



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**TEMA**

**PROTOTIPO DE PANELES CON HORMIGON MODIFICADO A BASE  
DE CAUCHO GRANULADO PARA VIVIENDAS DE 1 PISO DE  
CONFORMIDAD CON LA NORMA (NEC-15)**

**TUTOR**

**Mgtr. JANNYNE NOHEMÍ PAUTA LABANDA**

**AUTORES**

**LUIS ALBERTO CHOEZ GARABI  
KENNETH ANGEL YÁNEZ MUÑOZ**

**GUAYAQUIL**

**2023**

<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>	
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>	
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b> Prototipo de paneles con hormigón modificado a base de caucho granulado para viviendas de 1 piso de conformidad con la norma (NEC-15)	
<b>AUTOR/ES:</b>  LUIS ALBERTO CHOEZ GARABI KENNETH ANGEL YÁNEZ MUÑOZ	<b>REVISORES O TUTORES:</b>  Mgtr. JANYNNE NOHEMI PAUTA LABANDA.
<b>INSTITUCIÓN:</b>  Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	<b>Grado obtenido:</b>  Ingeniero Civil
<b>FACULTAD:</b>  INGENIERIA INDUSTRIA Y CONTRUCCIÓN	<b>CARRERA:</b>  INGENIERIA CIVIL
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>  2023	<b>N. DE PAGS:</b>  49
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Arquitectura y Construcción	
<b>PALABRAS CLAVE:</b> materiales construcción, ecología, impacto ambiental, reciclaje de desechos, reciclaje de desechos	
<b>RESUMEN:</b>	

Este trabajo investigó los materiales que intervienen en un panel tradicional de hormigón hidráulico, los elementos que lo conforman son cemento, agregado fino (arena), agregado grueso (grava), agua.

Los cauchos en el mundo crean una necesidad de uso de diferentes formas se podría hablar en forma especial de los neumáticos los cuales después de su periodo de vida útil son desechados.

Este trabajo pretende utilizar el caucho granulado como agregado en la mezcla de hormigón simple que se utiliza para la elaboración de los paneles tradicionales, modificándolos al ser adicionado y analizar el desempeño del caucho granular dentro de la mezcla.

<b>N. DE REGISTRO (en base de datos):</b>	<b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <b>NO</b>
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>  Choez Garabi Luis Alberto  Yáñez Muñoz Kenneth Ángel	<b>Teléfono:</b>  0979306549  0989036040	<b>E-mail:</b>  lchoezg@ulvr.edu.ec  kyanezm@ulvr.edu.ec
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	<p>Mg. Milton Andrade Laborde (Decano)</p> <p><b>Teléfono:</b> 042596500 Ext. 260</p> <p><b>E-mail:</b> mandradel@ulvr.edu.ec</p> <p>Mg. Alexis Wladimir Valle Benítez (Director de Carrera)</p> <p><b>Teléfono:</b> 042596500 Ext. 242</p> <p><b>E-mail:</b> avalleb@ulvr.edu.ec</p>	

# CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

PROTOTIPO DE PANELES CON HORMIGON MODIFICADO A BASE DE CAUCHO GRANULADO PARA VIVIENDAS DE 1 PISO DE CONFORMIDAD CON LA NORMA (NEC-15)

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>5%</b> INDICE DE SIMILITUD	<b>5%</b> FUENTES DE INTERNET	<b>0%</b> PUBLICACIONES	<b>5%</b> TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<a href="http://www.uasb.edu.ec">www.uasb.edu.ec</a> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>2</b>	<a href="http://dspace.uazuay.edu.ec">dspace.uazuay.edu.ec</a> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<a href="http://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<a href="http://site.inpc.gob.ec">site.inpc.gob.ec</a> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<a href="http://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<b>1%</b>

Excluir citas      Activo  
Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias      < 1%



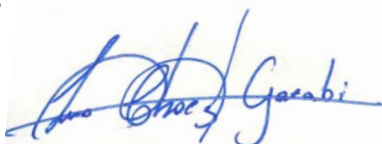
## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes Luis Alberto Choez Garabi y Kenneth Ángel Yáñez Muñoz, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, PROTOTIPO DE PANELES CON HORMIGÓN MODIFICADO A BASE DE CAUCHO GRANULADO PARA VIVIENDAS DE UN PISO DE CONFORMIDAD CON LA NORMA (NEC-15), corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Autores

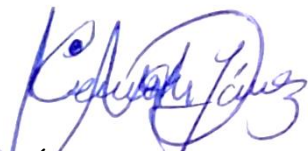
Firma:



LUIS ALBERTO CHOEZ GARABI

C.I. 0931150890

Firma:



KENNETH ÁNGEL YANEZ MUÑOZ

C.I.0924835622

## CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación Prototipo de paneles con hormigón modificado a base de caucho granulado para viviendas de 1 piso de conformidad con la norma (NEC-15), designada por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

### CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: Prototipo de paneles con hormigón modificado a base de caucho granulado para viviendas de 1 piso de conformidad con la norma (NEC-15), presentado por los estudiantes **CHOEZ GARABI LUIS ALBERTO Y YÁNEZ MUÑOZ KENNETH ANGEL** como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



JANNYNE NOHEMÍ PAUTA LABANDA

C.C. 1103037485

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a mi Dios todo poderoso, a mis padres por el apoyo Incondicional en cada momento de mi vida durante este largo proceso.

Gracias a la universidad por convertirme en un profesional, agradezco a cada maestro que fue parte de esta evolución.

No ha sido fácil este camino, pero gracias a su apoyo y cariño incondicional he podido concluir esta meta, les agradezco y hago presente mi profundo afecto a mi hermosa familia.

## **DEDICATORIA**

Este proyecto está dedicado a mis padres que son parte fundamental de mi vida, gracias por orientarme y ayudarme a salir adelante para así cumplir mis sueños, a mi esposa por estar presente no solo en esta etapa de mi vida sino en todo momento apoyándome y buscando lo mejor para mi persona.

Kenneth Ángel Yáñez Muñoz

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme dado la fuerza y la inteligencia para lograr esta meta, a mi familia por darme siempre su apoyo en cada momento difícil, nada de esto hubiera sido posible sin ustedes.

Agradezco a todos los docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

## **DEDICATORIA**

Todo esfuerzo requiere su recompensa, y por hoy este gran esfuerzo se lo quiero dedicar a mi esposa por darme siempre su apoyo incondicional y ser ese aliento para salir adelante, a mi hijo con quien tengo la obligación de ser un papá ejemplar para él y a mis padres por haberme inculcado desde pequeño que los estudios es la única herencia invaluable que los padres le pueden dejar a los hijos.

