológica como realmente seguridad según los parámetros dediseño empleados.

Estilo arquitectónico.

La realidad, después de todo el recorrido efectuado por las múltiples posibilidades que ofrece la mampostería de concreto es que ésta devuelve, en imagen y calidad, la dedicación que los diseñadores hayan tenido para con ella.

Para corroborar esto, sólo es necesario recorrer cualquier ciudad, o texto al respecto, y apreciar cuántos diferentes pueden ser diversas obras realizadas con el mismo material, que puede dar una imagen de modernidad o incorporarse dentro de un contexto histórico, reflejar economía y coherencia o derroche de imaginación y forma, en construcciones de bajo costo o en aquellas de primera categoría, en espacios públicos o en la intimidad del hogar; pero siempre mostrando uno de los "múltiples rostros de la mampostería de concreto".

2.4.3 IMPACTO AMBIENTAL

El concepto de Impacto Ambiental se refiere al efecto que produce una determinada acción humana sobre el ambiente en sus distintos aspectos, en términos más técnicos, podríamos decir que el impacto ambiental es aquella alteración de la línea base como consecuencia de la acción antrópica o de eventos de tipo natural. Las acciones del hombre sobre el ambiente en orden a conseguir

determinadas finalidades provocarán siempre efectos colaterales sobre el medio natural o social en el cual actúan.

2.4.3.1 DEFINICIONES

Para determinar y valorar los impactos ambientales generados, es importante conocer ciertas definiciones básicas.

Ambiente:

Es un término amplio que incluye todas las condiciones y factores externos, vivientes y no vivientes que afectan a un organismo

Medio Ambiente:

Son todos los factores bióticos y abióticos, sociales y culturales que afectan al ser humano y, por lo tanto, trascienden a los diversos aspectos de su vida y actividades.

Calidad Ambiental:

El control de la calidad ambiental tiene por objeto prevenir, limitar y evitar actividades que generen efectos nocivos y peligrosos para la salud humana o deterioro del medio ambiente y los recursos naturales.

Impacto Ambiental:

Por impacto ambiental se entiende cualquier modificación de las condiciones ambientales o las generaciones de un nuevo conjunto de condiciones ambientales negativas o positivas, como consecuencia de las acciones propias del proyecto en consideración o de las acciones del hombre.

Condiciones ambientales

Están constituidas por un conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que interactúan en un espacio y tiempo determinado; es decir, las condiciones del ambiente natural y las condiciones del ambiente social que afectan al ser humano.

Efectos Ambientales

Se analizan los efectos ambientales como aquellos producidos por las acciones de la obra sobre los factores bióticos y abióticos. Muchos de los efectos son mínimos, ya que aunque podrían constituir un impacto, no lo son y es posible despreciarlos, estimarlos como efectos positivos o negativos. El análisis de los efectos para determinar cuáles son notables es lo que se denomina cribado de impactos.

2.4.3.2 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA)

Este estudio se debe realizar con anticipación a una obra o proyecto, para determinar la solución o alternativa con mejor valoración desde el punto de vista ambiental, recomendada por la autoridad ambiental según el diagnóstico de soluciones alternativas.

Comprende el análisis, con mucha más profundidad de los aspectos que contemplan el diagnóstico ambiental de soluciones alternativas. De acuerdo con el tipo de proyecto se deben describir los procesos y operaciones e identificar y estimar los insumos, productos, subproductos, desechos, residuos, emisiones, vertimientos y riesgos tecnológicos en fuentes y sistemas de control

En este estudio el plan de prevención mitigación debe incluir el plan de seguimiento, monitoreo y contingencia.

2.4.3.3 PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ADVERSOS.

La evaluación de los impactos ambientales derivados de las diferentes actividades del proyecto define la necesidad de un plan de prevención y mitigación para prevenir y/o aminorar los impactos adversos.

El plan de prevención y mitigación está formado por una serie de acciones que comprenden las medidas protectoras, correctoras o compensatorias en la actuación o en el medio.

En la mayoría de los estudios se diseña un plan de prevención y mitigación para la etapa de preparación del sitio y construcción.

2.5 HIPÓTESIS

La hipótesis de la investigación sería:

La utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados en la fabricación de bloques de mampostería ayuda a disminuir el impacto ambiental en el cantón Ambato.

2.5.1 Señalamiento de Variables

- **Variable Independiente:** Utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de bloques de mampostería.
- **Variable Dependiente:** Disminución del impacto ambiental en el cantón Ambato

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es de carácter cualitativo y cuantitativo.

Es cualitativa ya que en la primera etapa de la investigación se procedió a describir y evidenciar el manejo de los neumáticos fuera de uso en el cantón Ambato, será *de campo*, ya que se realizará en los sectores más afectados por el depósito de neumáticos y a partir de una investigación bibliográfica se procedió a definir la tecnología para la elaboración de los bloques con fibra de caucho a partir de neumáticos fuera de uso.

La segunda etapa de la investigación fue de laboratorio, donde se realizará un *estudio experimental* mediante la elaboración de los mampuestos utilizando fibras de caucho de neumáticos reciclados y se procedió a realizar los respectivos análisis estadísticos, a partir de los datos, dependiendo de las propiedades físicas y mecánicas. En esta etapa se aplica la investigación cuantitativa ya que se realizó los respectivos ensayos de los bloques de mampostería elaborados con fibras de neumáticos, cuyos términos numéricos serán continuos con el fin de determinar las propiedades y resistencia de las mismas.

3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Los tipos de investigación que se realizará dentro de las fases anteriores serán:

- *Investigación exploratoria* se aplica con el fin de obtener un primer conocimiento de la situación actual y después hacer un análisis relacionado a la acumulación de desechos de neumáticos fuera de uso en el lugar de estudio.

- *Descriptiva* se aplica para identificar los efectos que se han producido en el lugar ya sea a la población como al medio ambiente por el incremento de neumáticos desechados.

- *Explicativa* para manifestar las causas de cada efecto o fenómeno que se haya producido.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la fabricación de los bloques de mampostería con utilizando fibras de caucho de neumáticos reciclados, se definió la población o número total de ensayos y muestra de la siguiente forma:

3.3.1 Población o número total de ensayos

Para definir el número total de ensayos, se valoró la opinión de expertos, es decir se consultó al Ingeniero Civil Juan Garcés, Docente de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, quien sugirió realizar un total de 16 ensayos por condición experimental, lo cual se muestra a continuación:

Bloques con el 0% de incorporación de caucho	16 muestras
Bloques con el 5% de incorporación de caucho	16 muestras
Bloques con el 10% de incorporación de caucho	16 muestras
Bloques con el 20% de incorporación de caucho	16 muestras
Bloques con el 30% de incorporación de caucho	16 muestras
Bloques con el 50% de incorporación de caucho	<u>16 muestras</u>
<i>Total de Población o Universo (N)</i>	<i>96 muestras</i>

3.3.2 Muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra, comúnmente se acepta entre el 4% y el 6% como error, tomando en cuenta que no son complementarios la confianza y el

error. Si se quiere eliminar el riesgo del error y considerarlo como 0%, entonces la muestra es del mismo tamaño que la población, por lo que conviene correr un cierto riesgo de equivocarse.

Para la presente investigación se consideró el 6%, ya que es el valor máximo admisible del error, considerando que la fabricación de los mampuestos del experimento se desarrolla en condiciones de covariables, variables no controlables como el tiempo y temperatura.

La muestra representativa de la población se procede a calcular con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{m}{e^2(m - 1) + 1}$$

Donde:

n = Muestra

e = Error admisible

m = Población o universo

$$n = \frac{96}{0.06^2(96 - 1) + 1}$$

n = 72 muestras

3.3.2.1 Tipo de muestra

Se determina primero la fracción muestral f y posteriormente el tipo de muestra en sus partes.

$$f = \frac{n}{N}$$

$$f = \frac{72}{96}$$

$$f = 0.75$$

Tipo de muestra = f * cada estrato del universo

Bloques con el 0% de incorporación de caucho	12 muestras
Bloques con el 5% de incorporación de caucho	12 muestras
Bloques con el 10% de incorporación de caucho	12 muestras
Bloques con el 20% de incorporación de caucho	12 muestras
Bloques con el 30% de incorporación de caucho	12 muestras
Bloques con el 50% de incorporación de caucho	<u>12 muestras</u>
Total de muestra	72 muestras

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

V.I. Utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de bloques de mampostería

CONTEXTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
Proceso de elaboración de elementos, sean estas labradas o toscas conocidas como mampuestos, con la particularidad de que son fabricados con fibras de origen sintético de superficie rugosa procedente de la trituración del caucho o reencauchado de neumáticos fuera de uso.	Proceso de elaboración de mampuestos	Fábrica de bloques	-¿Cuántas fábricas de bloques hay en el cantón? -¿Cuál es el procedimiento?	Observación
		Materiales	-¿Cuál es la fuente de obtención de materiales? -¿En qué porcentaje se distribuyen los componentes del bloque?	Observación de campo Cuaderno de notas
	Reciclaje de neumáticos	Aumento excesivo de neumáticos	-¿Qué efectos producen el aumento de neumáticos? -¿Qué cantidad de depósitos de neumáticos en desuso existe en cantón?	Observación Entrevista
		Depósito de neumáticos reutilizables	-¿Existe un control de neumáticos reciclados? -¿Existe un lugar adecuado de depósitos?	Observación de campo Entrevista
	Obtención de fibras por trituración o reencauchado de neumáticos	Residuo utilizable	-¿Qué porcentaje de residuos es utilizable?	Observación
		Máquinas trituradoras	-¿Existe una máquina trituradora en el cantón y cuál es el costo?	Cuaderno de notas Entrevista

Tabla N°1 Variable independiente

3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Observación de campo directa y de laboratorio estructurada	Fichas de Campo Cuaderno de notas. Fichas de laboratorio Registro fotográfico.
Encuestas	Cuestionario

Tabla N°3 Técnicas e instrumentos de recolección de la información

La recolección de información se realizará en primer lugar realizando una observación de campo, donde se podrá identificar los sitios donde hay la acumulación de neumáticos fuera de uso, en segundo lugar se realizará el cálculo de la dosificación de los materiales previo a la fabricación de los bloques para finalmente obtener la carga a la rotura de cada muestra mediante el ensayo de compresión.

3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

- Investigación de campo con fichas de observación y fotográficas.
- Recolección de los datos respectivos de las fichas de laboratorio para su revisión y organización.
- Tabulación de los datos tanto para los pesos de cada material según la dosificación impuesta como para determinar la resistencia de cada bloque.
- Estudio estadístico de los datos mediante el diseño de bloques completos al azar para la presentación de resultados.
- Analizar e interpretar los resultados relacionándolos con las diferentes partes de la investigación, especialmente con los objetivos y la hipótesis.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Durante la fase de investigación de campo realizada en el cantón Ambato en los lugares específicos como son en las vulcanizadoras, llanteras y lugares de acopio de desechos, se pudo observar que la acumulación se produce en su gran mayoría en las vulcanizadoras, las mismas que un 75% de los N.F.U. (Neumáticos Fuera de Uso) son desechados al relleno sanitario vía a Píllaro y el 25% son de cierta manera enviadas al proceso de reencauchado de las llantas que se encuentran en condiciones de ser reutilizadas.

Además se pudo identificar que en su gran mayoría las vulcanizadoras donde existe mayor acumulación de N.F.U. se encuentran en la zona urbana del cantón ya que en las zonas rurales tienen la costumbre de dedicarse a la agricultura y crianza de animales.

Al encuestar a los propietarios donde existe acumulación de llantas fuera de uso sobre los mecanismos de reutilización de los neumáticos se determinó que aproximadamente un 80% de ellos desconocen sobre esta utilidad y el 20% restante mencionaron la reutilización de los N.F.U en el reencauchado y elaboración de elementos de caucho para los vehículos, además en las parroquias donde se dedican a la agricultura y donde el territorio es más amplio, los N.F.U son utilizados como cercas o juegos infantiles.

En el proceso de elaboración de los bloques a diferente porcentaje de caucho se observó que no existe ningún cambio referente al procedimiento y resultados de la fabricación normal, es decir, el caucho se mezcló con los demás materiales y no

sedisgregó o desmoronó el bloque al salir del molde de la máquina de vibro-compactación, lo que significa que la incorporación del caucho en el proceso de fabricación de los bloques no presenta ninguna alteración desventajosa por lo tanto es factible realizarlo sin ningún problema.

Es necesario mencionar que para ampliar el comportamiento del caucho en el bloque, se utilizó dos tipos de fibras, las mismas que se encuentran a disposición y de venta en el mercado, cuyas dimensiones se detallan a continuación y que serán las sustituidas con el agregado fino utilizado comúnmente en la fabricación de bloques:

FIBRAS TIPO 1: diámetro 0,11cm; largo 0,57cm

FIBRAS TIPO 2: diámetro 0,14cm; largo 1,92cm



ImagenN° 1. Tipos de fibras de caucho

Luego de transcurridos 28 días de endurecimiento de los bloques se procedió a realizar los ensayos de compresión y así determinar la resistencia máxima obtenida de todas las muestras y compararlas con la resistencia normal del bloque, es decir con el 0% de incorporación de caucho.

Después de realizar el ensayo de compresión y determinar la carga de rotura en la máquina universal, se observó que las fibras de caucho en el bloque mejoran la capacidad de adherencia entre los materiales, ya que se presentó algo novedoso, los bloques se trisaban pero no se partieron en varios pedazos como sucedió con los ensayos del bloque normal, obteniendo como resultado un bloque con mejores características, esto es debido a las propiedades del caucho de ser elástico y flexible.

TABLA DE RESUMEN

% DE CAUCHO	RESISTENCIA kg/cm ²	
	TIPO 1	TIPO 2
0%	12,14	12,14
5%	8,39	21,78
10%	9,98	17,92
20%	7,71	14,41
30%	11,12	7,03
50%	13,61	8,41

Tabla N° 4 Tabla de resumen de resistencias Tipo vs. Porcentaje de caucho

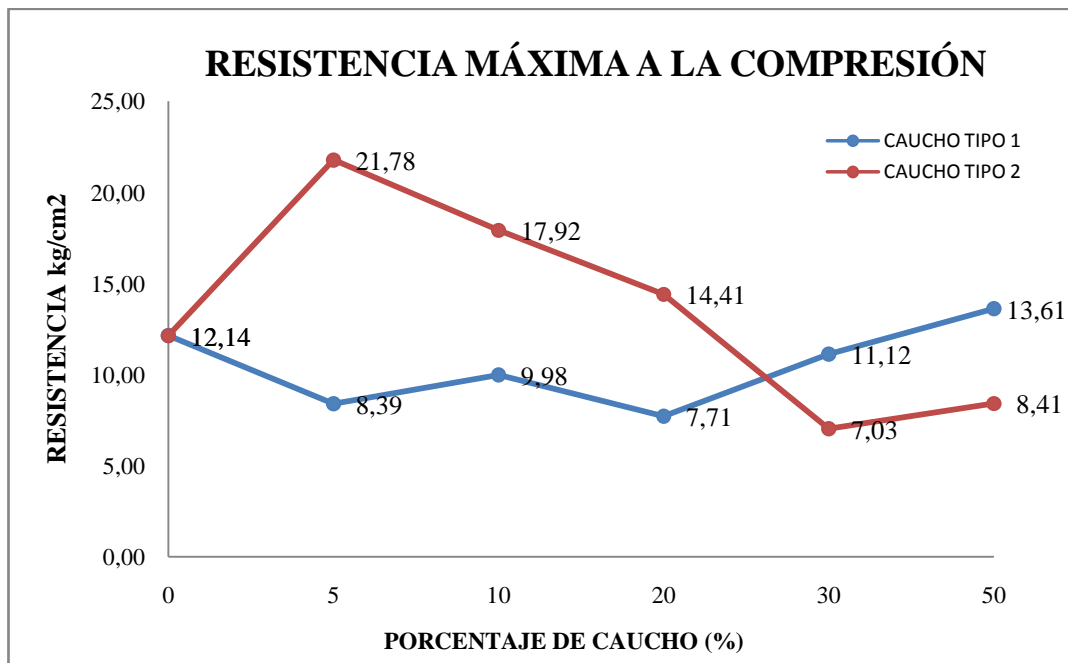


Gráfico N° 1. Resistencia máxima a la compresión vs. Porcentaje de caucho

En el Gráfico N° 1 se ha representado la resistencia de los dos tipos de grupos de ensayos que se hizo; el tipo 1 que corresponde a la del caucho de fibras con un diámetro de 1,1mm y 5,7mm de largo, se observa que la resistencia disminuye o de manera general no existe aumento o disminución considerable; lo que no sucede con los ensayos de tipo 2 con el caucho de 1,4mm de diámetro y 19,2mm de largo donde en los porcentajes de 5% y 10% de incorporación de caucho incrementa notablemente la resistencia en especial con la del 5% donde se alcanzó

una resistencia media de 21,78 kg/cm² correspondiente a un incremento del 79,41% comparada con la resistencia del bloque normal, es decir del 0% de incorporación de fibras de caucho.