Hoy les doy gracias por siempre estar conmigo cuando más los necesito y este triunfo va por ustedes.

Luis Alberto Choez Garabi



## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Tema:.....	2
1.2 Planteamiento del Problema: .....	2
1.3 Formulación del Problema: .....	2
1.4 Objetivo General .....	3
1.5 Objetivos Específicos .....	3
1.6 Hipótesis.....	3
1.7 Línea de Investigación Institucional/Facultad.....	3
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO .....	4
2.1 Marco Teórico: .....	4
2.2. Caucho granulado.....	5
2.3. Agregados en el concreto .....	6
2.4. Agregado Fino .....	6
2.5. Agregado Grueso.....	6
2.6. Agua .....	7
2.7. Influencia de los componentes en el diseño de la mezcla de concreto. 7	
2.8. Aditivos comunes en el concreto.....	7
2.9. Parámetros de resistencia del concreto.....	8
2.10. Composición del neumático .....	9
2.11. Reutilización y reciclado de neumáticos .....	10
2.11. Marco Legal.....	12
Agenda 2030, Pacto Global, Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS)	12
Constitución de la República del Ecuador, 2008.....	12

Ley de Gestión Ambiental.....	13
Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva .....	13
El Código Orgánico del Ambiente (COA) .....	13
Normas INEN .....	13
CAPÍTULO III .....	15
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
3.1 Enfoque de la investigación: .....	15
3.2 Tipo y alcance de investigación .....	15
3.3. Técnica e instrumentos: .....	15
3.4. Población y muestra .....	16
3.5. Presentación y análisis de resultados.....	16
4. CONCLUSIONES.....	31
5. RECOMENDACIONES .....	32
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Línea de Investigación Institucional/Facultad .....	16
Tabla 2 Dosificación de hormigón 210kg/ cm <sup>2</sup> .....	16
Tabla 3 Dosificación considerando el 5% de caucho granular como agregado .....	17
Tabla 4 Resultados de prueba de compresión de hormigón con 5% de caucho granulado .....	19
Tabla 5 Dosificación considerando el 10% de caucho granular como agregado .....	19
Tabla 6 Resultados de prueba de compresión de hormigón con 10% de caucho granulado.....	22
Tabla 7 Resultados de prueba de compresión de hormigón con 15% de caucho granulado.....	22
Tabla 8 Resultados de prueba de compresión de hormigón con 15% de caucho granulado.....	24

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Agregado grueso .....	17
Figura 2: Cemento .....	18
Figura 3: Agregado fino .....	18
Figura 4: Caucho granulado .....	19
Figura 5: Agregado grueso .....	20
Figura 6: Cemento .....	20
Figura 7: Agregado fino .....	21
Figura 8: Caucho granulado .....	21
Figura 9: Agregado grueso .....	22
Figura 10: Cemento .....	23
Figura 11: Agregado fino .....	23
Figura 12: Caucho granulado .....	24
Figura 13: Peso para la preparación de la mezcla .....	25
Figura 14: Preparación de la mezcla .....	25
Figura 15: Preparación de mezcla con hormigón adicionando caucho granular.....	26
Figura 16: Preparación de cilindros con hormigón adicionando caucho granular .....	26
Figura 17: Preparación de cilindros con hormigón adicionando caucho granular.....	27
Figura 18: Preparación de cilindros con hormigón modificado.....	27
Figura 19: Hormigón modificado al 5% .....	28
Figura 20: Hormigón modificado al 10% .....	208
Figura 21: Hormigón modificado al 15% .....	209
Figura 22: Ensayos de compresión de cilindros de hormigón modificado al 5,10,15 % .....	219
Figura 23: Ensayos de compresión de cilindros de hormigón modificado al 5,10,15 % .....	30
Figura 24: Ensayo de compresión .....	30
Figura 25: Ensayo de compresión .....	31

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ensayo de Resistencia.....	35
------------------------------------	----

# INTRODUCCIÓN

Este trabajo investigó la construcción de un panel tradicional de hormigón hidráulico con elementos que lo conforman como son: cemento, arena, piedra y agua, para modificarlo con un nuevo material como el caucho granulado que se puede utilizar en viviendas de un piso de conformidad con la Norma NEC-15.

Esta innovadora propuesta pretende utilizar el caucho granulado como agregado en la mezcla de hormigón simple que se utiliza para la elaboración de los paneles tradicionales, modificándolos al ser adicionado y analizar el desempeño del caucho granular como parte de la mezcla.

El material caucho se produce en diversos artículos y se usa de diferentes formas, y en este caso se utilizaron los neumáticos deteriorados o degradados que cumplieron su periodo de vida útil y son desechados. Es decir, se plantea hacer del caucho un nuevo material que obedezca y cumpla con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y sea parte de una economía circular de mercado.

Dentro del contenido del trabajo de investigación se considera el capítulo uno que contiene el planteamiento del problema a causa de los desechos del caucho, los objetivos generales y específicos. En el capítulo dos se desarrolla la parte del marco teórico que revisa investigaciones similares a este proyecto de investigación y se describen los materiales empleados en el hormigón simple utilizado en la elaboración de paneles tradicionales y se define el origen, uso, beneficios y cómo se puede reutilizar como parte de la economía circular, porque es un material que se desecha.

En el capítulo tres se aborda la metodología, donde aplicando un enfoque cuantitativo se hicieron ensayos de laboratorio en el que se agregó caucho granulado a una mezcla de hormigón tradicional para mejorar la calidad y hacerlo eco amigable al ambiente.

Durante este proceso, se hicieron muestras de hormigón reemplazando el agregado grueso, que en este caso es la piedra. para incorporar el caucho granulado en distintos porcentajes, de tal forma que se obtuvo como resultado que el 5% es la dosificación que más se acopla a las características técnicas que exige la norma de construcción de viviendas.

# CAPÍTULO I

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 Tema:

Prototipo de paneles con hormigón modificado a base de caucho granulado para viviendas de un piso de conformidad con la norma (NEC-15)

### 1.2 Planteamiento del Problema:

El cuidado del ambiente es fundamental a nivel mundial y la contaminación producida por elementos utilizados por la humanidad es un problema que afecta a todos. Es necesario reducir y bajar los niveles de contaminación. Los avances tecnológicos e industriales han generado una mayor cantidad de residuos, entre los que está el caucho, que junto con la basura, generan preocupación mundial por el impacto ambiental negativo y sus efectos en la salud de los humanos.

La problemática asociada al manejo post consumo y post procesos del caucho ha generado interés en la empresa privada y la pública para que, junto a la academia, implementen nuevas formas de uso del caucho y así reducir la contaminación causada por estos residuos.

Este proyecto de titulación investigará la contaminación producida por neumáticos vehiculares después de su uso. Además, analizará el uso, producción y desecho de los neumáticos, donde se pretende utilizar el caucho en su estado de desecho como materia reciclada para la elaboración de paneles y de esta forma sacarlo del ambiente para darle otro uso como material de construcción. Y de ese perfil cumplir con la economía circular: reutilización, rediseño y reciclaje.

### 1.3 Formulación del Problema:

De qué manera influye el uso de caucho granulado en paneles de hormigón modificado en paredes de viviendas de un piso.

## 1.4 Objetivo General

Diseñar un prototipo de panel con hormigón mejorado utilizando caucho granulado para viviendas de un piso.

## 1.5 Objetivos Específicos

- Analizar los agregados en un panel de hormigón tradicional.
- Determinar la dosificación con caucho granular para obtener formatos de panel con hormigón y realizar ensayos.
- Contrastar las resistencias de los dos paneles: el tradicional con el modificado.

## 1.6 Hipótesis

Con el uso de caucho granulado mejoraría la resistencia de los paneles de hormigón para viviendas de un piso y mitigaría la contaminación producida por el caucho.

## 1.7 Línea de Investigación Institucional/Facultad.

Tabla 1:

*Línea 3. Territorio, medio ambiente, y materiales innovadores para la construcción.*

<b>Dominio</b>	<b>Línea institucional</b>	<b>Líneas de Facultad</b>
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción	Materiales de construcción

**Fuente:** Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (2023)



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Marco Teórico:

Según Lara (2020) expresa lo siguiente: La problemática en la disposición de residuos de caucho crea la necesidad de proponer nuevas alternativas, cuyo enfoque debe ser la mitigación del impacto ambiental generado por la contaminación de los neumáticos y aprovechando este material reciclado se propone la utilización en materiales para la construcción.

En esta investigación sobre bloques de concreto y la elaboración de prototipos usando caucho se efectuaron varios ensayos con distintos porcentajes de sustitución al agregado grueso para buscar que las características del bloque sean lo más parecida a las del bloque de concreto convencional tipo B, y, por tanto, ese producto tenga características como las requeridas en la Norma NTE INEM 3066 2016-11. Las variaciones en sustitución de materiales fueron los siguientes porcentajes (10%,15%,20%) esto en agregado fino de partículas de caucho resultante del procesamiento de neumáticos. Entre los principales resultados obtenidos están que el producto con 20% de sustitución de material por partículas de caucho presentó una resistencia mínima a la compresión simple 3,69 MPa, sin embargo, cumple con lo establecido. Otra conclusión importante es que el bloque elaborado con un 20% de sustitución tuvo un costo menor que el bloque tipo B.

Los neumáticos son el principal producto de consumo en el uso cotidiano que por tamaño generan mayor contaminación cuando se termina su vida útil, antes se los quemaba, pero resultaba peor la contaminación del aire, es por esta razón que con el objetivo de minimizar el daño en el ambiente surge este proyecto que utiliza el resultante de la raspadura de la banda de rodamiento de los neumáticos y su adición al concreto para la construcción de bloques. En el caso de los bloques se sustituyó el 15% por caucho demostrando resistencia a la compresión y a la tracción realizada y se adicionó caucho en tamaños finos y gruesos, mientras que para los que tenían una sustitución del 5% las propiedades mecánicas no sufrieron cambios significativos, ni variación al compararlo con el concreto tradicional. Cabe recalcar que el

caucho utilizado tenía 28 días de curado. Mientras que en lo referente a elasticidad y la impedancia acústica los bloques realizados con el remplazo de caucho no presentan cambios significativos.

## **2.2. Caucho granulado**

Es el resultado de la molienda de los neumáticos fuera de uso, con granulometría es de 2mm a 4mm, libre de polvo, lona y alambre. Es un producto limpio pasado por procesos de control de calidad. Utilizado para el relleno de campos de fútbol con césped sintético artificial, pisos de seguridad de caucho continuo, pistas atléticas entre otros.

Según Soto 2019, expone lo siguiente:

(...) Actualmente en el sector de la construcción, muchas de las obras civiles se dimensionan con materiales reciclables y eco-amigables para que favorezcan al ambiente. El plástico en sus diferentes presentaciones y el caucho como neumático es usado para el mejoramiento de las vías en la colocación de nueva carpeta asfáltica. Cabe indicar que esta práctica ya se desarrolla en distintas naciones en el mundo y se hacen estudios para darle una compatibilidad con las mezclas de concreto, de tal manera que sea utilizado como agregado y aligere el peso de la mezcla sin afectar los porcentajes de resistencia y para mejorar el material. Estudios de la materia ya han comenzado a efectuar ensayos de laboratorio con probetas de hormigón donde se ha adicionado caucho triturado en diferentes porcentajes (3%, 5%,7% ,10%). De tal manera que se busca obtener un mejoramiento en la resistencia y aligeramiento de la mezcla, después de ser ensayados las probetas de concreto los valores obtenidos demuestran que el caucho es un material que es compatible con el concreto, que iguala o mejora la resistencia de un concreto sin agregado de caucho y aligerar el peso de esta, dándonos a entender que mediante el uso de este material en construcciones futuras es factible aligerar el peso y la economía de las obras civiles, también contando gracias al uso de caucho de neumáticos se volverán obras amigables con el ambiente.

Peláez y Velásquez (2017) “(...) “modificaciones en productos como los bloques que permitan un incremento de la resistencia a la fatiga y al impacto, aunque esto acarrea perdida de ciertas propiedades como la resistencia a la compresión el módulo elástico técnicas” (p.32).

### **2.3. Agregados en el concreto**

En primer lugar, están los agregados áridos que son partículas de origen natural o artificial, estos pueden ser modificados de acuerdo a los parámetros establecidos por la norma que rige cada país.