Para reforzar la investigación y obtener datos más precisos se procedió a analizar los valores estadísticamente basándose en el diseño de los bloques óptimo que alcance la resistencia permisible y que se obtenga bloques que mejoren las propiedades del mismo; es así que luego de realizado el análisis respectivo se obtuvo como resultado que tanto en los diseños de los bloques con el 5% y el 10% de incorporación de fibras de caucho de neumáticos reciclados de tipo 2, es decir con un diámetro promedio de 0,14cm y un largo promedio de 1,92cm, se logra mejorar la resistencia y por ende las propiedades de los bloques.

Luego de analizado el diseño óptimo de los bloques, el mismo que es al 5% y 10% de incorporación de caucho en sustitución del agregado fino, debido a la similitud en el tamaño con las fibras de caucho, se procede a tomar en cuenta el factor “peso” para ser comparado con el bloque normal y determinar si también se ha logrado disminuir esta propiedad. Para ello se analizarán los datos del peso promedio con los porcentajes y tipo de caucho con el cual se ha mejorado la resistencia.

TIPO DE CAUCHO	% INCORPORACION DE CAUCHO EN SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO		
	0%	5%	10%
TIPO 2 (D= 0,14; L= 1,92MM)	5,67 Kg	5,57 Kg	5,65 Kg

Tabla N° 5 Relación Peso vs. Porcentaje de caucho

De los pesos con el caucho tipo 2 al comparar con los porcentajes del 0%, 5% y 10% se puede demostrar que se ha disminuido el peso en un porcentaje del 1,76% con el porcentaje de incorporación de caucho en sustitución del agregado fino al

5%, por lo tanto se puede deducir que el diseño óptimo es con el 5% ya que con este valor se incrementa la resistencia y se disminuye el peso.

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

En vista de la necesidad de mitigar el impacto ambiental a causa de la contaminación con materiales no degradables, se ha tomado la iniciativa de fomentar un reciclaje en el campo de los hidrocarburos, esto es con las llantas de neumáticos fuera de uso, los mismos que ya se los ha ido utilizando en diferentes campos y de igual manera en diferente cantidad y tamaño, pero en esta investigación se busca otra alternativa de uso dentro de la rama de la construcción, específicamente en los bloques de mampostería.

Al finalizar la investigación y analizar los resultados obtenidos se pudo demostrar que este nuevo proceso de fabricación de bloques mejora la resistencia del bloque en los porcentajes del 5% y 10% con el tipo 2 de fibras de caucho descrito anteriormente, sin embargo se logró mayor resistencia con la incorporación de fibra de caucho del 5% y además se demostró que se pudo lograr disminuir también el peso.

Se han realizado estudios similares al de esta investigación como es el de utilizar fibras de caucho en la mezcla del hormigón cuyos resultados han definido que con la incorporación de fibras de caucho en el porcentaje del 5% mejora la resistencia en una pequeña cantidad, por lo que al ser comparado con nuestra investigación se puede definir que la utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados es factible al 5%, tanto para el hormigón como para el bloque de mampostería, considerando que en nuestro estudio se sustituye el agregado fino con el caucho a ese porcentaje.

4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Luego de finalizada la investigación de campo analizando los datos de manera estadística para determinar el diseño más óptimo se puede concluir que la utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados en la fabricación de bloques de mampostería de 10x20x40 mm, con la incorporación de caucho del 5% con relación a la cantidad del material fino y en reemplazo de éste; nos da como resultado un aumento en la resistencia del bloque y una disminución en el peso; por lo tanto se deduce que este procedimiento resulta factible tanto técnica como económicamente ya que al realizar el análisis de precio unitario este se puede incorporar al mercado a un valor de 0,27 USD por cada bloque y por ende este procedimiento de fabricación resulta ser un mecanismo exitoso para mitigar el impacto ambiental que los neumáticos fuera de uso provocan en el cantón Ambato, ya que por precio no sufre variación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se ha cumplido con el objetivo planteado en este documento, que consistió en el estudio de la eficiencia de la utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de bloques de mampostería como alternativa de mitigación al impacto ambiental en el cantón Ambato para lo que se obtuvieron resultados que servirán de iniciativa para combatir con la contaminación.
- Dentro del cantón Ambato se pudo determinar los sectores más vulnerables a las enfermedades y contaminación por la acumulación de neumáticos fuera de uso, siendo estos en la zona urbana del cantón, especialmente en las afueras de la ciudad, donde además, aproximadamente el 80% de los moradores desconocen de los mecanismos de reutilización de los neumáticos ya que de éstos el 75% son enviados al relleno sanitario.
- Se han fabricado los bloques de mampostería siguiendo el procedimiento normal y con los materiales de uso común incorporando las fibras de caucho de neumáticos reciclados a diferentes porcentajes en sustitución del agregado fino y durante este procedimiento se pudo observar que el caucho no produjo ningún cambio fuera de lo normal en la fabricación de los mismos.
- Los bloques luego de someterlos a la carga de compresión se observó que la incorporación del caucho en los mismos mejoró la adherencia con los demás materiales ya que al llegar a la carga de rotura el bloque se trisaba y no se partía en pedazos como el bloque normal, esto sucedió por las propiedades que el caucho posee como la resistencia y elasticidad.

- Se analizó los datos de manera estadística y se pudo determinar que tanto los diseños con incorporación de fibras de caucho de neumáticos reciclados al 5% y 10% son factibles ya que mejora la resistencia.
- Al revisar los resultados de resistencias máximas se obtuvo como resultado que el diseño que mayor resistencia se obtuvo fue con la fibra de caucho de neumáticos reciclados TIPO 2 el de 0,14cm y 1,92cm (diámetro y largo respectivamente) con un porcentaje de incorporación de caucho del 5%, obteniendo una resistencia media de 21,78 kg/cm² que comparado con la resistencia del bloque normal 12,14 kg/cm², existe un incremento a la de 9,64 kg/cm² correspondiente a un incremento del 79,41%.
- Luego de encontrado el diseño óptimo del bloque en estudio, se procedió a analizar el factor “peso”, comparándolo con el bloque normal, en donde se verificó que con el diseño al 5% de incorporación de caucho en sustitución del agregado fino se llegó a disminuir el 1,76% del peso, es decir, el bloque analizado tuvo un peso de 5,57 kg.
- Se comprobó la eficiencia de la utilización de las fibras de caucho de neumáticos reciclados en la fabricación de bloques de mampostería y se puede concluir que esta nueva iniciativa de reciclaje y reutilización de los neumáticos fuera de uso es una alternativa factible y por ende se puede decir que es un nuevo mecanismo de mitigación al impacto ambiental que los neumáticos fuera de uso provocan a la salud de la sociedad y al ambiente.

5.2 RECOMENDACIONES

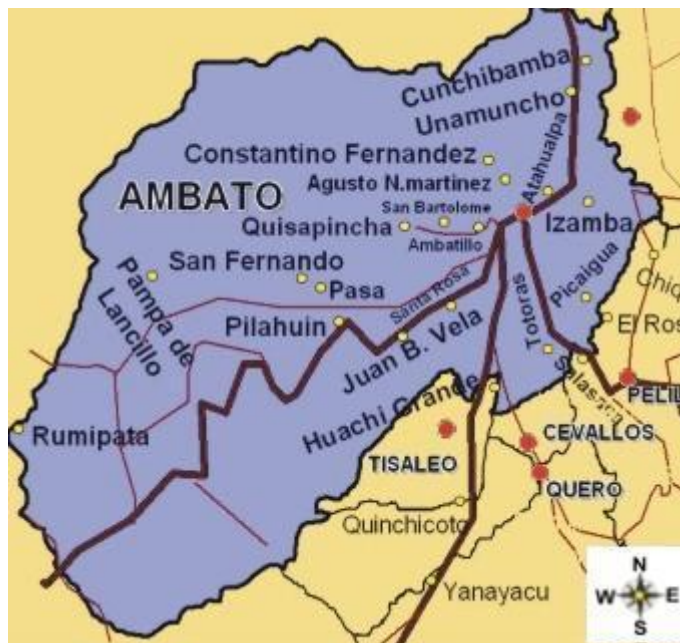
- Debido a la demanda de vehículos que ha ido incrementando en el país, es predecible la cantidad de neumáticos fuera de uso que se generarán, a tal punto que si no se realiza un manejo adecuado, tanto el ambiente como la salud se verán severamente afectados, es por ello que, en el presente estudio se ha investigado una manera de mitigar el impacto ambiental generado por los neumáticos fuera de uso, se presenta una innovación tecnológica en el campo de la construcción y se recomienda elaborar bloques de mampostería con fibras de caucho, tecnología factible y a un costo similar a los ofertados en el mercado.
- Durante el proceso de secado y endurecimiento de los bloques se recomienda hacerlo en un lugar amplio y libre de humedad ya que la influencia del caucho incide en la disminución del peso si está totalmente seco.
- En vista que en el cantón no existe una máquina que obtenga la materia prima como es el caucho y de acuerdo a la demanda de crecimiento de neumáticos fuera de uso, se recomienda se fabrique o a su vez se instale una máquina de reencauchado, para de esta manera, promover la iniciativa de reciclar los neumáticos en el cantón con el fin de sacar fibras del mismo y proceder a fabricar los bloques de mampostería, ya que para la presente investigación se ha conseguido las fibras por medio del Ing. Augusto Fabara, quién recicla los residuos del reencauchado de las llantas de otros lugares fuera del cantón y los tamiza para obtener fibras de diferente tamaño.
- Se recomienda investigar nuevas alternativas de mitigación de impacto ambiental dentro del campo de la construcción y en especial de los neumáticos fuera de uso que en un futuro si no se hace nada por re-utilizarlos se acumularían, ya que la demanda de vehículos ha ido creciendo en estos últimos años dentro del cantón Ambato.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

La zona donde se realizó la investigación es en el cantón Ambato, donde primeramente se determinó los sectores vulnerables al depósito de neumáticos fuera de uso y después se consiguió las fibras de caucho de neumáticos en el sector del parque industrial, mediante la planta de distribución de caucho proveniente del reencauchado de las llantas, cuyo propietario es el Ing. Augusto Fabara.



ImagenN° 2. Mapa cantón Ambato

Se fabricó los bloques de 40x20x10cm utilizando el material normal incorporando fibras de caucho de neumáticos reciclados a diferentes porcentajes sustituyendo éste por el agregado fino conocido como “polvo de casajo” en la fábrica de bloques “LOS ANDES” en el sector del redondel de Izamba.

Posteriormente, se realizaron los ensayos en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato para determinar la resistencia a la compresión.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Dentro del cantón Ambato se pudo determinar que existen sectores vulnerables a las enfermedades y a la contaminación por la acumulación de neumáticos fuera de uso siendo estos las parroquias de la zona urbana del cantón Ambato, especialmente en los lugares aledaños a las vulcanizadoras y que además es importante mencionar, que ésta acumulación incrementará en grandes escalas debido a la cantidad de vehículos que en un futuro no muy lejano existirán.

Ya se han ejecutado proyectos que utilizan materiales reciclados en otros países con la finalidad de disminuir la contaminación y así aprovechar estos recursos, como en los siguientes:

- “Incorporación de granza de caucho procedente de la trituración de neumáticos fuera de uso en el hormigón”, en el Centro Catalán de Reciclaje;
- “Hormigones y Caucho, posibilidades generales para el reciclaje de neumáticos usados”, realizado por el Arquitecto Pedro Avilés;
- “Estudio de concreto elaborado con caucho de reciclado de diferentes tamaños de partículas” realizado en la U. Central de Venezuela; en los cuales se ha logrado obtener resultados que favorecen las propiedades del hormigón y que en cierta manera existe un aumento en la resistencia del mismo.
- Proyecto a la comunidad “Bom-Plac”, octubre de 1997- Brasil, cuyo producto fue la elaboración de viviendas, constituidas por la mezcla de los materiales disponibles y goma reciclada, procedente de los neumáticos usados, en la fabricación de paneles de construcción. Todo ello contribuye a la reducción de la contaminación ambiental, la mejora de la salud pública y el aprovechamiento de los recursos naturales.

- Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE) – Argentina, donde se ha desarrollado elementos constructivos (mampuestos y placas para cerramiento lateral) para la vivienda de interés social, fabricados con materiales reciclados de origen agro-industrial tales como: viruta de madera, cáscaras de maní, polietileno y plásticos varios.

En vista a la necesidad de desaparecer o buscar alternativas de reutilizar los neumáticos fuera de uso (N.F.U.) en nuestro país y en especial en el cantón Ambato, donde la mayor parte de los N.F.U han llegado a ser depositados en el relleno sanitario vía a Píllaro, donde, en cierta manera, ya se ha tomado la iniciativa de crear una planta de tratamiento de los desechos, pero aún no de los cientos de neumáticos que se acumulan en este sector; se ha procedido a fabricar bloques de mampostería utilizando fibras de caucho de neumáticos como una manera de disminuir el impacto ambiental que la acumulación de los N.F.U. producen en la salud y en la naturaleza, donde en esta última, tardan millones de años en desaparecer pero no por completo, porque no es un material biodegradable.



Imagen N°3. Acumulación de N.F.U - Relleno Sanitario-Ambato



Imagen N°4. N.F.U. Desechos Sólidos – Relleno Sanitario – Ambato

Luego de analizar los resultados de los ensayos se pudo demostrar que la utilización de las fibras de caucho de neumáticos reciclados del tipo 2 (0,14cm de diámetro y 1,92cm de largo) a un porcentaje del 5% de incorporación a la mezcla normal del bloque en relación y sustitución del agregado fino, éste da como resultado una resistencia máxima mayor a la del bloque normal con un incremento del 79,41% y que además disminuye el peso en un porcentaje del 1,76%, lo que mejora las propiedades del elemento y resulta ventajoso para la mampostería dentro del campo de la construcción y que además resulta ser una alternativa para mitigar el impacto ambiental en el cantón Ambato, que es el propósito de la investigación.

6.3 JUSTIFICACIÓN

La búsqueda por encontrar nuevas alternativas de mitigar los efectos que producen los impactos ambientales ha sido de suma importancia para evitar el desequilibrio ecológico del medio ambiente, lo que desmejora la calidad de vida de los habitantes, sobre todo en esta investigación con los neumáticos que tardan cientos de años en desaparecer y que durante ese tiempo producen enfermedades por su acumulación y emanación de elementos tóxicos al ambiente si se los quema.

Ya se han ejecutado ciertos mecanismos de reutilización de los neumáticos fuerade uso pero luego de realizar la respectiva investigación, se ha encontrado la

posibilidad de utilizar las fibras de neumáticos reciclados en la fabricación de bloques de mampostería, los mismos que cumplen con dos necesidades:

La primera, de encontrar nuevos materiales que sean más livianos y resistentes, que mejoren sus propiedades, ya que el bloque ha sido un elemento de mucha importancia en la construcción de viviendas de mampostería, y que simultáneamente, puede proveer soporte estructural a la edificación, subdivisión de los espacios interiores, aislamiento térmico, aislamiento acústico, protección contra el clima y fuego, e incluso una apariencia externa atractiva desde el punto de vista arquitectónico, y;

La segunda, de reciclar los neumáticos para ser reutilizados como alternativa de mitigación al impacto ambiental y como una manera de disminuir en cierto porcentaje la extracción de agregados provenientes de reservas naturales al ser sustituidos por el caucho.

En la actualidad si bien es cierto que los neumáticos están íntimamente relacionados con el incremento de vehículos, es lógico pensar, que mientras más vehículos se venden más neumáticos fuera de uso existirían debido a que éstos luego de cumplir su vida útil en los vehículos son desechados pero no eliminados, lo que surge la necesidad de re-utilizarlos de alguna forma y que mejor dentro del campo de la construcción como es en la elaboración de bloques de mampostería que como se ha concluido, la incorporación de fibras de caucho de neumáticos reciclados mejora las propiedades de los mismos.

6.4 OBJETIVOS.

6.4.1 Objetivo general.

- Analizar y proponer la utilización de fibras de caucho de neumáticos desechados para la fabricación de bloques de mampostería como alternativa de mitigación del impacto ambiental que estos producen.

6.4.2 Objetivo específico.

- Determinar los sitios de recolección de la materia prima y del caucho para la fabricación de los bloques.
- Especificar la dosificación del bloque con el porcentaje y tipo adecuado de incorporación de fibras de caucho en reemplazo del agregado fino.
- Comparar la resistencia y el peso con el bloque común.
- Analizar las ventajas del bloque propuesto.
- Determinar el costo unitario del bloque en estudio.
- Sugerir el reciclaje de neumáticos para utilizar sus fibras en la fabricación de bloques y mitigar el impacto ambiental en el cantón Ambato.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

6.5.1 Análisis económico

En la ejecución del proyecto se consideró dos beneficios objetivos: ante la sociedad, al reducir el impacto ambiental que los neumáticos en desuso provocan al medio ambiente y; la utilización de los mismos para la fabricación de bloques de mampostería como uno de los materiales más utilizados en el campo de la construcción.

Es importante mencionar que en los últimos años se ha incrementado notablemente el porcentaje de construcción en la ciudad de Ambato, donde las

personas hacen un gran esfuerzo por cumplir el sueño de tener una casa propia y el gobierno por mejorar el estilo de vida de los ciudadanos, ejecutando obras de infraestructura de gran importancia como escuelas, hospitales y demás centros de beneficio común, lo que ha llevado a tener una gran demanda de materiales de construcción como el cemento, hierro, agregados y bloques tanto para mampostería como para alivianamiento de losas, siendo éstos los materiales tradicionales.

Dentro del mercado de Ambato, se han establecido fábricas de bloque de diferentes tipos y medidas, sin embargo en nuestro análisis se hace referencia al bloque hueco de 10cm de espesor, el mismo que es utilizado para paredes, cuyo costo en el mercado es de 0,27 USD (**ANEXO 3**) y haciendo una comparación respecto al análisis de precio unitario del bloque en estudio con la incorporación de fibras de caucho de neumáticos el precio no varía, pero el costo de gran significado será el de reutilizar lo que se desecha como manera de reciclaje y generar una minimización de residuos en el ambiente.

Al hacer un análisis financiero general y si las condiciones de mercado lo permiten, esto generará un ahorro monetario a la sociedad al extender la vida útil de rellenos sanitarios, crear nuevas oportunidades de empleo local por la venta de materiales usados y sobre todo considerar que un buen manejo de residuos optimiza la utilización de los recursos naturales, especialmente los no renovables, lo que puede contribuir para la recuperación de áreas degradadas.

6.5.2 Análisis Técnico

Los resultados de la resistencia máxima a la compresión de los bloques con fibra de caucho, se lo ha realizado según los procedimientos indicados en las normas para ensayar los bloques, lo cual fue desarrollado en condiciones normales y técnicas. Los datos obtenidos cumplen los lineamientos recomendados para este tipo de material, demostrándose que la resistencia incrementa, por lo que,

técnicamente el producto obtenido tiene ventajas para su utilización en la conformación de paredes de una construcción.

Luego de analizar los resultados de los ensayos se pudo demostrar que la utilización de las fibras de caucho de neumáticos reciclados del tipo 2 (0,14cm de diámetro y 1,92cm de largo) a un porcentaje del 5% de incorporación a la mezcla normal del bloque en relación y sustitución del agregado fino, da como resultado una resistencia máxima mayor a la del bloque normal con un incremento del 79,41% que es un valor significativo y que además disminuye el peso en un porcentaje del 1,76%, lo que mejora las propiedades del elemento y resulta ventajoso para la mampostería dentro del campo de la construcción y que además resulta ser una alternativa para mitigar el impacto ambiental en el cantón Ambato, que es el propósito de la investigación.

6.5.3 Análisis Ambiental

Buscar alternativas renovables bajo el concepto de desarrollo sustentable es el éxito de cualquier investigación que genere una adecuada planificación, diseño y utilización de tecnologías y prácticas apropiadas para ser fuente de beneficio social y económico.

La finalidad de la propuesta es encontrar alternativas de mitigación al impacto ambiental de los residuos sólidos, que en este caso son los neumáticos en desuso, los mismos que provocan la degradación ambiental y el deterioro de la salud pública al desecharlos en áreas que se llenen de roedores e insectos, es así que, realizar un tratamiento correcto de los residuos sólidos y su consideración de forma priorizada en el contexto de las actividades de Gestión Ambiental, que garanticen un mayor nivel de protección ambiental, resulta indispensable, para preservar el ambiente, mejorar la calidad de vida de los habitantes y minimizar los efectos que se derivan por el aprovechamiento de los Recursos Naturales en beneficio de las actuales y futuras generaciones.

El acelerado crecimiento de la población y el aumento de la actividad industrial especificando en la producción de vehículos y lo que los costos de mantenimiento han generado en la finalidad de mantenerlos en buen estado, han generado residuos sólidos en lo que respecta directamente en el desecho de neumáticos fuera de uso y que cuyo manejo incorrecto incide directamente en la contaminación del ambiente.

En el cantón Ambato, ya se ha logrado establecer un programa de selección de residuos y clasificación de los mismos en el relleno sanitario vía a Píllaro, donde luego de evidenciar que de una u otra manera se ha tratado de ocupar está gran cantidad de neumáticos haciendo cercos, o como a manera de peso, sostener las mallas de los taludes; pero la cantidad restante normalmente tiene como destino final los botaderos clandestinos creados en cualquier lugar como es el caso de las quebradas y otros espacios abiertos generalmente cerca de las vulcanizadoras, convirtiéndose en un problema ambiental y de salud pública.

Conociendo entonces la problemática que los residuos sólidos generan en el medio ambiente, se intenta colaborar con la disminución de estos, utilizando las fibras de caucho de neumáticos, para la realización de mampuestos para la construcción y así colaborar con la conservación del medio ambiente.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1 OBTENCIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO DE NEUMÁTICOS.

La forma ideal para conseguir fibras de neumáticos fuera de uso aprovechando el 100% del neumático, es someterlos a un procedimiento de trituración completa, pero en el cantón Ambato no existe la máquina apropiada para este objetivo. Es así que, por motivo de estudio del proyecto de tesis, se ha logrado conseguir las fibras de neumáticos del procedimiento correspondiente al reencauchado de los mismos, lo que consiste en cambiar la banda de rodadura por otra nueva con propiedades parecidas.

6.6.1.1 PROCEDIMIENTO DE REENCAUCHADO:

Inspección inicial.- Una persona entrenada observa cuidadosamente el casco de la llanta e identifica alguna anomalía que impida realizar el reencauchado, caso contrario, continúa con el siguiente proceso.



Imagen N° 5. Inspección de neumáticos antes del reencauchado

Raspado.- Consiste en retirar la banda de rodamiento desgastada, respetando los espesores recomendados por el fabricante, a fin de que se obtenga una superficie adecuada para colocar la nueva banda de rodamiento.



Imagen N° 6. Raspado de neumáticos

Gratado.- Eliminar todos los elementos extraños incrustados en la carcasa y reparar la superficie dañada por estos elementos.



Imagen N° 7. Eliminación de elementos incrustados y reparación

Cementado.- Consiste en aplicar una capa homogénea y sin exceso de cemento sobre la superficie raspada, para proteger la superficie de la oxidación y garantizar la fijación de los productos.



Imagen N° 8. Procedimiento de cementado de neumáticos

Relleno.- Aplicar sobre todos los gratados un relleno de caucho extruido para evitar cámaras de aire al aplicar el nuevo rodante.



Imagen N° 9. Aplicación de relleno de caucho

Preparación de la banda.- Cortar la banda de rodamiento a la longitud adecuada, de acuerdo a la dimensión de la carcasa, cementar y colocar el cojín de unión garantizando adherencia entre la carcasa y la banda.



Imagen N° 10. Preparación de la banda de rodamiento

Embandado.- Colocar la capa de rodamiento sobre la superficie de la carcasa.



Imagen N° 11. Colocación de la nueva banda en el neumático

Preparación para vulcanizado o curado.- Colocar el neumático interno y/o las envolturas externas e internas para impedir la infiltración del aire entre la carcasa y los productos crudos.



Imagen N° 12. Preparación del neumático para el curado

Curado.- Proceso por el cual se fusiona definitivamente la carcasa con la nueva banda de rodamiento, esto se lleva a cabo en una autoclave donde las llantas son sometidas a temperatura, presión y tiempo.



Imagen N° 13. Proceso de Curado o vulcanizado en una autoclave

Acabado Final.- Consiste en una inspección esencialmente visual y táctil.



Imagen N° 14. Inspección final del neumático sometido al reencauchado

PROCESO DE REENCAUCHADO

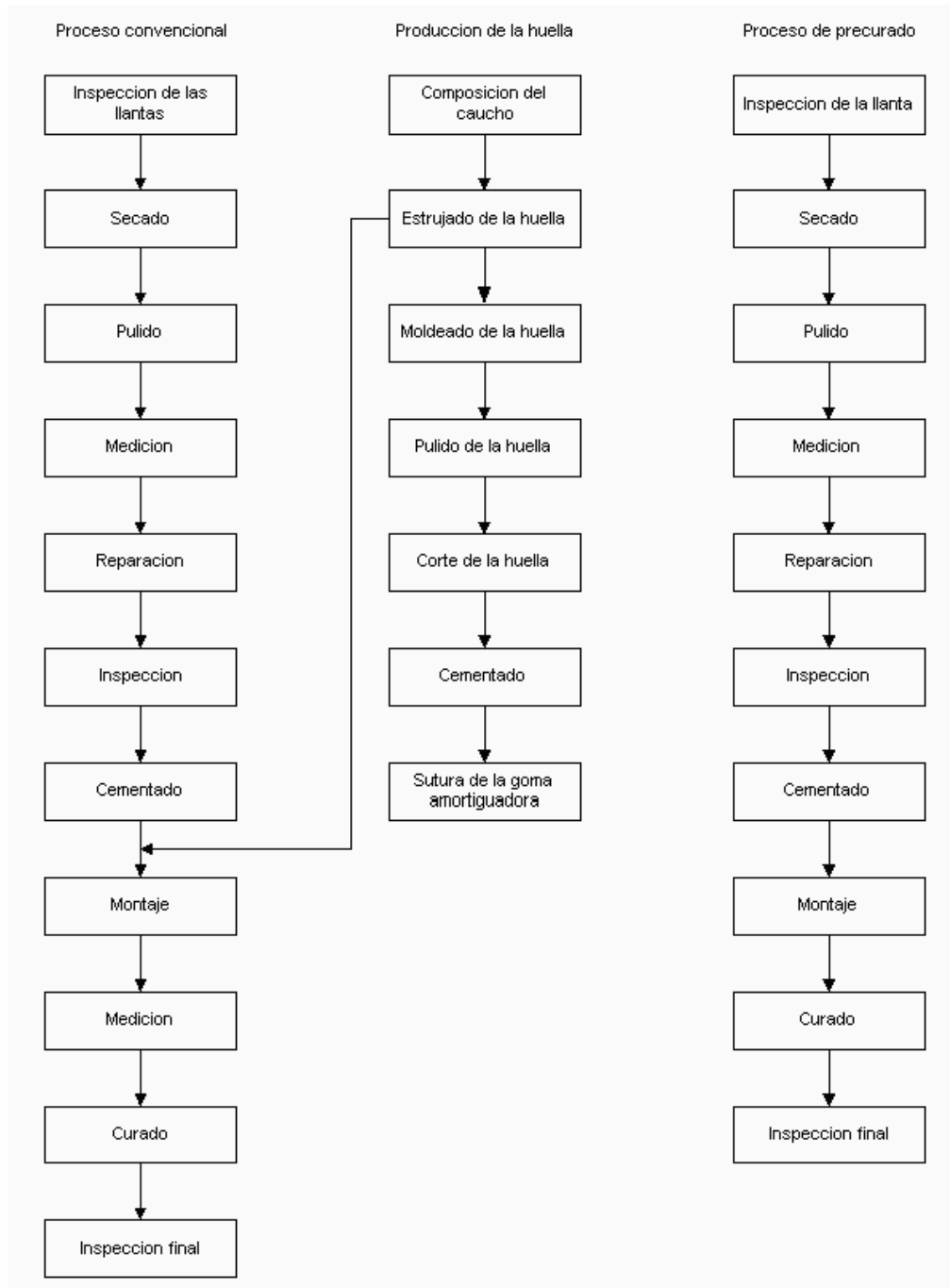


Diagrama N° 3. Proceso de reencauchado de neumáticos

FUNTE: PLANTA DE REENCAUCHADO DE NEUMÁTICOS O LLANTAS
Disponibile en www.turnkey.taiwantrade.com.tw/showpage.asp

6.6.1.2 RECOLECCIÓN DE RESIDUOS PROVENIENTES DEL RASPADO EN EL REENCAUCHADO

Durante el reencauchado de los neumáticos, en el procedimiento correspondiente al raspado de las llantas, se dependen de él, fibras de caucho, que de una u otra manera, estos residuos contiene diferentes partículas en distintos tamaños mezclados con alambre de los neumáticos. Estos residuos son recogidos y enviados a la planta de distribución de fibras de caucho en el parque industrial, cuyo propietario es el Ing. Augusto Fabara, para posteriormente realizar un proceso de selección.



Imagen N° 15. Acopio de los residuos del raspado en el reencauchado



Imagen N° 16. Mezcla de caucho con alambre proveniente del reencauchado

6.6.1.3 PROCESO DE SELECCIÓN DEL CAUCHO.

Luego de obtener los residuos del raspado de las llantas, éste es sometido a un proceso de selección y distribución de acuerdo al tamaño de las fibras de caucho, para ello, el propietario de la planta realiza el siguiente procedimiento:

Eliminación de alambre.- Aquí se procede a eliminar los residuos que vienen con el caucho, generalmente éste corresponde a los alambres de diferente longitud, los mismos que son extraídos con imanes durante las diferentes etapas de tamización y selección del caucho.



Imagen N° 17. Extracción de alambre en el caucho.

Tamización del caucho a diferentes tamaños.- En este procedimiento se coloca el caucho en una máquina vibro-tamizadora, la misma que distribuye el caucho de acuerdo a cada tamaño de malla, esto es, correspondiente a la numeración que va del #1 al #4, mientras menor es el número, menor son los tamaños de fibras. En este procedimiento, las fibras de numeración #1, son colocadas en otra máquina que de igual manera, la tamiza a fibras más pequeñas.



Imagen N° 18.Máquina vibro-tamizadora de caucho



Imagen N° 19. Tamización fibras más pequeñas

Ensacado, almacenamiento y distribución.- Corresponde al llenado en sacos del caucho a diferentes tamaños de fibras desde la máquina vibro-tamizadora, para posteriormente pesarlos y que todos los sacos tengan igual peso. Luego se almacenan y distribuyen de acuerdo al pedido.