Según Silvestre (2016) en lo referente a los agregados los agregados finos y gruesos expone que:

“Las propiedades del concreto recién mezcladas y endurecidas en las proporciones de la mezcla y la economía ocupan comúnmente de 60 a 75% del volumen del concreto que significa el 70% a 85% del peso”

En referencia a lo expuesto sobre los agregados para el concreto se considera la siguiente clasificación:

### **2.4. Agregado Fino**

Para elaborar el agregado fino se debe considerar como primer material a la arena natural, a triturada o alguna mezcla pasada por un tamiz N° 4 (4.75mm) y quedará retenido el N° 200 que cumple con los límites establecidos en la NTC 174. Para que el producto final sea el esperado, los agregados finos estarán compuestos de partículas limpias de perfil angular duras sin materia orgánica ni sustancias dañinas, esto de acuerdo con la norma ASTM C40, además de estar graduado con base a los límites de la norma NTC 174

### **2.5. Agregado Grueso**

En cambio, lo referente al agregado grueso indica que su composición debe ser a base de grava, grava triturada, roca triturada o escoria de alto horno enfriado al aire, en ciertos casos se los combina, el material que retiene el tamiz 4.75 mm (N .4), en base a lo que requiere la NTC 174.

Este material debe estar compuesto por partículas limpias de perfil, dura, compacta, resistente y con una textura rugosa preferiblemente y químicamente estable y libre de escamas, tierra, polvo, limo, materia orgánica y otras sustancias dañinas.

## **2.6. Agua**

El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto dado a que contribuye a que el cemento despliegue su capacidad ligante de acuerdo con la norma NTC 3459 al referirse a la calidad del agua en el uso del concreto

Silvestre (2016) afirma que:

“En la cuantía de cemento sobre la cantidad de agua total que se utiliza, una parte será para la hidratación del cemento, dando a conocer que con cierta cantidad de agua en la mezcla del concreto esta reaccionará con el cemento y se generará una pasta, la cantidad de agua sobrante cumple con la función de aumentar la fluidez de la pasta de concreto y cumpla con cubrir o lubricar los agregados de la mezcla, además de otorgar una manejabilidad adecuada para las mezclas frescas” (p. 14)

## **2.7. Influencia de los componentes en el diseño de la mezcla de concreto**

Según Silva, explica que:

“La textura y forma superficial de cada una de las partículas individuales de los diferentes tipos de agregados mantienen una influencia importante cuando se maneja y manipula el concreto en su estado fresco y se puede presentar en otros factores físicos de estado sólido. El uso de diferentes tipos de agregados finos puede generar variaciones en el asentamiento de la mezcla de concreto, un ejemplo de ellos, son las arenas angulares que tendrán un menor asentamiento en la mezcla a una diseñada con agregados finos redondeados y lisos. Ocasionalmente que sea necesario cambiar la relación agua - cemento.” (p.12)

Ante lo expuesto se debe acotar que los agregados derivan su influencia de la forma textura y esto afectará la resistencia por medio de la relación de adherencia. Existe un límite en el contenido de agregados gruesos dado por la trabajabilidad del concreto y en el caso de que la cantidad de agregados gruesos como la piedra fuese excesiva, podría ocurrir el fenómeno de segregación.

## **2.8. Aditivos comunes en el concreto**

Los aditivos:

Son una sustancia química, generalmente dosificada por debajo del 5% de la masa del cemento, distinta del agua, los agregados, el cemento y los refuerzos de fibra, que se emplea como agregado de la pasta, del concreto o del mortero, y

se suma al conjunto de características que se da antes o durante el proceso de preparación del hormigón para modificar parte de esas propiedades físicas a fin de que el material se adapte de una mejor forma dadas las condiciones de la obra o las necesidades del constructor. (Rivera, 2015)

En el mercado existen muchos productos y van variando de precio y evidentemente la calidad no es la misma. Cada uno describe sus ventajas, pero de acuerdo al contexto, el constructor deberá revisar y de acuerdo con su experiencia decidir el producto.

Para que un aditivo sea eficiente tienen que tomarse en cuenta las siguientes especificaciones:

- Tipo de aditivo
- Marca del aditivo.
- Cantidad de cemento que usamos en la dosificación.
- Contenido de agua de la mezcla.
- Forma granulométrica de los agregados.
- Proporción de los agregados en la dosificación.
- Tiempo de mezclado.
- Temperatura del concreto.

## **2.9. Parámetros de resistencia del concreto**

En relación a la resistencia a la compresión del concreto, esta varía de acuerdo a los siguientes parámetros:

La relación agua – cemento (a/c): Tiene influencia sobre la resistencia, la durabilidad, así como los coeficientes de retracción y de fluencia, que establece toda la estructura del cemento endurecido. La relación agua /cemento crece cuando aumenta la cantidad de agua y decrece cuando aumenta el contenido de cemento. En todos los casos, cuanto más baja es la relación agua / cemento más favorable son las propiedades de la pasta de cemento endurecida. Tamaño máximo del agregado: para el diseño de una mezcla de concreto se basará en el tamaño y forma del elemento de concreto; condiciones de humedad durante el curado: El curado del hormigón es cuando se hidrata al hormigón para que no se cuartee y genere fisuras. El agua permite que se endurezca con el tiempo. El curado comienza inmediatamente después del vaciado y el acabado, de manera que el concreto pueda

desarrollar la resistencia y la durabilidad deseada. Sin un adecuado suministro de humedad, los materiales cementantes en el concreto no pueden reaccionar para formar un producto de calidad; Edad del concreto: El tiempo de curado del concreto es fundamental para garantizar que se eviten problemas en la resistencia proyectada del concreto, el tiempo óptimo está considerado en 28 días; Cantidad aditivo: El porcentaje de aditivo a agregar a la mezcla será relativo. (ECURED, 2020)

En base a lo expuesto se describe que un ensayo de resistencia será el resultado de promediar la resistencia de dos cilindros de la misma mezcla y utilizados a los 28 días, y para lograrlo el ensayo debe cumplir los requisitos siguientes: El primer aspecto es que los promedios de tres resultados consecutivos de tres ensayos de compresión no excedan el valor referencial, otro aspecto es que el resultado individual que derive de las pruebas de resistencia a la compresión sea inferior a 3,5 MPa.

## **2.10. Composición del neumático**

El neumático o llanta, como se conoce vulgarmente, es un producto que permite que un vehículo se desplace sobre varios tipos de superficie. Está compuesto por una cubierta de caucho que es su interior tiene aire y se encarga de soportar la carga del peso y el vehículo. Su composición y de acuerdo a lo que se comercializa es que son radiales, tienen una banda elástica de rodamiento, una porción inextensible que será la cintura y una estructura de arcos de forma radial. Se conectan a una membrana inflada y aros que también son inextensibles que sirven como enganche a la llanta.