Imagen N° 20. Ensacado y almacenamiento de caucho a diferentes tamaños

6.6.2 DOSIFICACIÓN DE LOS BLOQUES DE 40X20X10CM

La dosificación de los bloques se lo va a realizar de manera experimental ya que no existe un documento o bibliografía establecida de la dosificación, es por esta razón que, para calcular las cantidades de cada material conocida la dosificación de los bloques (investigación de campo en las fábricas de bloques), se realiza el procedimiento de cálculo de los materiales, basándose en la dosificación del hormigón conocida su dosificación según los apuntes y manual de Ensayo de Materiales II.

1. Adquirir el material necesario para la fabricación del bloque:

- Agua (Fábrica de bloques “Los Andes”)
- Cemento (Fábrica de bloques “Los Andes”)
- Chasqui o cascajo (Fábrica de bloques “Los Andes”)
- Material fino (polvo de cascajo) (Fábrica de bloques “Los Andes”)
- Caucho (Planta de distribución de caucho, Ing. Fabara)

2. Establecer la dosificación para cierto número de bloques.

Para poder ejecutar el trabajo de investigación básicamente se siguió el procedimiento de las fábricas de bloque, donde se utilizó la siguiente dosificación: para un saco de cemento, utilizamos 7 carretillas de cascajo y 2 de polvo de cascajo, con el que se fabrican 100 bloques.

Cada carretilla contiene aproximadamente:

Cascajo = 48kg

Agregado fino = 47kg

3. Identificar cada una de las densidades del material.

Para ello se ha escogido los valores de la siguiente tabla. ²

TABLA N° 6
DENSIDADES DE DIFERENTES MATERIALES

Sustancia	Densidad media (en kg/m ³)
Aceite	920
Acero	7850
Agua destilada a 4 °C	1000
Agua de mar	1027
Aire	1,2
Aerogel	1-2
Alcohol	780
Magnesio	1740
Aluminio	2700
Carbono	2260
Caucho	950
Cobre	8960
Cuerpo humano	950
Diamante	3515
Gasolina	680
Helio	0,18

²Fuente: www.wikipedia.com

Hielo	980
Hierro	7874
Hormigón armado	2400-2500
Madera	600 – 900
Mercurio	13580
Oro	19300
Wolframio	19250
Uranio	19050
Tántalo	16650
Torio	11724
Estaño	7310
Piedra pómez (cascajo)	700
Plata	10490
Osmio	22610
Iridio	22560
Platino	21450
Plomo	11340
Poliuretano	40
Sangre	1480 – 1600
Tierra (planeta)	5515
Vidrio	2500

Como en la tabla no se encuentra el valor de la densidad correspondiente al agregado fino, que en definitiva es un material que se puede considerar como polvo de cascajo mezclado con una cantidad de ceniza o polvo de piedra, cuyo nombre no está establecido, se ha procedido a realizar el ensayo para determinar

la densidad real del elemento, utilizando el método del picnómetro, ya que es un agregado fino, siguiendo el procedimiento según las normas ASTM C128-80 “*Densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado fino*” y/o la norma INEN 858. “*Áridos. Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) y el porcentaje de vacíos*”

Para el cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$\delta_r = \frac{\text{Masa SSS}}{\text{Volumen del Material}}$$

Donde: Masa SSS = Masa en estado Saturado Superficie Seca

Para determinar el valor de la densidad real específica se han utilizado los equipos y materiales del **ANEXO 2**

Los datos se han escrito en las tablas 1 y 2 respectivamente, con lo que se llegó a un valor promedio de **0,87 kg/dm³**, valor con el cual se va a trabajar en la investigación.

TABLA 7

CÁLCULO DE LA DENSIDAD DEL MATERIAL FINO POR EL MÉTODO DEL PICNÓMETRO (ENSAYO N° 1)

DESCRIPCIÓN	NOMENC.	PROCESO	VALOR	UNIDADES
Masa del picnómetro	m1		163,50	Gr
Masa frasco + mat. Fino	m2		372,60	Gr
Masa frasco+mat. fino+agua	m3		789,60	Gr
Masa agua añadida	m4	m3-m2	417,00	Gr
Densidad del agua	Δ_{agua}		1,00	gr/cm ³
Masa 500cm ³ de agua	m5		660,10	Gr
Masa desalojada por el mat. Fino	m6	m5-m4	243,10	gr
Volumen del m. fino	V	m6/ δ_{agua}	243,10	cm ³
Masa del mat. Fino	Mss	m2-m1	209,10	Gr
Densidad real del mat. Fino	Δ_r	Mss/V	0,86	gr/cm ³ = kg/dm ³

TABLA 8

CÁLCULO DE LA DENSIDAD DEL MATERIAL FINO POR EL MÉTODO DEL PICNÓMETRO (ENSAYO N° 2)

DESCRIPCIÓN	NOMENC.	PROCESO	VALOR	UNIDADES
Masa del picnómetro	m1		163,50	Gr
Masa frasco + mat. Fino	m2		379,80	Gr
Masa frasco+mat. fino+agua	m3		794,20	Gr
Masa agua añadida	m4	m3-m2	414,40	Gr
Densidad del agua	Δ_{agua}		1,00	gr/cm ³
Masa 500cm ³ de agua	m5		660,10	Gr
Masa desalojada por el mat. Fino	m6	m5-m4	245,70	Gr
Volumen del m. fino	V	m6/ δ_{agua}	245,70	cm ³
Masa del mat. Fino	Mss	m2-m1	216,30	Gr
Densidad real del mat. Fino	Δ_r	Mss/V	0,88	gr/cm ³ = kg/dm ³

4. Determinar los coeficientes para calcular los pesos en función del cemento.

Para calcular cada uno de los coeficientes en función del peso del cemento se procede a colocar el valor correspondiente al de la dosificación mencionada anteriormente para los 100 bloques, considerando como valor (x) el peso real del cemento; por ejemplo:

$$\text{Dosificación del cascajo (piedra pómez)} = 7,00$$

$$\Rightarrow \text{Coeficiente para el peso} = 7,00x$$

De igual manera se procede a realizar con los otros materiales:

$$\text{Agua} = 0,7 x$$

$$\text{Cemento} = x$$

$$\text{Agregado fino} = 2,00 x$$

Caucho = depende de la dosificación y porcentaje estipulado en función del agregado fino

5. Determinar los coeficientes para calcular los volúmenes reales en función del cemento.

Para calcular los volúmenes reales, resulta de la división entre el valor de la dosificación para la densidad real del material; por ejemplo:

$$\text{Dosificación cascajo} = 7$$

$$\text{Densidad real} = 0.70 \text{ kg/dm}^3$$

$$\text{Coeficiente para volumen} = \frac{\text{Dosificación}}{\text{Densidadreal}} x$$

$$V = \frac{7}{0.7} x$$

$$V = 10x$$

De igual manera se procede con los otros materiales que se necesitan para la fabricación de los bloques según la siguiente tabla:

TABLA 9
COEFICIENTES DE PESO Y VOLÚMENES
% DE CAUCHO = 0%

MATERIAL	DOSIFICACIÓN AL PESO	DENSIDAD (kg/dm ³)	PESOS POR C/100BL. (kg)	VOLÚMENES REALES POR C/100BL. (dm ³)
		REAL		
Agua	0,70	1,00	0,70 x	0,70 x
Cemento	1,00	3,10	1,00 x	0,32 x
Cascajo	7,00	0,70	7,00 x	10,00 x
Material Fino	2,00	0,87	2,00 x	2,30 x
Caucho	-	0,95	-	-
				Σ = 13,32x

6. Calcular el peso real del cemento.

Para determinar el peso real del cemento se procede a calcular los volúmenes para 72 bloques de muestra que posteriormente serán reemplazados en la siguiente fórmula:

<i>Evolumenes reales + %aire = Volumen total de bloques + %Compactación</i>
--

Volúmenes reales.

En el cálculo de los volúmenes reales se debe hacer la sumatoria de los valores correspondientes a los volúmenes reales cuya incógnita es el peso del cemento, estos valores se obtiene de la tabla anterior, en el que se suma los valores del volumen real del agua, cemento, material fino, cascajo y caucho en función del peso del cemento x.

Volumen total del bloque

El volumen total de bloques se calcula para los 72 bloques que resultan de la muestra en la investigación, por lo que se calcula el volumen de un bloque y se lo multiplica posteriormente por el número de bloques en total de la siguiente manera:

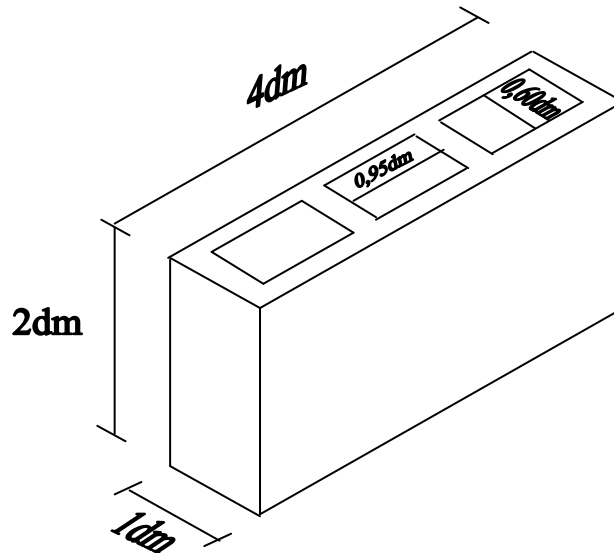


Figura N° 1. Dimensiones del bloque de mampostería

Bloque de 40 x 20 x 10 cm

$$\text{Volumen bruto} = 4 * 1 * 2 = 8dm^3$$

$$\text{Volumen agujeros} = (0.95 * 0.6 * 1.7) * 3 = 2.907dm^3$$

$$\text{Volumen neto} = \text{volumenbruto} - \text{volumenagujeros}$$

$$\text{Volumen neto} = 8dm^3 - 2.907dm^3$$

$$\text{Volumen neto} = 5.093dm^3$$

$$\text{Volumen neto total} = 5.093dm^3 * 72\text{bloques}$$

$$\boxed{\text{Volumen neto total} = 366.7dm^3}$$

Volumen correspondiente al % de aire

El porcentaje de aire se ha considerado un porcentaje estimado del 5% por los espacios libres que quedan entre el cascajo y el caucho.

$$\text{Aire} = 5\% \text{ del volumen total}$$

$$\text{Aire} = 0,05 * (366.7dm^3)$$

$$\boxed{\text{Volumen de Aire} = 18.33dm^3}$$

Valor correspondiente al % de compactación

En el proceso de compactación, la mezcla se llena completamente en los moldes y se enciende la máquina vibro-compactadora, lo que produce una disminución del volumen aproximado del 30% por un reajuste de los componentes.

$$\% \text{ Compactación} = 30\% \text{ del volumen total}$$

$$\text{Volumen de compactación} = 0,30 * (366.7dm^3)$$

$$\boxed{\text{Incremento de volumen por compactación} = 110.01 dm^3}$$

En lo que se refiere al volumen total, aire y compactación, los valores calculados son constantes. Para calcular el peso real del cemento, se deberá determinar la sumatoria de volúmenes reales, considerando el cambio dependiendo al % de caucho que se colocara para cada muestra.

Como se empezó con un % de caucho de 0% el reemplazo de la ecuación es la siguiente.

$$\text{Σ volúmenes reales} + \% \text{aire} = \text{Volumen total de bloques} + \% \text{Compactación}$$

$$13.32x + 18.33dm^3 = 366.7dm^3 + 110.01dm^3$$

$$x = \frac{366.7dm^3 + 110.01dm^3 - 18.33dm^3}{13.32}$$

$$x = 34.41kg$$

El valor de x calculado corresponde al peso del cemento para la elaboración de 72 bloques, cuyo número fue establecido en el capítulo 3 del trabajo de investigación.

7. Calcular los valores de peso y volumen de los demás materiales

Para determinar los valores del peso y volumen de los demás materiales, hay que reemplazar el valor correspondiente al peso del cemento (x) ya calculado por los coeficientes respectivos:

$$\text{Peso} = x * \text{dosificación}$$

$$\text{Volumen} = \text{Peso} / \text{Densidad}$$

TABLA N° 10

VALORES DE PESO Y VOLUMEN PARA ELABORACIÓN DE BLOQUES

% DE CAUCHO = 0%

MATERIAL	DOSIFIC. AL PESO	PESOS POR C/72 BL. (kg)	VOLÚMENES REALES POR C/72 BL. (dm³)	PESOS POR C/6 BL. kg	PESOS POR C/BL. Kg
Agua	0,70	24,09	24,09	2,01	0,33
Cemento	1,00	34,41	11,10	2,87	0,48
Mat. Fino	7,00	240,86	344,08	20,07	3,35
Arena	2,00	68,82	79,10	5,73	0,96
Caucho	-	-	-	-	-

El mismo procedimiento se realiza para los otros porcentajes de caucho, es decir, para el 5%, 10%, 20%, 30% y 50% de incorporación de caucho en función y reemplazo del agregado fino.

Con los valores de la tabla se procede a pesar los correspondientes elementos para la fabricación de los bloques según la dosificación y porcentaje de caucho.

CÁLCULO DE DOSIFICACIÓN AL PESO POR CADA MUESTRA

TABLA N° 11

FACTORES DE DOSIFICACIÓN CON EL 5% DE CAUCHO

MATERIAL	DOSIFICACIÓN	DENSIDAD (kg/dm ³)	PESOS POR C/100BL.	VOLÚMENES REALES POR C/100 BL.
	AL PESO	REAL	(kg)	(dm ³)
Agua	0,70	1,00	0,70 x	0,70 x
Cemento	1,00	3,10	1,00 x	0,32 x
Cascajo	7,00	0,70	7,00 x	10,00 x
Material Fino	1,90	0,87	1,90 x	2,18 x
Caucho	0,10	0,95	0,10 x	0,11 x
				Σ = 13,31 x

FÓRMULA PARA DETERMINAR EL VALOR DEL PESO

Evolúmenes reales + %aire = Volumen total de bloques + %Compactación

VOLUMEN TOTAL PARA 72 BLOQUES= 366,696
CANTIDAD DE AIRE= 18,33
% COMPACTACIÓN= 110,01

SUMATORIA DE VOLÚMENES REALES= 13,31 x

$$x = 34,43 \text{ kg}$$

TABLA N° 12

**VALORES DE PESO Y VOLUMEN PARA ELABORACIÓN DE
BLOQUES CON EL 5% DE CAUCHO**

MATERIAL	DOSIFIC.	PESOS POR C/72 Bl.	VOLÚMENES REALES POR C/72 BL.	PESOS POR C/6 Bl.	PESOS POR C/BL.
	AL PESO	(kg)	(dm ³)	kg	Kg
Agua	0,70	24,10	24,10	2,01	0,33
Cemento	1,00	34,43	11,11	2,87	0,48
Cascajo	7,00	241,03	344,33	20,09	3,35
Mat. Fino	1,90	65,42	75,20	5,45	0,91
Caucho	0,10	3,44	3,62	0,29	0,05

TABLA N° 13

FACTORES DE DOSIFICACIÓN CON EL 10% DE CAUCHO

MATERIAL	DOSIFICACIÓN	DENSIDAD (kg/dm ³)	PESOS POR C/100BL. (kg)	VOLÚMENES REALES POR C/100 BL. (dm ³)
	AL PESO	REAL		
Agua	0,70	1,00	0,70 x	0,70 x
Cemento	1,00	3,10	1,00 x	0,32 x
Cascajo	7,00	0,70	7,00 x	10,00 x
Material Fino	1,80	0,87	1,80 x	2,07 x
Caucho	0,20	0,95	0,20 x	0,21 x
				Σ = 13,30 x

FÓRMULA PARA DETERMINAR EL VALOR DEL PESO

Volumenes reales + %aire = Volumen total de bloques + %Compactación

VOLUMEN TOTAL PARA 72 BLOQUES= 366,696

CANTIDAD DE AIRE= 18,33

% COMPACTACIÓN= 110,01

SUMATORIA DE VOLÚMENES REALES= 13,30 x

$$x = 34,46 \text{ kg}$$

TABLA N°14

VALORES DE PESO Y VOLUMEN PARA ELABORACIÓN DE BLOQUES CON EL 10% DE CAUCHO

MATERIAL	DOSIFIC.	PESOS POR C/72 BL.	VOLÚMENES REALES POR C/72 BL. (dm ³)	PESOS POR C/6 BL. kg	PESOS POR C/BL. kg
	AL PESO	(kg)			
Agua	0,70	24,12	24,12	2,01	0,34
Cemento	1,00	34,46	11,12	2,87	0,48
Cascajo	7,00	241,21	344,59	20,10	3,35
Mat. Fino	1,80	62,03	71,29	5,17	0,86
Caucho	0,20	6,89	7,25	0,57	0,10

TABLA N° 15

FACTORES DE DOSIFICACIÓN CON EL 20% DE CAUCHO

MATERIAL	DOSIFIC. AL PESO	DENSIDAD (kg/dm ³)	PESOS POR C/100Bl. (kg)	VOLÚMENES REALES POR C/100 BL. (dm ³)
		REAL		
Agua	0,70	1,00	0,70 x	0,70 x
Cemento	1,00	3,10	1,00 x	0,32 x
Cascajo	7,00	0,70	7,00 x	10,00 x
Material Fino	1,60	0,87	1,60 x	1,84 x
Caucho	0,40	0,95	0,40 x	0,42 x
				Σ = 13,28 x

FÓRMULA PARA DETERMINAR EL VALOR DEL PESO

Evolúmenes reales + %aire = Volumen total de bloques + %Compactación

VOLUMEN TOTAL PARA 72 BLOQUES= 366,696
CANTIDAD DE AIRE= 18,33
% COMPACTACIÓN= 110,01

SUMATORIA DE VOLÚMENES REALES= 13,28 x

$$x = 34,51 \text{ kg}$$

TABLA N° 16

**VALORES DE PESO Y VOLUMEN PARA ELABORACIÓN DE
BLOQUES CON EL 20% DE CAUCHO**

MATERIAL	DOSIFIC. AL PESO	PESOS POR C/72 Bl. (kg)	VOLÚMENES REALES POR C/72 BL. (dm ³)	PESOS POR C/6 Bl. kg	PESOS POR C/Bl. Kg
Agua	0,70	24,16	24,16	2,01	0,34
Cemento	1,00	34,51	11,13	2,88	0,48
Cascajo	7,00	241,56	345,09	20,13	3,36
Mat. Fino	1,60	55,21	63,46	4,60	0,77
Caucho	0,40	13,80	14,53	1,15	0,19

TABLA N° 17

FACTORES DE DOSIFICACIÓN CON EL 30% DE CAUCHO

MATERIAL	DOSIFICACIÓN AL PESO	DENSIDAD (kg/dm ³)	PESOS POR C/100Bl. (kg)	VOLÚMENES REALES POR C/100 BL. (dm ³)
		REAL		
Agua	0,70	1,00	0,70 x	0,70 x
Cemento	1,00	3,10	1,00 x	0,32 x
Cascajo	7,00	0,70	7,00 x	10,00 x
Material Fino	1,40	0,87	1,40 x	1,61 x
Caucho	0,60	0,95	0,60 x	0,63 x
				Σ = 13,26 x

FÓRMULA PARA DETERMINAR EL VALOR DEL PESO

Evolúmenes reales + %aire = Volumen total de bloques + %Compactación

VOLUMEN TOTAL PARA 72 BLOQUES= 366,696
CANTIDAD DE AIRE= 18,33
% COMPACTACIÓN= 110,01

SUMATORIA DE VOLÚMENES REALES=13,26 x

$$x = 34,56 \text{ kg}$$

TABLA N° 18

**VALORES DE PESO Y VOLUMEN PARA ELABORACIÓN DE
BLOQUES CON EL 30% DE CAUCHO**

MATERIAL	DOSIFIC.	PESOS POR C/72 Bl.	VOLÚMENES REALES POR C/72 BL. (dm ³)	PESOS POR C/6 Bl.	PESOS POR C/Bl.
	AL PESO	(kg)		kg	Kg
Agua	0,70	24,19	24,19	2,02	0,34
Cemento	1,00	34,56	11,15	2,88	0,48
Cascajo	7,00	241,91	345,59	20,16	3,36
Mat. Fino	1,40	48,38	55,61	4,03	0,67
Caucho	0,60	20,74	21,83	1,73	0,29

TABLA N° 19

FACTORES DE DOSIFICACIÓN CON EL 50% DE CAUCHO

MATERIAL	DOSIFIC. AL PESO	DENSIDAD (kg/dm ³)	PESOS POR C/100Bl. (kg)	VOLÚMENES REALES POR C/100 BL. (dm ³)
		REAL		
Agua	0,70	1,00	0,70 x	0,70 x
Cemento	1,00	3,10	1,00 x	0,32 x
Cascajo	7,00	0,70	7,00 x	10,00 x
Material Fino	1,00	0,87	1,00 x	1,15 x
Caucho	1,00	0,95	1,00 x	1,05 x
				Σ = 13,22 x

FÓRMULA PARA DETERMINAR EL VALOR DEL PESO

Evolúmenes reales + %aire = Volumen total de bloques + %Compactación

VOLUMEN TOTAL PARA 72 BLOQUES= 366,696
CANTIDAD DE AIRE= 18,33
% COMPACTACIÓN= 110,01

SUMATORIA DE VOLÚMENES REALES=13,22 x

$$x = 34,66 \text{ kg}$$

TABLA N° 20

VALORES DE PESO Y VOLUMEN PARA ELABORACIÓN DE BLOQUES CON EL 50% DE CAUCHO

MATERIAL	DOSIFIC.	PESOS POR C/72 Bl.	VOLÚMENES REALES POR C/72 BL. (dm ³)	PESOS POR C/6 Bl.	PESOS POR C/Bl.
	AL PESO	(kg)		kg	Kg
Agua	0,70	24,26	24,26	2,02	0,34
Cemento	1,00	34,66	11,18	2,89	0,48
Cascajo	7,00	242,62	346,60	20,22	3,37
Mat. Fino	1,00	34,66	39,84	2,89	0,48
Caucho	1,00	34,66	36,48	2,89	0,48

6.6.3 FABRICACIÓN DE LOS BLOQUES CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO EN SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO.

Es importante mencionar que la gran mayoría de las fábricas de bloques dentro del cantón Ambato, no cumplen a cabalidad con las normas para su fabricación, es decir, las condiciones de curado de los mampuestos dependen de las condiciones medio – ambientales y por ende difiere en su gran mayoría la resistencia, sin embargo el mampuesto sigue siendo utilizado.

Para la investigación de campo del presente trabajo, en lo que se refiere al procedimiento de fabricación de bloques, se lo ha hecho de forma artesanal, utilizando los materiales y siguiendo los pasos básicos que comúnmente las fábricas de bloques lo hacen, dependiendo de cada lugar, con la finalidad de verificar si la hipótesis planteada se cumple con las condiciones descritas anteriormente.

1. *Medición de cada material dependiendo de cada muestra.*

Para la presente investigación, se procedió a pesar los materiales para cada grupo de muestra según la dosificación calculada para 6 bloques, dependiendo del porcentaje de incorporación de fibras de caucho de neumáticos y del tipo de fibra, que en este caso se ha creído conveniente establecer también la influencia de esta variable en los resultados. Los porcentajes ya dosificados en el numeral anterior es el 5%, 10%, 20% 30% y 50% en relación del agregado fino y en sustitución de éste.



Imagen N° 21 Colocación de los materiales pesados antes de la mezcla

2. *Mezclado de los materiales*

Se procede a mezclar de forma manual todos los materiales que componen los mampuestos con la respectiva incorporación del caucho dependiendo del porcentaje y tipo hasta conseguir la consistencia adecuada.



Imagen N° 22 Mezcla de los materiales



Imagen N° 23 Visualización del caucho en la mezcla

3. *Colocación en la máquina de vibro-compactación*

Con anterioridad se debe preparar la máquina de vibro-compactación, la misma que está equipada de un molde determinado para las dimensiones del bloque que se va a fabricar y su respectiva prensa, esto es de 40x20x10cm, donde bajo el cual se ubicará un tablero previamente cubierto de diesel o aceite quemado, en el cual se asentarán los bloques compactados.



Imagen N° 24 Molde y respectiva prensa de la máquina

Luego de verificadas las condiciones de la máquina se procede a colocar el material mezclado, primero con una capa que cubra el molde y se enciende la máquina con la finalidad que los materiales se acomoden y rellenen los espacios vacíos compactándose a la vez con el efecto de vibración, este procedimiento dura aproximadamente 30 segundos.



Imagen N° 25 Colocación de la mezcla en la máquina vibro-compactadora

Finalmente se retira el exceso de material sobre y alrededor del molde con un barredor manual para posteriormente colocar la prensa que encaja en los orificios del molde, la misma que al bajar compacta el material hasta la altura deseada del bloque para posteriormente desmoldar los bloques moviendo una palanca que hace subir al molde que se topa con la prensa y hace caer los bloques en el tablero.



Imagen N° 26 Máquina de vibro-compactación

4. Resultado final

Luego de ser desmoldados los bloques de las dimensiones de 40x20x10 cm, elaborados con la dosificación de cada tipo de muestra y en las condiciones de fabricación propias del lugar, son transportados con un coche hacia el área de secado, los mismos que son retirados del tablero a los tres días después de su fabricación.



Imagen N° 27 Desmoldado de bloques



Imagen N° 28. Transporte de bloques



Imagen N° 29 Área de secado

5. *Tiempo de curado*

El tiempo de curado es normalmente de 7 días en un lugar adecuado y dentro de un tanque de agua, pero como se mencionó anteriormente, las fábricas de bloques no cuentan con éstas condiciones, y de alguna u otra manera ciertas fábricas riegan agua a los bloques recién hechos o en otros no lo hacen y los dejan que fragüen en condiciones ambientales, es por ello que se ha dejado el tiempo de curado a las condiciones que los propietarios de la fábrica de bloques lo hacen comúnmente y durante 15 días.

6. *Tiempo de la resistencia máxima*

El tiempo donde el hormigón alcanza su resistencia máxima es a los 28 días después de su fabricación, por lo tanto, éste periodo se lo controló en dos etapas, desde la fabricación y secado (15 días en la fábrica) y el tiempo restante en los laboratorios de la facultad de Ingeniería Civil de la U.T.A.(13 días más).

6.6.4 ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES

6.6.4.1 Definición.

La compresibilidad es la propiedad que presentan los cuerpos materiales de disminuir su volumen cuando se aumenta la presión ejercida sobre ellos.

La mejor forma de saber el grado de oposición de un material a las fuerzas que tratan de deformarlo es haciendo un ensayo de compresión, con lo cual aplicamos cargas con el equipo adecuado como es la máquina de compresión hasta el punto en el cual el material llega a su límite de máximo de resistencia denominado como “carga de rotura”.

Desarrollo del ensayo según norma INEN 640 “**Bloques huecos de hormigón. Determinación de la resistencia a la compresión**” y ASTM C 140 “**Métodos de ensayo para el muestro y ensayos de bloques de hormigón de albañilería y unidades relacionadas**”

6.6.4.2 Equipo y materiales

- 72 bloques de mampostería de 40x20x10cm en los que se incorporará caucho del **Tipo 1** (0,11cm; 0,57cm) y **Tipo 2** (0,14cm; 1,92cm) diámetro y largo respectivamente, los mismos que se distribuyó en los siguientes grupos:
 - 12 bloques normales con 0% de caucho
 - 12 bloques con el 5% de caucho: 6 del tipo 1 y 6 del tipo 2
 - 12 bloques con el 10% de caucho: 6 del tipo 1 y 6 del tipo 2
 - 12 bloques con el 20% de caucho: 6 del tipo 1 y 6 del tipo 2
 - 12 bloques con el 30% de caucho: 6 del tipo 1 y 6 del tipo 2
 - 12 bloques con el 50% de caucho: 6 del tipo 1 y 6 del tipo 2
- Máquina de compresión.
- 2 placas de metal
- 2 tablas triplex
- 1 Balanza
- 1 Flexómetro.

6.6.4.3 Procedimiento

Según la norma INEN 640 y ASTM C 140, descrita en el numeral 6.6.4.1 del presente documento. Las etapas se desarrollaron de la siguiente manera:

1. Pesar cada uno de los bloques y medir sus lados.



Imagen N°30 Peso del bloque en la balanza

2. La norma establece recubrir las superficies del bloque que recibirán directamente la carga con una capa de mortero establecida, pero como se ha realizado anteriormente en ensayo de materiales I, se procederá a reemplazar esta capa con tabla triplex, la misma que dará la uniformidad esperada.
3. Colocar la placa metálica seguida de la tabla triplex en la parte inferior de la máquina de compresión, posteriormente se colocará el bloque con los huecos hacia abajo y finalmente la tabla triplex y la placa metálica con la finalidad de conseguir una apariencia lisa en el mampuesto. Este procedimiento se lo realiza centrando la muestra con respecto a la rótula de la máquina de compresión.



Imagen N°31 Posición del bloque en la máquina de compresión

4. Encendemos la máquina y la manipulamos hasta dejar el mampuesto en la posición adecuada, para aplicar carga de compresión de forma gradual y en un tiempo no menor a un minuto ni mayor a dos minutos, según la experiencia de los ensayos.



Imagen N° 32 Aplicación de carga al bloque

5. Observamos los cambios producidos como fisuras o desprendimientos y retiramos los bloques de la máquina con mucho cuidado.



Imagen N° 33Retirado del bloque de la máquina

6. Hacemos los pasos del 2 al 5 con todos los demás bloques.

6.6.4.4 Cálculo para determinar la resistencia

Realizamos los cálculos correspondientes para determinar la resistencia máxima y compararla con los demás grupos de bloques.

Fórmula para determinar la resistencia:

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{\text{Carga de Rotura (kg)}}{\text{Área de compresión (cm}^2\text{)}}$$

NOTA. La carga de rotura es la suma de la carga de compresión que la máquina genera más el peso correspondiente a la placa metálica.