En el documento académico de Castro (2008) habla sobre los materiales y compuestos para la industria del neumático:

La complejidad de la forma y de las funciones que cada parte del neumático tiene que cumplir, es traducida en su complejidad de los materiales que lo componen. La principal materia que compone un neumático es el caucho (este puede ser natural o sintético): este material comprende casi la mitad del peso del neumático. También son conocidos como elastómeros un material polimérico característico por su propiedad de variar sus dimensiones según el tipo de esfuerzo al que son sometidos y volver a su forma cuando el esfuerzo se retira. (p.32)

Otro aspecto a considerar es que:

“Que el caucho natural se extrae a partir del árbol *Hevea Brasiliensis* que es un látex con partículas de caucho en suspensión. Después de un proceso de secado y de ahumado se utilizan diferentes productos. Hoy en día alcanza el 30% del mercado de los cauchos, el resto lo ocupan los cauchos sintéticos, todos basados en hidrocarburos. La estructura de los cauchos naturales está formada por cis-1,4 polisopreno mezclado con pequeñas cantidades de proteínas, lípidos y sales inorgánicas, entre otros”. (p. 21)

Así, se considera que el caucho de origen natural y sintético cuando no se combinan con ningún otro material, ambos producen elasticidad. En el caso de los sintéticos dan estabilidad térmica que favorece a la estabilidad, durabilidad, pero evidentemente todo redonda en la marca comercial, donde hay que tomar en cuenta el uso, tipo de carreteras e incluso condiciones climáticas.

### **2.11. Reutilización y reciclado de neumáticos**

La masiva fabricación de neumáticos y las dificultades para hacerlos desaparecer una vez usados constituye uno de los problemas medioambientales de los últimos años en todo el mundo, lo que se hace insostenible hasta en los deshuesaderos que hay en las grandes ciudades del mundo.

En muchos países y en el caso de Ecuador, a través de fundaciones o entidades vigilantes del medio ambiente, se promueven constantes campañas de sensibilización y educación para conocer el nuevo uso del neumático, que consiste desde hacer una figura animal hasta un mueble de decoración.

Para eliminar los neumáticos o residuos de neumáticos triturados se usa con frecuencia la quema directa, provocando problemas ambientales por emisiones de gases que contienen partículas nocivas para el entorno.

El almacenamiento de los neumáticos desechados también es una problemática, ya que estos forman arrecifes donde la proliferación de roedores, mosquitos, insectos y otros animales los utilizan como criaderos y eso contribuye a la proliferación de enfermedades infectocontagiosas que ocasionan problemas de salud pública, como pandemias o epidemias, Castro (2008).

También sirven como mobiliario de parques infantiles y como contención en defensa de muelles o algunas embarcaciones, rompeolas, etc., en ciertos casos se utiliza para elaborar

barreras anti ruido, taludes de carreteras, pistas de carreteras o incluso para retener agua en la parte agrícola.

Además de ser reutilizados, estos también pueden ser reciclados mediante diferentes procesos como la construcción de viviendas, palettes, mobiliario urbano y hasta tapas de alcantarillas.

### **Termólisis:**

Es un sistema en el que someten los materiales de residuos de neumáticos mediante el cual se coloca el material en calentamiento en un lugar donde no hay oxígeno. Las altas temperaturas y la ausencia de oxígeno tienen el efecto de destruir los enlaces químicos. De tal manera, que se recupera la totalidad de los componentes del neumático y de estos se obtienen metales, carbones e hidrocarburos gaseosos, que pueden volver a las cadenas industriales, ya sea de producción de neumáticos u otras actividades.

### **Pirolisis:**

Este procedimiento (fábrica piloto) está operativo en Taiwán desde 2022 con cuatro líneas de pirolisis que permiten reciclar 9.000 toneladas/año. En la actualidad, el mecanismo ha ido mejorando con el pasar del tiempo y con tecnología de punta tiene capacidad para atender hasta 28.000 toneladas de neumáticos usados cada año, a través de una sola línea. Mediante este proceso de pirolisis, los productos obtenidos son los siguientes:

- GAZ, producto parecido al propano que se usa a nivel industrial.
- Aceite industrial de forma líquida que se puede utilizar aceite para refinar el Diesel.
- Coke y acero

### **Trituración criogénica:**

Este método es muy complejo y necesitara de instalaciones adecuadas para realizar la actividad lo que lo convierte en una opción con poca rentabilidad debido a los costos de implementación para lograr el proceso de purificar y separar el caucho y el metal entre si además de la parte textil.

### **Trituración mecánica:**

En este proceso los resultados serán de alta calidad y libres de impurezas y esto ayuda que se utilice el material resultante en nuevos procesos. Cabe recalcar que este proceso



es netamente mecánico y por eso es el principal método para la reutilización de este material.

En este proceso se realiza la fragmentación (GTR), la separación de componentes y la desvulcanización si es necesario.

### **Neumáticos convertidos en energía eléctrica:**

En este proceso, los residuos se los lleva a una caldera en la cual se los incinerará generando combustión y liberando calor, ocasionado que el agua se convierta en vapor de alta temperatura y presión que es conducido hasta una turbina.

Al momento de la expansión, mueve la turbina y el generador acoplado a ella produce la electricidad que se transformara para su uso directo.

## **2.11. Marco Legal**

Este proyecto de investigación hizo una revisión de las normativas nacionales e internacionales que permiten sustentar este estudio que es completamente innovador y tiene como objetivo la obtención del grado de Ingeniero Civil.

### **Agenda 2030, Pacto Global, Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS)**

ODS 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos en América Latina y el Caribe.

ODS 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación en América Latina y el Caribe.

El proyecto se enmarca en las metas de los ODS 7 y 9, cuyo objetivo es cumplir para mejorar las condiciones del Planeta y de la vida de los seres humanos.

### **Constitución de la República del Ecuador, 2008.**

Artículo 83, numeral 6, establece: Es de vital importancia respetar los derechos de la naturaleza, además de preservar un ambiente ecológico y utilizar los recursos renovables y no renovables de manera racional, sustentable y sostenible” (p. 38).

Consecutivamente, en la sección Sexta constituye que el entorno y vivienda descritas en el artículo 30 expresa que “los ciudadanos tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica.

## **Ley de Gestión Ambiental**

### **Título I –Ámbito y Gestión Ambiental**

Art. 2.- La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales.

Art. 6.- El aprovechamiento racional de los recursos naturales no renovables en función de los intereses nacionales dentro del patrimonio de áreas naturales protegidas del Estado y en ecosistemas frágiles, tendrán lugar por excepción previo un estudio de factibilidad económico y de evaluación de impactos ambientales.

En los artículos 2 y 6 de la Ley de Gestión Ambiental enfatizan los principios de la solidaridad y la responsabilidad con el medio ambiente, aprovechando los recursos no renovables y darle un buen manejo respetando el medio ambiente y las culturas tradicionales.

## **Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva**

Art. 1.- Objeto.- La presente Ley tiene por objeto definir las atribuciones y responsabilidades de las entidades, organismos y dependencias que comprenden el sector público en el marco de la economía circular; establecer criterios y mecanismos específicos orientados a implementar los principios de ecodiseño, producción y consumo sostenibles, disminuir la generación de residuos, fomentar la gestión integral e inclusiva de residuos y política pública y financiamiento de la economía circular inclusiva como mecanismo de bienestar económico, la creación del empleo, el desarrollo sostenible y disminución de consumo de recursos no renovables.

## **El Código Orgánico del Ambiente (COA)**

Art. 3.- Objetivo. - Los criterios ambientales para el ordenamiento territorial y lineamientos técnicos tienen como objetivo la regulación de las actividades antrópicas considerando las necesidades poblacionales en función de los recursos naturales y los límites biofísicos de los ecosistemas, con el fin de garantizar el ejercicio de los derechos de la naturaleza.

## **Normas INEN**

Según la Norma INEN: PE INEN-NEC-SEVIVIENDA 26-10 apartado 6.3.1 de Continuidad Vertical dice que, “Para considerar que los pórticos y muros son resistentes a momento, estos deben estar anclados a la cimentación, cada pórtico y muro portante debe ser continuo entre la

cimentación y el muro inmediatamente superior, sea el entrepiso o la cubierta.” (INEM, 2018 p 22)

Según la INEN apartado 11.6.8 - Diseño, elaboración y proyección de mortero en losa de poliestireno, segunda capa inferior, dice que, “Para el mortero que se proyectará sobre la primera capa inferior de la losa, la capa de compresión deberá tener una resistencia no menor al 80 % de la especificada en planos para proceder a retirar el apuntalamiento.”(INEM, 2018 p 23)

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Enfoque de la investigación:

El enfoque es cuantitativo y se sustenta como secuencial y probatorio, donde se analizaron varias variables para determinar los resultados a fin de lograr un panel de hormigón con caucho granulado, donde la mezcla tradicional que es con agregado grueso como la grava fue reemplazada por caucho granulado.

Durante el proceso, se calcularon las resistencias en base a las cargas máximas de rotura aplicadas en los cilindros y por medio de un diseño se calculó y estableció la dosificación del hormigón en la mezcla.

También se evaluó el hormigón modificado con caucho granular con el fin de establecer su desempeño y el control de las resistencias adquiridas por medio de los diferentes porcentajes para determinar si cumple las condiciones técnicas requeridas de acuerdo con la Norma NEC-15.

#### 3.2 Tipo y alcance de investigación

Dentro de la metodología de investigación hay varios tipos que se seleccionan de acuerdo a los fines que se buscan, ante este se destaca la selección de uno o varios métodos según sus necesidades.

En este caso, se clasifican en tres tipos de investigación: la descriptiva, explicativa y experimental, cuyos métodos se consideran de acuerdo a la profundidad del estudio que busca la investigación y el nivel del conocimiento que se desea alcanzar

#### 3.3. Técnica e instrumentos:

La técnica que se utilizó es el Ensayo de compresión de hormigón mediante el cual se realizaron las muestras de cilindros con los diferentes porcentajes y con los resultados obtenidos se calculó la resistencia.

Entre los instrumentos aplicados estuvieron: los cilindros, la máquina de prueba de la compresión y balanzas que se utilizaron en un laboratorio de hormigón hidráulico de la Universidad de Guayaquil, donde se hicieron las pruebas durante 28 días. Cabe indicar que se hizo rotura de los cilindros a los 14, 21 y 28 días, respectivamente.

A través de las pruebas que se cumplieron con el caucho granulado, se intentó establecer su utilidad y sostenibilidad. Después de su tratamiento, se experimentó con diferentes cantidades de caucho en la mezcla del hormigón modificado para que por medio de su desempeño se pueda analizar la resistencia deseada, su utilidad dentro del área de la construcción y sobre todo en el diseño de hormigón que se utiliza en la elaboración de paneles de hormigón tradicionales.

### 3.4. Población y muestra

La población que se considera en este estudio son los paneles de hormigón hidráulico en forma general y de distintos tamaños.

Dentro de la muestra se tomó en consideración los materiales como cemento, arena y agua que fueron utilizados para construir el prototipo de los paneles con hormigón tradicional, modificándolo con tres porcentajes diferentes de 5%, 10% y 15% con caucho granulado para viviendas de un piso de conformidad con la Norma NEC-15.

### 3.5. Presentación y análisis de resultados

Con la finalidad de establecer las diferencias y presentar el trabajo de investigación con la dosificación en diferentes porcentajes de caucho granulado, primero se desarrolló un diseño de hormigón de 210kg/ cm<sup>2</sup>, cuyo proceso de elaboración se presenta a continuación (ver Tabla 2).

#### Proceso de elaboración:

Tabla 2:

*Dosificación de hormigón 210kg/ cm<sup>2</sup>*

<b>Dosificación</b>	<b>Gramos</b>
Cemento:	1,777 gr
Agregado fino:	2,889 gr
Agregado grueso:	7,65 gr
Agua:	1,062 gr

Nota: Se presenta la dosificación para elaborar hormigón

Fuente: Normas de Construcción

Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)

Se realizó el prototipo de la elaboración de paneles de hormigón adicionando caucho granular con el fin de analizar el desempeño del caucho granular como agregado del hormigón de conformidad con la Norma NEC -15.

Tabla 3:

*Dosificación considerando el 5% de caucho granular como agregado*

<b>Dosificación</b>	<b>Gramos</b>
Cemento:	1,777 gr
Agregado fino:	2,889 gr
Agregado grueso:	7,268 gr
Agua:	1,062 gr
Caucho granular:	0,382gr

Nota: Dosificación para elaborar el hormigón considerando reemplazo del 5%

Fuente: Elaboración propia.

Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)



Figura 1: Agregado grueso

Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)



Figura 2: Cemento  
Elaborado por: Choez y Yáñez, (2023)



Figura 3: Agregado fino (arena)  
Elaborado por: Choez y Yáñez, (2023)



Figura 4: Caucho granulado (piedra)  
Elaborado por: Choez y Yáñez, (2023)

Resultados:

Tabla 4

*Resultados de prueba de compresión de hormigón con 5% de caucho granulado*

<b>Días</b>	<b>Carga máxima</b>	<b>Resistencia</b>
14 días	6000 kg	76,394 kg/cm <sup>2</sup>
21 días	9000 kg	114,592 kg/cm <sup>2</sup>
28 días	17200 kg	218,997 kg/cm <sup>2</sup>

Nota: Resumen de resultados de prueba de compresión de hormigón con reemplazo del 5%

Fuente: Elaboración propia.

Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)

Tabla 5

*Dosificación considerando el 10% de caucho granular como agregado*

<b>Dosificación</b>	<b>Gramos</b>
Cemento:	1,777 gr
Agregado fino:	2,889 gr
Agregado grueso:	6,885 gr
Agua:	1,062 gr
Caucho granular:	0,765 gr

Nota: Dosificación para elaborar el hormigón considerando reemplazo del 10%

Fuente: Elaboración propia.

Elaborado por: Yáñez & Choez (2023)





Figura 5: Agregado grueso  
Elaborado por: Choez y Yáñez, (2023)



Figura 6: Cemento  
Elaborado por: Choez y Yáñez, (2023)



Figura 7: Agregado fino  
Elaborado por: Choez y Yáñez, (2023)



Figura 8: Caucho granulado  
Elaborado por: Choez y Yáñez, (2023)

Resultados:

Tabla 6

*Resultados de prueba de compresión de hormigón con 10% de caucho granulado*

Días	Carga máxima	Resistencia
14 días	4980 kg	63.407 kg/cm <sup>2</sup>
21 días	8200 kg	104.406 kg/cm <sup>2</sup>
28 días	15000 kg	190,986 kg/cm <sup>2</sup>

Nota: resumen de resultados de prueba de compresión de hormigón con reemplazo del 10%

Fuente: Elaboración propia.

Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)

Tabla 7

*dosificación de prueba de compresión de hormigón con 15% de caucho granulado*

Dosificación	Gramos
Cemento:	1,777 gr
Agregado fino:	2,889 gr
Agregado grueso:	6,503 gr
Agua:	1,062 gr
Caucho granular:	1,148 gr

Nota: Dosificación para elaborar el hormigón considerando reemplazo del 15%

Fuente: Elaboración propia.

Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)



Figura 9: Agregado grueso

Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)



Figura 10: Cemento  
Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)



Figura 11: Agregado fino  
Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)



Figura 12: Caucho granulado  
Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)

Resultados:  
Tabla 8

*Resultados de prueba de compresión de hormigón con 15% de caucho granulado*

<b>Días</b>	<b>Carga máxima</b>	<b>Resistencia</b>
14 días	3980 kg	50,675 kg/cm <sup>2</sup>
21 días	7600 kg	96,766 kg/cm <sup>2</sup>
28 días	14500 kg	184,620 kg/cm <sup>2</sup>

Nota: Resumen de resultados de prueba de compresión de hormigón con reemplazo del 15%

Fuente: Elaboración propia.  
Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)

### 3.1 Preparación de la mezcla de hormigón adicionando caucho granular al 5,10,15%



Figura 13: Peso para la preparación de la mezcla  
Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)



Figura 14: Preparación de la mezcla  
Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)



Figura:15 preparación de la mezcla  
Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)

### 3.2 Preparación de cilindros para ensayo de compresión



Figura 16: Preparación de cilindros  
Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)



Figura 17: Preparación de cilindros con hormigón adicionando caucho granular  
Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)



Figura 18: Preparación de cilindros con hormigón modificado  
Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)





Figura 19: Hormigón modificado al 5%  
Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)



Figura 20: Hormigón modificado al 10%  
Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)



Figura 21: Hormigón modificado al 15%  
Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)



Figura 22: Cilindros de hormigón modificado al 5,10,15 %  
Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)

### 3.3 Ensayos de compresión

Los ensayos de compresión son pruebas que caracterizan el comportamiento de un producto ante determinada presión. Durante la prueba se ejerce presión en una probeta mediante los platos de compresión y con esta prueba se determina la carga máxima aplicada y propiedad del material.



Figura 23: Ensayos de compresión de cilindros de hormigón modificado al 5,10,15 %  
Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)



Figura 24: Ensayo de compresión  
Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)



Figura 25: Ensayo de compresión  
Elaborado por: Choez y Yáñez (2023)

#### **4. CONCLUSIONES**

- Se propone como alternativa de construcción sostenible e innovador la utilización de un material contaminante como lo es el caucho que está presente en los neumáticos y la utilización de manera satisfactoria en la elaboración de paneles de hormigón.
- Existen múltiples agregados que se pueden utilizar para la elaboración de materiales de construcción, sin embargo, no todos tienen las mismas características ni ofrecen la misma resistencia al producto final porque las muestras del experimento dieron esos resultados.
- La dosificación granular utilizada fue de 5%, 10% y 15% y se sometió a diversas pruebas para determinar las características de cada muestra y constatar cuál es la apropiada para la construcción de viviendas de un piso de acuerdo con la Norma NEC-15 y sin perder las características del bloque tradicional.
- Se analizaron los agregados en un panel de hormigón tradicional: cemento, arena, agregados, agua y sus proporciones, según un diseño de hormigón de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- Se determinó que un hormigón No tradicional con caucho granular se puede obtener con la dosificación al 5%, cuya resistencia esté dada por los 210 kg/cm<sup>2</sup> realizados en los ensayos de compresión.
- Al realizar las pruebas, se contrastaron las resistencias de los dos paneles: el tradicional con el modificado considerando al hormigón modificado como un mejor hormigón para el panel.