TABLA N° 21

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LOS MAMPUESTOS CON LAS FIBRAS TIPO 1(D= 0,11cm; L= 0,57cm) AL 0% DE CAUCHO

ÁREA= 400,00 cm²
EDAD= 28 Días

N° MUESTRA	PESO Kg	Carga Rotura kg	Resistencia σ kg/cm ²	Resistencia media kg/cm ²
1	5,59	4.537,21	11,34	12,14
2	5,57	3.176,04	7,94	
3	5,83	6.805,81	17,01	
4	5,54	4.990,93	12,48	
5	5,76	4.764,07	11,91	
6	5,72	4.854,81	12,14	

TABLA N° 22

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LOS MAMPUESTOS CON LAS FIBRAS TIPO 1(D= 0,11cm; L= 0,57cm) AL 5% DE CAUCHO

ÁREA= 400,00 cm²
EDAD= 28 Días

N° MUESTRA	PESO Kg	Carga Rotura kg	Resistencia σ kg/cm ²	Resistencia media kg/cm ²
1	5,48	3.629,76	9,07	8,39
2	5,34	3.629,76	9,07	
3	5,50	3.176,04	7,94	
4	5,61	3.176,04	7,94	
5	5,42	3.176,04	7,94	
6	5,47	3.357,53	8,39	

TABLA N° 23

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LOS MAMPUESTOS CON LAS FIBRAS TIPO 1(D= 0,11cm; L= 0,57cm) AL 10% DE CAUCHO

ÁREA= 400,00 cm²
EDAD= 28 Días

N° MUESTRA	PESO Kg	Carga Rotura kg	Resistencia σ kg/cm ²	Resistencia media kg/cm ²
1	5,70	4.990,93	12,48	9,98
2	5,77	3.629,76	9,07	
3	5,61	3.629,76	9,07	
4	5,47	3.629,76	9,07	
5	5,60	4.083,48	10,21	
6	5,63	3.992,74	9,98	

TABLA N° 24

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LOS MAMPUESTOS CON LAS FIBRAS TIPO 1(D= 0,11cm; L= 0,57cm) AL 20% DE CAUCHO

ÁREA= 400,00 cm²
EDAD= 28 Días

N° MUESTRA	PESO Kg	Carga Rotura kg	Resistencia σ kg/cm ²	Resistencia media kg/cm ²
1	5,19	3.629,76	9,07	7,71
2	5,24	3.402,90	8,51	
3	5,30	3.176,04	7,94	
4	5,12	2.268,60	5,67	
5	5,25	2.949,18	7,37	
6	5,22	3.085,30	7,71	

TABLA N° 25

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LOS MAMPUESTOS CON LAS FIBRAS TIPO 1(D= 0,11cm; L= 0,57cm) AL 30% DE CAUCHO

ÁREA= 400,00 cm²
EDAD= 28 Días

N° MUESTRA	PESO Kg	Carga Rotura kg	Resistencia σ kg/cm ²	Resistencia media kg/cm ²
1	5,59	4.990,93	12,48	11,12
2	5,65	2.268,60	5,67	
3	5,68	4.537,21	11,34	
4	5,68	5.444,65	13,61	
5	5,57	4.990,93	12,48	
6	5,63	4.446,46	11,12	

TABLA N° 26

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LOS MAMPUESTOS CON LAS FIBRAS TIPO 1(D= 0,11cm; L= 0,57cm) AL 50% DE CAUCHO

ÁREA= 400,00 cm²
EDAD= 28 Días

N° MUESTRA	PESO Kg	Carga Rotura kg	Resistencia σ kg/cm ²	Resistencia media kg/cm ²
1	5,45	5.671,51	14,18	13,61
2	5,83	5.671,51	14,18	
3	5,79	6.805,81	17,01	
4	5,63	4.990,93	12,48	
5	5,65	4.990,93	12,48	
6	5,63	4.537,21	11,34	

TABLA N° 27

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LOS MAMPUESTOS CON LAS FIBRAS TIPO 2(D= 0,14cm; L= 1,92cm) AL 0% DE CAUCHO

ÁREA= 400,00 cm²
EDAD= 28 Días

N° MUESTRA	PESO kg	Carga Rotura kg	Resistencia σ kg/cm ²	Resistencia media kg/cm ²
1	5,59	4.537,21	11,34	12,14
2	5,57	3.176,04	7,94	
3	5,83	6.805,81	17,01	
4	5,54	4.990,93	12,48	
5	5,76	4.764,07	11,91	
6	5,72	4.854,81	12,14	

TABLA N° 28

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LOS MAMPUESTOS CON LAS FIBRAS TIPO 2(D= 0,14cm; L= 1,92cm) AL 5% DE CAUCHO

ÁREA= 400,00 cm²
EDAD= 28 Días

N° MUESTRA	PESO Kg	Carga Rotura kg	Resistencia σ kg/cm ²	Resistencia media kg/cm ²
1	5,70	9.528,13	23,82	21,78
2	5,43	7.259,53	18,15	
3	5,67	8.620,69	21,55	
4	5,49	8.620,69	21,55	
5	5,57	9.528,13	23,82	
6	5,57	8.711,43	21,78	

TABLA N° 29

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LOS MAMPUESTOS CON LAS FIBRAS TIPO 2(D= 0,14cm; L= 1,92cm) AL 10% DE CAUCHO

ÁREA= 400,00 cm²
EDAD= 28 Días

N° MUESTRA	PESO Kg	Carga Rotura kg	Resistencia σ kg/cm ²	Resistencia media kg/cm ²
1	5,57	6.352,09	15,88	17,92
2	5,73	8.166,97	20,42	
3	5,44	4.990,93	12,48	
4	5,77	8.620,69	21,55	
5	5,73	7.713,25	19,28	
6	5,65	7.168,78	17,92	

TABLA N° 30

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LOS MAMPUESTOS CON LAS FIBRAS TIPO 2(D= 0,14cm; L= 1,92cm) AL 20% DE CAUCHO

ÁREA= 400,00 cm²
EDAD= 28 días

N° MUESTRA	PESO Kg	Carga Rotura kg	Resistencia σ kg/cm ²	Resistencia media kg/cm ²
1	5,74	5.898,37	14,75	14,41
2	5,69	5.444,65	13,61	
3	5,81	7.032,67	17,58	
4	5,70	5.444,65	13,61	
5	5,50	4.990,93	12,48	
6	5,69	5.762,25	14,41	

TABLA N° 31

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LOS MAMPUESTOS CON LAS FIBRAS TIPO 2(D= 0,14cm; L= 1,92cm) AL 30% DE CAUCHO

ÁREA= 400,00 cm²
EDAD= 28 Días

N° MUESTRA	PESO Kg	Carga Rotura Kg	Resistencia σ kg/cm ²	Resistencia media kg/cm ²
1	5,29	2.722,32	6,81	7,03
2	5,28	3.176,04	7,94	
3	5,23	2.722,32	6,81	
4	5,12	2.722,32	6,81	
5	5,23	2.722,32	6,81	
6	5,23	2.813,07	7,03	

TABLA N° 32

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LOS MAMPUESTOS CON LAS FIBRAS TIPO 2(D= 0,14cm; L= 1,92cm) AL 50% DE CAUCHO

ÁREA= 400,00 cm²
EDAD= 28 Días

N° MUESTRA	PESO Kg	Carga Rotura Kg	Resistencia σ kg/cm ²	Resistencia media kg/cm ²
1	5,57	3.176,04	7,94	8,41
2	5,73	3.176,04	7,94	
3	5,69	3.629,76	9,07	
4	5,52	2.949,18	7,37	
5	5,41	3.176,04	7,94	
6	5,75	4.083,48	10,21	

6.6.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA DETERMINAR LA FÓRMULACIÓN ÓPTIMA DE BLOQUES CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO.

Para determinar la Formulación óptima de los bloques, se realizó un análisis estadístico con los datos de resistencia máxima tomados a cada grupo de muestras, a los 28 días a partir de su fabricación.

Tratamientos

Para cumplir los objetivos propuestos en el trabajo de investigación UTILIZACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE MAMPOSTERÍA PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL EN EL CANTÓN AMBATO; se trabajará con dos factores en estudio que son:

- Tamaño de fibra
- Porcentaje de fibra

En el caso del **tamaño de fibra** se trabajó con dos tipos: Tipo 1 (diámetro 0,11 cm y largo 0,57 cm) y Tipo 2 (diámetro 0,14 cm y largo 1,92 cm). Las mismas que fueron asignadas con la **Sigla F.**

Para el caso de **porcentaje de fibra** en la mezcla, se trabajó con cinco dosificaciones, 5%, 10%, 20%, 30% y 50%. Las mismas que fueron asignadas con la **Sigla P.**

Los **tratamientos(T)** fueron comparados con los testigos que son los bloques fabricados sin fibras de caucho, al 0%.

El experimento fue realizado mediante un análisis de bloques completos al azar con arreglo factorial $A*B + 2$.

TABLAN° 33

IDENTIFICACIÓN POR SIMBOLOGÍA DE LOS TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	CÓDIGO
T1	F1P1
T2	F1P2
T3	F1P3
T4	F1P4
T5	F1P5
T6	F2P1
T7	F2P2
T8	F2P3
T9	F2P4
T10	F2P5
T01	0*
T02	C0*

0*: Para el experimento con la fibra Tipo 1, Sin Fibra.

C0*. Para el experimento con la fibra Tipo 2, Sin Fibra.

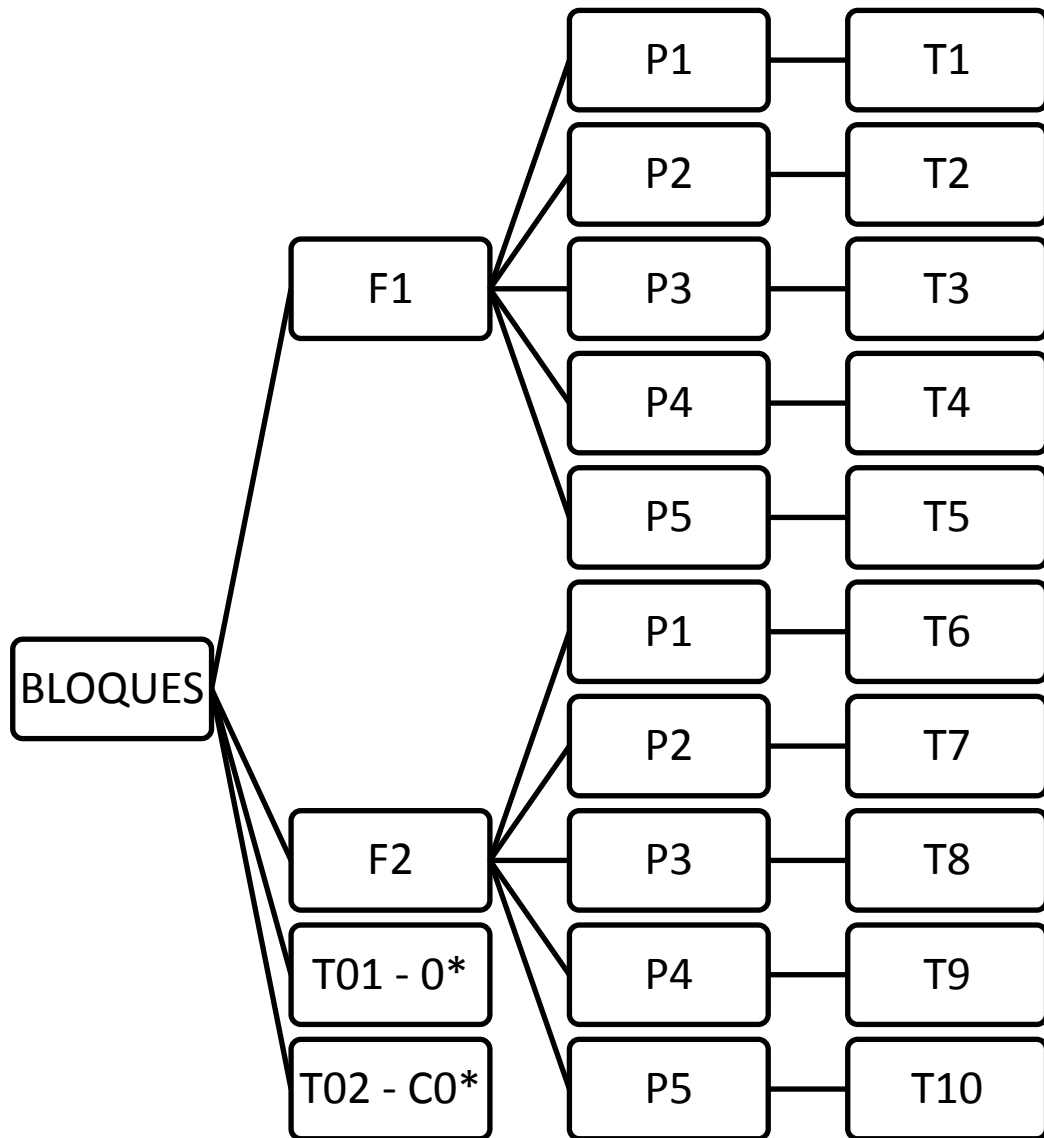
Elaborado por: Neyva Almeida

Esquema Combinatorio.

FACTOR A

FACTOR B

TRATAMIENTOS



Elaborado por: Neyva Almeida

Diagrama N° 4 Esquema Combinatorio de variables.

Esquema Descriptivo

Para la investigación se formaron dos grupos de bloques (por cada tipo de caucho) con cinco tratamientos cada uno (% de caucho), más un testigo en cada grupo (bloque normal 0% de caucho).

TABLA N° 34

DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T1	F1P1	FibraTipo 1 al 5%
T2	F1P2	FibraTipo 1 al 10%
T3	F1P3	FibraTipo 1 al 20%
T4	F1P4	FibraTipo 1 al 30%
T5	F1P5	FibraTipo 1 al 50%
T6	F2P1	FibraTipo 2 al 5%
T7	F2P2	FibraTipo 2 al 10%
T8	F2P3	FibraTipo 2 al 20%
T9	F2P4	FibraTipo 2 al 30%
T10	F2P5	FibraTipo 2 al 50%
T01	0*	Sin FibraTipo 1
T02	C0*	Sin FibraTipo 2

Diseño del experimento

Para el presente trabajo de investigación se utilizó el diseño de bloques completamente azar con arreglo factorial $(A*B)+2$, considerando cinco repeticiones.

Análisis Estadístico

Se aplicó un diseño de bloques completos al azar y posterior análisis de varianza; el esquema del Análisis de Varianza es el siguiente:

TABLA N° 35

ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

Fuente de Variación	GL (Grados de Libertad)
Total	71
Bloques	5
Tratamientos	11
Factor A	1
Factor B	4
Interacción A*B	4
Testigo vs. El resto	2
Error Experimental	55

Elaborado por: Neyva Almeida

Las curvas de resistencia media de los bloques a los 28 días de fabricación se pueden observar en el siguiente gráfico.

GRAFICO N° 2
RESISTENCIA PROMEDIO DE LOS BLOQUES A LOS 28 DÍAS DE
FABRICACIÓN

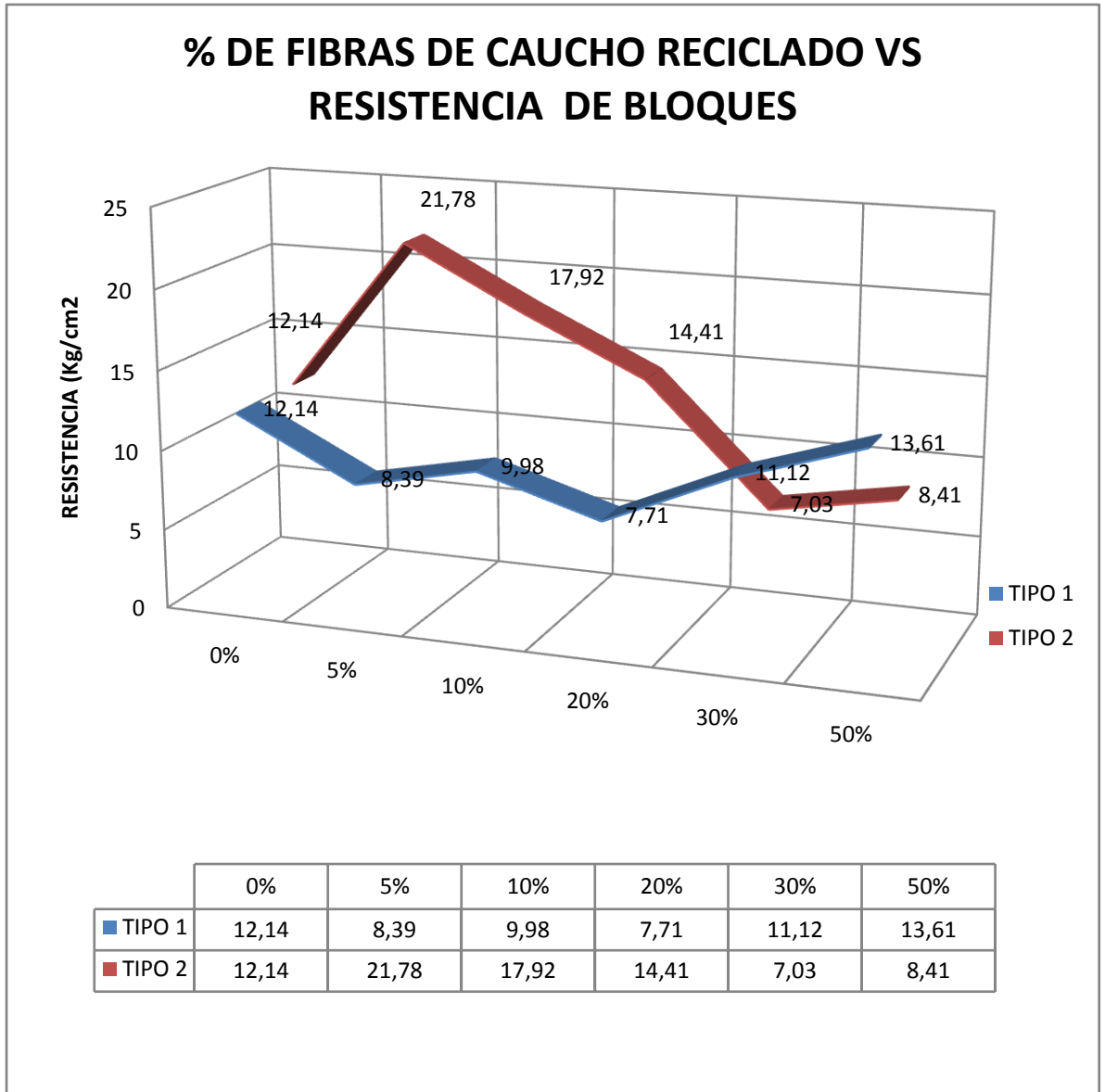


TABLA N° 36

**ARREGLO COMBINATORIO DE FACTOR A * B PARA RESISTENCIA
PROMEDIO EN KG/CM² A LOS 28 DÍAS DE SU FABRICACIÓN**

	FACTOR A (TIPO DE FIBRA)				
		F1	F2	Tj.	Xj
FACTOR B (PORCENTAJE DE FIBRA)	P1	50,4	130,7	181,0	15,086
	P2	59,9	107,5	167,4	13,952
	P3	46,3	86,4	132,7	11,059
	P4	66,7	42,2	108,9	9,074
	P5	81,7	50,5	132,1	11,012
	Tk	304,9	417,3	181,0	
	Xj	10,163	13,910		

Elaborado por: Neyva Almeida

Los promedios de los resultados en el cuadro, donde se analizan los factores, nos dan a conocer que la resistencia media de los bloques a los 28 días de su fabricación, es mayor en la fibra tipo 2 (13,910 Kg/cm²) y al 5% de concentración (15,086 Kg/cm²)

Con los dos últimos cuadros, se realizó el análisis estadístico para obtener el análisis de varianza (ANOVA); en base al cálculo del factor de corrección (FC); suma de cuadrados Totales (SCT); de los tratamientos (SCTr); de bloques (SCBl); del error (SCE); del factor A (SCA); del factor B (SCB); de la Interacción A*B (SCAB) y de los testigos vs el resto de tratamientos; con los cuales se obtiene el cuadrado medio de cada uno para calcular la Razón de Varianza o el F calculado, que nos permite comparar con el F de tablas o el F crítico que se obtiene de tablas al 5% y 1%.

TABLAN° 37

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA RESISTENCIA MEDIA DE LOS BLOQUES A LOS 28 DÍAS DE SU FABRICACIÓN.

F de V	SC	GL	CM	FC	F CRITICO			
					5%		1%	
SCT	1536,530	71,0	21,6					
SCBLOQ	27,170	5,0	5,4	1,3	2,4	NS	3,4	NS
SCTR	1277,133	11,0	116,1	27,5	2,0	*	2,6	*
FACTOR A	210,597	1,0	210,6	49,9	4,0	*	7,1	*
FACTOR B	284,968	4,0	71,2	16,9	2,5	*	3,7	*
A x B	781,467	4,0	195,4	46,3	2,5	*	3,7	*
TES VS REST	0,100	2,0	0,1	0,012	3,2	NS	5,0	NS
ERROR EXPERIMENTAL	232,227	55,0	4,2					

*= Significativo

N.S=No significativo.

Elaborado por: Neyva Almeida

Factor de corrección = 10460,70

Coefficiente de variación = 17.05%

De la tabla de Análisis de Varianza para la resistencia media a los 28 días a partir de su fabricación, se puede indicar que el Factor A (Tipo de Fibra), Factor B, (Porcentaje de fibra), Interacción A*B (Tipo de fibra y porcentaje), son altamente significativos al 5% y 1%; es decir los factores estudiados influyen significativamente en la resistencia media de los bloques. Los bloques no presentan diferencia significativa, es decir las condiciones experimentales son similares, el testigo no difiere significativamente con el resto.

El coeficiente de variación (CV), es del 17,05%, lo que indica que los resultados obtenidos tienen un mediano ajuste, estos resultados pueden estar influidos por las condiciones de secado de los bloques, en este tiempo existía una alta humedad relativa.

Para determinar los niveles de los factores que más influyen en la resistencia de los bloques a los 28 días, se realiza una prueba de Tukey al 5% y 1%. Los resultados de la prueba Tukey para la resistencia a los 28 días, se presenta en la *TABLA 38* y los rangos de significación en la *TABLA 39*.

TABLA N° 38

PRUEBA DE TUKEY PARA LA RESISTENCIA MEDIA EN KG/CM² DE LOS BLOQUES A LOS 28 DÍAS DE FABRICACIÓN, CON RESPECTO AL TIPO DE FIBRA UTILIZADA.

TRATAMIENTOS	DIFERENCIA	V.T. 5%	Signif.	V.T. 1%	Signif.
F1-F2	3,75	1,0583	*	1,4125	*

*= Significativo

Elaborado por:Neyva Almeida

TABLA N° 39

RANGOS DE SIGNIFICACIÓN PARA LA RESISTENCIA MEDIA EN KG/CM² DE LOS BLOQUES A LOS 28 DÍAS DE FABRICACIÓN, CON RESPECTO AL TIPO DE FIBRA UTILIZADA

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	RANGO
F2	13,91	A
F1	10,16	B

Elaborado por:Neyva Almeida

En la prueba de Tukey para la resistencia media en Kg/cm² de los bloques con respecto al tipo de fibra utilizada a los 28 días de fabricación, se puede observar que existen dos rangos de significancia, el tipo de fibra analizada muestra diferentes valores; la fibra 2, diámetro 0,14 cm y largo 1,92 cm, presenta mayor resistencia, con un valor de 13,91 Kg/cm²

De los resultados se puede indicar que el Tipo de Fibra que más resistencia le otorga al producto es el tipo 2; diámetro 0,14 cm y largo 1,92 cm.

Los resultados de la prueba Tukey para la resistencia media a los 28 días de fabricación, con respecto al porcentaje de fibra añadida se presenta en la *TABLA 40* y los rangos de significación en la *TABLA 41*.

TABLA N° 40

**PRUEBA DE TUKEY PARA LA RESISTENCIA MEDIA EN KG/CM² DE
LOS BLOQUES A LOS 28 DÍAS DE FABRICACIÓN, CON RESPECTO
AL PORCENTAJE DE FIBRA AÑADIDO**

TRATAMIENTOS	DIFERENCIA	V.T. 5%	Signif.	V.T. 1%	Signif.
P4-P5	1,9378	2,3635	N.S	2,8678	N.S
P4-P3	1,9850	2,3635	N.S	2,8678	N.S
P4-P2	4,8775	2,3635	*	2,8678	*
P4-P1	6,0118	2,3635	*	2,8678	*
P5-P3	0,0473	2,3635	N.S	2,8678	N.S
P5-P2	2,9397	2,3635	*	2,8678	*
P5-P1	4,0740	2,3635	*	2,8678	*
P3-P2	2,8925	2,3635	*	2,8678	*
P3-P1	4,0268	2,3635	*	2,8678	*
P2-P1	1,1343	2,3635	N.S	2,8678	N.S

*= Significativo

Elaborado por: Neyva Almeida

TABLA N° 41

RANGOS DE SIGNIFICACIÓN PARA LA RESISTENCIA MEDIA EN KG/CM² DE LOS BLOQUES A LOS 28 DÍAS DE FABRICACIÓN, CON RESPECTO AL PORCENTAJE DE FIBRA AÑADIDO

Al 5% de significación		
Tratamientos	Promedio	Rango
P1 5%	15,086	A
P2 10%	13,952	A
P3 20%	11,059	B
P5 50%	11,012	B
P4 30%	9,074	B
Al 1% de significación		
Tratamientos	Promedio	Rango
P1 5%	15,086	A
P2 10%	13,952	A
P3 20%	11,059	B
P5 50%	11,012	B
P4 30%	9,074	B

En la prueba de Tukey con respecto al porcentaje de fibra añadida, se puede observar que existen dos rangos de significación, los datos muestran que la mayor resistencia se presenta en los porcentajes menores, 5% y 10%, siendo estadísticamente iguales. Los datos que menor resistencia presentan son los que tienen mayor porcentaje de fibra añadida, los tratamientos con el 20%, 50% y 30%, presentan la menor resistencia, respetivamente.

De los resultados se puede indicar que existe una relación inversa, a menor concentración de fibra añadida, mayor resistencia del producto, esto se debe a que el caucho es un elemento adicional a los demás elementos del bloque y que al aplicar la fuerza de rotura el caucho genera la ventaja de resistir fuerza de compresión al estar mezclado con el hormigón que es compresible. Por lo tanto,

se deduce que el caucho al estar adherido a los elementos del bloque debido a su posición y a su propiedad elástica ayuda a mejorar la resistencia en conjunto, pero en menor cantidad ya que de esta manera el caucho aporta en un porcentaje a mejorar las características del bloque; lo que no sucede al aumentar el porcentaje de caucho ya que éste ocupa el espacio del material fino que es parte de la mezcla normal del bloque.

Los resultados de la prueba Tukey de la resistencia del producto a los 28 días de fabricación, para la interacción entre el tipo de fibra y el porcentaje añadido, se presenta en la *TABLA 42* y los rangos de significación en la *TABLA 43*.

TABLA N° 42

PRUEBA DE TUKEY PARA LA RESISTENCIA MEDIA EN KG/CM² DE LOS BLOQUES A LOS 28 DÍAS DE FABRICACIÓN, CON RESPECTO A LA INTERACCIÓN ENTRE EL TIPO DE FIBRA Y EL PORCENTAJE DE FIBRA AÑADIDO

TRATAMIENTOS	DIFERENCIA	V.T. 5%	SIGNIF.	V.T. 1%	SIGNIF.
T9-T3	0,6806	3,907	N.S	4,591	N.S
T9-T1	1,3612	3,907	N.S	4,591	N.S
T9-T10	1,3801	3,907	N.S	4,591	N.S
T9-T2	2,9492	3,907	N.S	4,591	N.S
T9-T4	4,0835	3,907	*	4,591	N.S
T9-T5	6,5789	3,907	*	4,591	*
T9-T8	7,3730	3,907	*	4,591	*
T9-T7	10,8893	3,907	*	4,591	*
T9-T6	14,7459	3,907	*	4,591	*
T3-T1	0,6806	3,907	N.S	4,591	N.S
T3-T10	0,6995	3,907	N.S	4,591	N.S
T3-T2	2,2686	3,907	N.S	4,591	N.S
T3-T4	3,4029	3,907	N.S	4,591	N.S
T3-T5	5,8984	3,907	*	4,591	*
T3-T8	6,6924	3,907	*	4,591	*

T3-T7	10,2087	3,907	*	4,591	*
T3-T6	14,0653	3,907	*	4,591	*
T1-T10	0,0189	3,907	N.S	4,591	N.S
T1-T2	1,5880	3,907	N.S	4,591	N.S
T1-T4	2,7223	3,907	N.S	4,591	N.S
T1-T5	5,2178	3,907	*	4,591	*
T1-T8	6,0118	3,907	*	4,591	*
T1-T7	9,5281	3,907	*	4,591	*
T1-T6	13,3848	3,907	*	4,591	*
T10-T2	1,5691	3,907	N.S	4,591	N.S
T10-T4	2,7034	3,907	N.S	4,591	N.S
T10-T5	5,1989	3,907	*	4,591	*
T10-T8	5,9929	3,907	*	4,591	*
T10-T7	9,5092	3,907	*	4,591	*
T10-T6	13,3658	3,907	*	4,591	*
T2-T4	1,1343	3,907	N.S	4,591	N.S
T2-T5	3,6298	3,907	N.S	4,591	N.S
T2-T8	4,4238	3,907	*	4,591	N.S
T2-T7	7,9401	3,907	*	4,591	*
T2-T6	11,7967	3,907	*	4,591	*
T4-T5	2,4955	3,907	N.S	4,591	N.S
T4-T8	3,2895	3,907	N.S	4,591	N.S
T4-T7	6,8058	3,907	*	4,591	*
T4-T6	10,6624	3,907	*	4,591	*
T5-T8	0,7940	3,907	N.S	4,591	N.S
T5-T7	4,3103	3,907	*	4,591	N.S
T5-T6	8,1670	3,907	*	4,591	*
T8-T7	3,5163	3,907	N.S	4,591	N.S
T8-T6	7,3730	3,907	*	4,591	*
T7-T6	3,8566	3,907	N.S	4,591	N.S

*= Significativo

Elaborado por: Neyva Almeida

TABLA N° 43

RANGOS DE SIGNIFICACIÓN PARA LA RESISTENCIA MEDIA EN KG/CM² DE LOS BLOQUES A LOS 28 DÍAS DE FABRICACIÓN, CON RESPECTO A LA INTERACCIÓN ENTRE EL TIPO DE FIBRA Y EL PORCENTAJE DE FIBRA AÑADIDO

	Tratamiento	Promedio	Rango sign.
T6	TIPO 2 (5%)	21,78	A
T7	TIPO 2 (10%)	17,92	A B
T8	TIPO 2 (20%)	14,41	B C
T5	TIPO 1 (50%)	13,61	C D
T4	TIPO 1 (30%)	11,12	C D E
T2	TIPO 1 (10%)	9,98	D E F
T10	TIPO 2 (50%)	8,41	E F
T1	TIPO 1 (5%)	8,39	E F
T3	TIPO 1 (20%)	7,71	E F
T9	TIPO 2 (30%)	7,03	F

Elaborado por: Neyva Almeida

En la prueba de comparación Tukey para la resistencia media de los bloques a los 28 días de fabricación, en la interacción de los factores, (Tipo de Fibra y Porcentaje añadido), se puede observar que existen seis rangos de significancia, el tratamiento T6 (TIPO 2 al 5%) y el T7 (TIPO 2 al 10%), son iguales y presentan el mayor valor de resistencia media.

El Tratamiento T9 (TIPO 2 al 30%), presenta el menor valor de resistencia media 7.03 Kg/cm² a los 28 días de fabricación.

Los resultados de la prueba Tukey indican que el mejor producto elaborado en el desarrollo de esta investigación es el T6 (TIPO 2 al 5%) con un valor alto de resistencia media de 21.78 Kg/cm² a los 28 días de fabricación.

Entre el testigo y el resto no existe diferencia significativa, lo que indica que la tecnología desarrollada es importante ya que se puede fabricar bloques con fibra de caucho de neumáticos reciclados con la misma y hasta mejor resistencia que los bloques utilizados de concreto, con lo cual se disminuye el impacto ambiental, preservando el ambiente.

6.6.6 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6.6.6.1 INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento de la población, el aumento de la actividad industrial, como es el caso automotor en la ciudad de Ambato, genera mayor consumo de repuestos y recursos naturales que al desecharlos contribuyen al serio problema de acumulación de residuos sólidos, y que cuyo manejo incorrecto ocasiona directamente un problema en la degradación ambiental y en el deterioro de la salud pública, es decir que se puede generar impactos en los medios físico, biológico y antrópico.

En la actualidad, la política gubernamental apunta a objetivos de medioambiente con proyectos nuevos y sustentables a fin de preservar el ambiente, por lo que es necesario que las políticas y programas nacionales apoyen e incentiven la reducción de la generación de residuos sólidos, el reciclaje, y estimulen la adopción de tecnologías limpias de producción industrial, con la creación de nuevas oportunidades de empleo local y de generación de ingreso por la venta de materiales usados y la prevención de costos generados por la degradación ambiental, la seguridad y la asistencia médica de personas contaminadas.