## **5. RECOMENDACIONES**

- El uso del caucho granulado al insertarse en los procesos de construcción será un gran apoyo para descontaminar el planeta.
- Se debe adicionar el 5% de caucho granulado a la mezcla de hormigón que se utiliza para la elaboración de paneles de hormigón No Tradicionales.
- Se sugiere que se realicen más propuestas que permitan mejorar la calidad de los materiales de construcción sin disminuir la capacidad técnica y cumplir con las normas NEC-15, además de que ofrezcan alternativa de utilización de materiales no contaminantes para el ambiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asamblea Nacional (2008). Constitución de la República del Ecuador. Recuperado de:

[https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf)

Barahona, S. J. (2019). *ESTUDIO COMPARATIVO DEL EFECTO DE ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUADO SIKA 3 Y ADITEC FA – 111 EN HORMIGONES ELABORADOS CON AGREGADOS DE LAS MINAS DE LA MITAD DEL MUNDO, AGREGADO GRUESO MINA “PÉREZ” Y AGREGADO FINO (POLVO AZUL) MINA “CARMEN GUALOTO”*. [Tesis de Grado. Universidad Pontificia Católica del Ecuador, PUCE].

Recuperado de:  
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/19647/Proyecto%20de%20investigaci%C3%B3n%20Jeniffer%20Barahona%20%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castro, G. (2008). *MATERIALES Y COMPUESTOS PARA LA INDUSTRIA DEL NEUMÁTICO*. Obtenido de [https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material\\_Complementario/Materiales\\_y\\_Compuestos\\_para\\_la\\_Industria\\_del\\_Neumatico.pdf](https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Materiales_y_Compuestos_para_la_Industria_del_Neumatico.pdf)

Castro, G. (2008). *REUTILIZACIÓN, RECICLADO Y DISPOSICIÓN FINAL DE NEUMÁTICOS*. Obtenido de Departamento de Ingeniería Mecánica FIUBA:

[https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material\\_Complementario/Reutilizacion\\_Reciclado\\_y\\_Disposicion\\_final\\_de\\_Neumatico.pdf](https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Reutilizacion_Reciclado_y_Disposicion_final_de_Neumatico.pdf)

Cuarto Suplemento del Registro Oficial (2021). *Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva*

<https://www.zonalegal.net/uploads/documento/LEY%20ORGNICA%20DE%20ECONOMA%20CIRCULAR%20INCLUSIVA.pdf>

ECURED. (s.f.). *Relación agua-cemento*. Obtenido de ECURED:  
[https://www.ecured.cu/Relaci%C3%B3n\\_agua-cemento](https://www.ecured.cu/Relaci%C3%B3n_agua-cemento).

Lara Guerrero, E., Guerrero Cuasapaz, B., & Altamirano León, I. (2020). *Influencia de las partículas de caucho en la resistencia a la compresión de bloques de*

*concreto*. Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia, vol. 43, núm. 3, pp. 134-141, 2020. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/6057/605766264004/html/#:~:text=La%20sustituci%C3%B3n%20del%20agregado%20fino,de%20sus%20componentes%20%5B17%5D>.

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. *Ley de Gestión Ambiental*. Recuperado en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>

Naciones Unidas. *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*. Recuperado en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

NTE INEN 3066, pág. 2. (2016). Obtenido de [https://181.112.149.204/buzon/normas/nte\\_inen\\_3066.pdf](https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_3066.pdf)

Registro Oficial Suplemento 983 (2017). *CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE*. [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO\\_ORGANICO\\_AMBIENTE.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf)

Rivera, G. A. (s.f). Obtenido de [https://www.academia.edu/7622232/Aditivos\\_para\\_morteros\\_o\\_concretos](https://www.academia.edu/7622232/Aditivos_para_morteros_o_concretos)

Silva, O. J. (s.f.). 360 *en Concreto*. Obtenido de <https://360enconcreto.com/blog/detalle/tipos-de-agregados-y-su-influencia-en-mezcla-de-concreto/>

Simbana Barahona, J. D. (2019). *ESTUDIO COMPARATIVO DEL EFECTO DE ADITIVOS*. Quito, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/19647/Proyecto%20de%20investigaci%C3%B3n%20Jeniffer%20Barahona%20%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



ANEXO

Anexo 1 Ensayo de Resistencia



Universidad de Guayaquil  
 Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
 Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. Arnaldo Ruffini"  
 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO



1er Ensayo Realizado a los 14 Días									
RUEBA:	Fecha	Dosisificación	EDAD DÍAS:	CARGA MÁXIMA:	Área del Cilindro			Resistencia en Kg/cm <sup>2</sup> (Cilindro)	
					Dímetro (cm)	Altura (cm)	Área de Superficie Superior Total (cm <sup>2</sup> ) = π r <sup>2</sup>		
1	Martes 27 - Diciembre - 2022	5%	14	6000	10	20	78.54	76.394 Kg/cm <sup>2</sup>	
1	Martes 27 - Diciembre - 2022	10%	14	4980	10	20	78.54	63.407 Kg/cm <sup>2</sup>	
1	Martes 27 - Diciembre - 2022	15%	14	3980	10	20	78.54	50.675 Kg/cm <sup>2</sup>	

2do Ensayo Realizado a los 21 Días									
RUEBA:	Fecha	Dosisificación	EDAD DÍAS:	CARGA MÁXIMA:	Área del Cilindro			Resistencia en Kg/cm <sup>2</sup> (Cilindro)	
					Dímetro (cm)	Altura (cm)	Área de Superficie Superior Total (cm <sup>2</sup> ) = π r <sup>2</sup>		
1	Martes 3 - Enero - 2023	5%	21	9000	10	20	78.54	114.592 Kg/cm <sup>2</sup>	
1	Martes 3 - Enero - 2023	10%	21	8200	10	20	78.54	104.406 Kg/cm <sup>2</sup>	
1	Martes 3 - Enero - 2023	15%	21	7600	10	20	78.54	96.766 Kg/cm <sup>2</sup>	

3er Ensayo Realizado a los 28 Días									
RUEBA:	Fecha	Dosisificación	EDAD DÍAS:	CARGA MÁXIMA:	Área del Cilindro			Resistencia en Kg/cm <sup>2</sup> (Cilindro)	
					Dímetro (cm)	Altura (cm)	Área de Superficie Superior Total (cm <sup>2</sup> ) = π r <sup>2</sup>		
1	Martes 10 - Enero - 2023	5%	28	17200	10	20	78.54	218.997 Kg/cm <sup>2</sup>	
1	Martes 10 - Enero - 2023	10%	28	15000	10	20	78.54	190.986 Kg/cm <sup>2</sup>	
1	Martes 10 - Enero - 2023	15%	28	14500	10	20	78.54	184.620 Kg/cm <sup>2</sup>	

*[Handwritten Signature]*  
 CALCULADO POR

CALCULADO POR

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
 Carlos Catipo  
 TECNICO LABORATORIO G1