6.6.6.2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICATIVOS

Como se ha mencionado a lo largo de la investigación, en el relleno sanitario del cantón Ambato, ya se ha logrado clasificar los residuos dependiendo de sus componentes y por su grado de peligrosidad, sin embargo, no todos son reutilizados y generan gran acumulación, como es el caso de los neumáticos fuera de uso. Es por esta razón que resulta indispensable continuar con proyectos renovables y de mitigación de impactos ambientales para minimizar los grandes costos que genera el procesamiento de residuos en los rellenos sanitarios.

Es importante recalcar que el enfoque problemático está en la masiva fabricación de neumáticos y las dificultades para hacerlos desaparecer una vez usados, ya que constituye uno de los más graves problemas medioambientales de los últimos años haciendo referencia que necesita grandes cantidades de energía para ser fabricado -medio barril de petróleo crudo para fabricar un neumático de camión- y también provoca, si no es convenientemente reciclado, contaminación ambiental al formar parte, generalmente, de vertederos incontrolados.

Las montañas de neumáticos forman arrecifes donde la proliferación de roedores, insectos y otros animales dañinos constituye un problema añadido. La reproducción de ciertos mosquitos, que transmiten por picadura fiebres y encefalitis, llega a ser muchas veces peor en el agua estancada de un neumático que en la naturaleza.

El 26 de agosto del 2011 en el diario “El Telégrafo”, se publica el artículo titulado “Con el objetivo de promover el reencauche de las llantas que utiliza el transporte público y de carga pesada, el Gobierno invertirá 2.3 millones en tres años en la aplicación del programa Reusa-llanta”, en el cual se menciona incorporar este nuevo mecanismo en las ciudades de Guaranda y Ambato, los mismos que se encuentran participando del programa, lo que involucra directamente en esta investigación conseguir de forma más fácil las fibras provenientes de éste proceso para iniciar e incentivar la incorporación de fibras de caucho en la fabricación de bloques de mampostería.

6.6.6.3 OBJETIVOS

Tomando en consideración las necesidades socio-económicas y preocupaciones medio ambientales, se han determinado objetivos fundamentales para la elaboración del estudio de impacto ambiental de este proyecto.

6.6.6.3.1 OBJETIVO GENERAL

Disminuir las grandes cantidades de neumáticos fuera de uso en los diferentes botaderos, para así colaborar con la conservación del medio ambiente y con la optimización de los agregados realizando mampuestos que serán utilizados en la construcción.

6.6.6.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y evaluar la magnitud e importancia de los impactos positivos y negativos que tendrá el proyecto en su zona de influencia.
- Minimizar los impactos generados por los desechos sólidos en el medio ambiente y la salud.

6.6.6.4 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El Área de Influencia Directa (AID), se refiere al lugar geográfico que es intervenido directamente en el desarrollo del proyecto. Inicialmente el área está definida por la zona de Ambato, en el relleno sanitario y en las zonas periféricas a las vulcanizadoras y quebradas, pero el propósito es que este proyecto se difunda a nivel nacional, es decir, que esta propuesta se desarrolle en todas las ciudades del Ecuador, para colaborar con la disminución de la cantidad de neumáticos fuera de uso desechados en botaderos clandestinos.

6.6.6.5 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

La importancia de los impactos ambientales asociados a los residuos sólidos depende de las condiciones particulares de la localización, geomorfología, y demás características de los medios físico, biótico y antropico.

6.6.6.5.1 AMBIENTE FÍSICO:

- **Contaminación del Aire.**- La concurrente quema de los neumáticos sea éstos en las huelgas o en la fase de eliminación de los mismos, genera gran cantidad de gases tóxicos dañinos para la salud y el medio ambiente.



Imagen N° 34Contaminación del aire por la combustión de llantas

- **Contaminación del Agua.**- El desalojo de llantas cerca de las aguas superficiales naturales o canales de riego usadas para el abastecimiento público y cultivos, puede ocasionar contaminación de la misma debido a los elementos químicos que los neumáticos poseen y que afectan directamente a la salud de las personas, y como no mencionar que si dentro de éstos se acumula agua provoca la proliferación de mosquitos que atentan contra la salud pública.



Imagen N° 35Estancamiento de agua en los neumáticos fuera de uso

- **Contaminación del suelo.-** La descarga y acumulación de neumáticos en sitios periurbanos, urbanos o rurales producen de primera instancia impactos estéticos. El segundo gran problema es la acumulación de roedores que afectan directamente a la salud de los habitantes que se encuentran cerca de los mismos.



Imagen N° 36Contaminación del suelo y alteración del paisaje.

6.6.6.5.2 AMBIENTE BIÓTICO

Los impactos ambientales directos sobre la flora y fauna se encuentran asociados, en general, a la remoción de espécimen de la flora y a la perturbación de la fauna nativa y a la operación inadecuada de un sistema de disposición final de residuos.



Imagen N° 37 Impacto en la flora y fauna en el medio ambiente

6.6.6.5.3 AMBIENTE SOCIO-ECONÓMICO

La degradación ambiental conlleva costos sociales y económicos tales como la devaluación de propiedades, pérdida de turismo, y otros costos asociados, tales como, la salud de los trabajadores y de sus dependientes. Impactos positivos pueden ser la generación de empleos, el desarrollo de técnicas autóctonas, de mercados para reciclables y materiales de re-uso.

Por otra parte, la falta de conciencia colectiva y/o conductas sanitarias por parte de la población para disponer sus residuos, dejándolos abandonados en calles, áreas verdes, deteriorando así las condiciones del paisaje existente y comprometiendo a la estética y al medio.



Imagen N° 38 Acumulación de neumáticos fuera de uso en la zona urbana

6.6.6.6 DETERMINACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS DEL PROYECTO

En el proyecto que conlleva a la utilización de las fibras de caucho de neumáticos reciclados provenientes del recauchado de los mismos para la elaboración de mampuestos a utilizarse en la construcción, se definen como *Acciones Del Proyecto* a los siguientes términos:

- **RECOLECCIÓN**

Básicamente ésta acción involucra el reciclado de los neumáticos fuera de uso para obtener las fibras de caucho, provenientes del recauchado de las llantas, siendo éste el mecanismo más óptimo de obtención del material para la fabricación de bloques de mampostería, sin embargo, en la fábrica del Ingeniero Fabara, ya cuentan con este material en gran escala pero que lo han conseguido fuera del cantón para proceder a realizar la respectiva selección y clasificación; por lo tanto, es necesario promover e incentivar lo indicado por el gobierno sobre la inversión de reciclaje de neumáticos para participar en el programa del reusa-llanta, y así obtener dentro de nuestra zona las fibras necesarias para alcanzar el objetivo de minimizar los impactos con ésta nueva alternativa de mitigación al problema de acumulación de neumáticos fuera de uso.

Es necesario tener un equipo de seguridad para evitar daños en la salud de las personas que manipularán en este proceso, es decir, deberán estar protegiendo sus ojos con gafas, su nariz con mascarillas y sus oídos con tapones que impidan el ruido excesivo durante el recauchado y la clasificación de las fibras.



Imagen N° 39Equipos de protección personal durante la manipulación del caucho

- **TRANSPORTE**

Esta acción producirá la circulación de camiones que lleven las fibras a las fábricas de bloques, para lo cual se deberá colocar en sacos cocidos. Se recomienda taparlos con un plástico para que las fibras no se esparzan con el viento y por ende no afecten la salud de los transeúntes.

- **ALMACENAMIENTO**

Es el acopio de los sacos de fibras de caucho a ser utilizados en la fabricación de bloques en un cuarto cerrado con orificios de ventilación para evitar la acumulación de olor del caucho en el ambiente cerrado, pero que a la vez impida el esparcimiento de las fibras con el viento.



Imagen N° 40 Forma correcta de almacenamiento de las fibras de caucho

- **PRODUCCIÓN**

Es la fabricación propiamente dicha de los mampuestos, que para efectos de seguridad de igual manera se deberán mantener los ojos, boca y oídos protegidos.

6.6.6.7 ANÁLISIS FINAL

De la interacción de las acciones humanas y los parámetros ambientales dentro del proyecto de utilización de fibras de neumáticos reciclados para la fabricación de bloques de mampostería, se deduce que el proyecto propuesto es beneficioso principalmente: para la economía del hombre, porque al crearse una nueva fuente de trabajo, genera empleo; y para el medio, ya que mejora su estética al recuperar

áreas afectadas y por lo tanto resulta una nueva alternativa de mitigación de impactos que los desechos de llantas sin ningún fin provocan tanto a la salud del hombre como al medio ambiente.

6.7 METODOLOGÍA

Básicamente el procedimiento a seguir para la obtención del bloque se detalla en la fundamentación de éste capítulo, sin embargo en resumen se ha realizado un cuadro sinóptico para describir los pasos fundamentales para la obtención del bloque de mampostería utilizando las fibras de caucho.

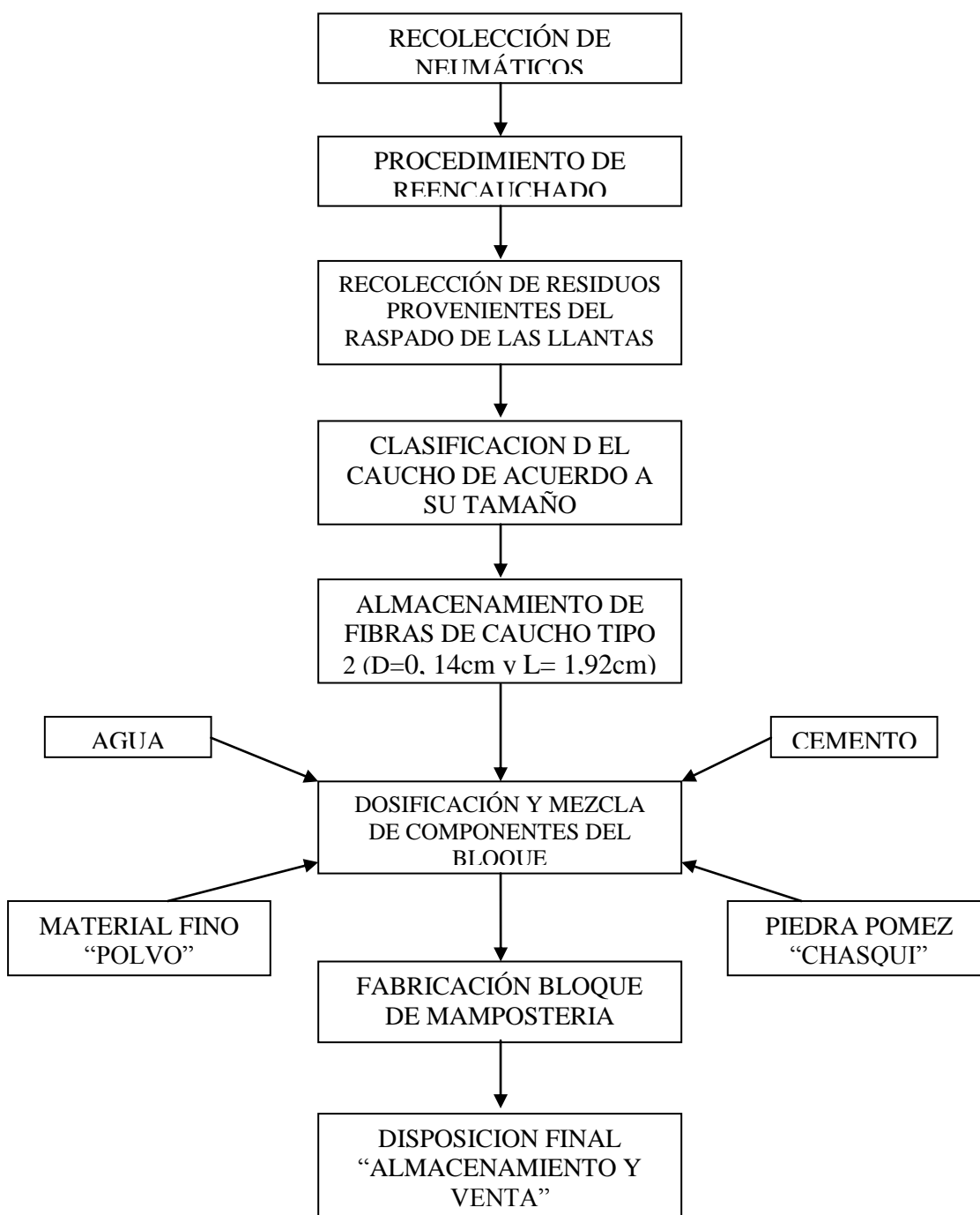


Diagrama N° 5. Esquema para elaboración de bloques con fibras de caucho

6.8 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.

La presente investigación servirá como herramienta para innovar el sector constructivo, guiando a los profesionales de la construcción en la fabricación de este tipo de material; luego como se ha demostrado en este trabajo de investigación ofrece una variedad de ventajas como ligereza, economía con lo que se optimiza los recursos y se mejora la calidad del entorno natural.

BIBLIOGRAFÍA

1. FISHER R. 1976. “Paredes” Barcelona-España. Editorial Blume (pag. 69)
2. SIERRA C. 2009 “Tipos de mampostería y su incidencia en el costo de construcción de una vivienda unifamiliar de dos plantas en la ciudad de Ambato” UTA.
3. FLOR Z. 2009 “Aplicación de paneles de yeso (Gypsum) en paredes de edificios para la optimización de recursos económicos” UTA.
4. TULAS, Texto Único de Legislación Ambiental Secundaria.
5. MÓDULO DE ENSAYO DE MATERIALES II ; Ing. Medina Santiago.

WEBGRAFÍA

6. www.aecarretera.com. “Congreso para la disposición final de neumáticos”.
7. www.ambiente.gov.ec Municipio de Santo Domingo. 2007. “Plan de manejo ambiental para la construcción de un relleno sanitario”.
8. www.portal.uah.es. AVILÉS M. “Hormigón con caucho”. Pdf
9. www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798
10. www.sciencedirect.com LLANSET Y ADSA CONFINAMIENTO. Noviembre 2006. “Proyecto ejecutivo para manejo de neumáticos de desecho”.
11. www.slideshare.net. GALLEGOS J. “Reciclaje de neumáticos”
12. www.wikipedia.com. “Procesamiento del caucho”
13. www.zicla.com.esp. CASTRO P “Proyecto de elaboración de hormigón con incorporación de caucho.”
14. www.cecytech.edu.mx/Pdf/manualblocks.pdf
15. www.eltelegrafo.com.ec

ANEXOS

ANEXO 1

Vectores que influyen en el depósito de neumáticos en botaderos.

VECTOR	ENFERMEDAD
Mosquitos	<ul style="list-style-type: none">• Malaria• Fiebre amarilla• Dengue• Encefalitis visica
Ratas	<ul style="list-style-type: none">• Peste Bubónica• Tifus murino• Leptospirosis (enfermedad de Weil)• Fiebre de Harvehill• Rickettsiosis vesiculosa• Enfermedades Diarreicas• Disenterías• Rabia

ANEXO 2
EQUIPO Y MATERIALES



Cono y compactador



Recipiente metálico



Pipeta



Embudo



Balanza electrónica



Picnómetro



Horno



Agregado Fino

ANEXO 3

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

FORM #15

RUBRO: Bloque mampostería inc. Caucho de 10cm

DETALLE: ESP. 602-(2ª)

R (H/U) =

0,011

U= unidad

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO R=C*R
Herramientas manuales 5% (M.O)	1	5%MO			0,00
Máquina vibro-compactadora	1	2,00	2,00	0,011	0,02
SUBTOTAL M					0,02

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO R=C*R
Peón	1	2,44	2,44	0,011	0,03
SUBTOTAL M					0,03

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P UNITARIO B	COSTO C=A*B
Cemento	kg	0,48	0,14	0,07
Chasqui	m3	0,0048	9,50	0,05
Material fino (polvo)	m3	0,0010	8,00	0,01
Fibras de caucho	kg	0,05	0,30	0,02
Agua				
SUBTOTAL M				0,14

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,19
INDIRECTO Y UTILIDADES 30%	0,06
OTROS INDIRECTOS %	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,24
VALOR OFERTADO INCLUYE IVA	0,27