



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**  
**INGENIERO CIVIL**

**TEMA**

**COMPORTAMIENTO A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN**  
**CON RIPIO**

**TUTOR**

**MSc. Ing. JULY ROXANA HERRERA VALENCIA**

**AUTOR**

**LUIS GONZALO JHAYYA PERLAZA**

**GUAYAQUIL-ECUADOR**

**2022**

<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>		
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>		
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b> Comportamiento a compresión de hormigón con ripio.		
<b>AUTOR/ES:</b> Luis Gonzalo Jhayya Perlaza	<b>REVISORES O TUTORES:</b> Msc. Ing. July Roxana Herrera Valencia	
<b>INSTITUCIÓN:</b> Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	<b>Grado obtenido:</b> Tercer nivel de grado	
<b>FACULTAD:</b> Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción	<b>CARRERA:</b> Carrera de Ingeniería Civil	
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b> 2022	<b>N. DE PAGS:</b> 66	
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Arquitectura y Construcción		
<b>PALABRAS CLAVE:</b> Comportamiento, resistencia, compresión, hormigón, ripio		
<b>RESUMEN:</b> La presente investigación se realizó con el objetivo de analizar el comportamiento a compresión del hormigón con ripio para mejorar su aplicabilidad en los elementos estructurales y reducir los costos de construcción. La metodología fue descriptiva, experimental, observándose entre los parámetros técnicos para dosificar el hormigón con ripio, diferencias con el hormigón normal, porque cuando aumentó el ripio al 50% de composición de mezcla, la resistencia a compresión del hormigón se incrementó en cantidad de Kg/cm <sup>2</sup> mayor que cuando la mezcla solo tenía hormigón convencional, identificándose que varió entre 65,81 Kg/cm <sup>2</sup> sin ripio a 68,24 Kg/cm <sup>2</sup> solo con ripio, en 7 días; 80,53 Kg/cm <sup>2</sup> sin ripio a 81,74 Kg/cm <sup>2</sup> con ripio, en 14 días; 97,66 Kg/cm <sup>2</sup> sin ripio a 101,91 Kg/cm <sup>2</sup> con ripio, en 28 días. En conclusión, la mayor resistencia a la compresión, se observó en el ensayo que aplicó 100% de ripio, sin hormigón convencional, a 28 días		
<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>	<b>SI</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b> Luis Gonzalo Jhayya Perlaza	<b>Teléfono:</b> 0968529284	<b>E-mail:</b> ljhayyap@ulvr.edu.ec  gonzalojhaper@gmail.com
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	Andrade Laborde Milton (Decano) <b>Teléfono:</b> (04) 2596500 Ext. 241 <b>E-mail:</b> mandradel@ulvr.edu.ec Valle Benítez Alex (Director de Carrera) <b>Teléfono:</b> (04) 2596500 Ext. 242 <b>E-mail:</b> avalleb@ulvr.edu.ec	

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

10/02/22, 21:15

Turnitin

Visualizador de documentos

## Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 09-abr-2022 18:05 -05  
 Identificador: 1006266527  
 Número de palabras: 12412  
 Entregado: 1

**COMPORTAMIENTO A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN CON ....**  
 Por Luis Gonzalo Jhayya Perlaza

<b>Índice de similitud</b>  <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">5%</span>	<b>Similitud según fuente</b> Internet Sources: 4% Publicaciones: 1% Trabajos del estudiante: 1%
--	---

[ver informe en vista quickview \(vista clásica\)](#) | [ver informe en vista clásica](#) | [ver las consideraciones generales](#) modo: [imprimir](#) [actualizar](#) [desagrupar](#)

1% match () <a href="#">Igor Romero, Jesús Laguna Mercedal, María Pilar. "Caracterización de los materiales de construcción del Mudejar aragonés: Diseño de nuevos morteros para su aplicación en restauración." "Universidad de Zaragoza", 2014</a>	<input type="checkbox"/>
<1% match (trabajos de los estudiantes desde 18-nov.-2020) <a href="#">Submitted to Universidad Nacional de Colombia on 2020-11-18</a>	<input type="checkbox"/>
<1% match (trabajos de los estudiantes desde 08-mar.-2019) <a href="#">Submitted to Universidad Nacional de Colombia on 2019-03-08</a>	<input type="checkbox"/>
<1% match (trabajos de los estudiantes desde 18-ene.-2018) <a href="#">Submitted to Universidad Nacional de Colombia on 2018-01-18</a>	<input type="checkbox"/>
<1% match (trabajos de los estudiantes desde 12-nov.-2021) <a href="#">Submitted to Universidad Nacional de Colombia on 2021-11-12</a>	<input type="checkbox"/>
<1% match () <a href="#">Buj Fandos, Oscar, Gilbert Aguilar, Josep. "Caracterización tecnológica de las rocas aragonesas de usos constructivos: Propiedades hídras y durabilidad de las rocas con uso ornamental." "Universidad de Zaragoza", 2014</a>	<input type="checkbox"/>
<1% match () <a href="#">IGLESIAS VALDIVIA, FRANCO ALFREDO, YIPANQUI CUENTA, RONALD EDWIN. "UTILIZACIÓN DE LA CENIZA DE CÁSCABA DE ARROZ DEL VALLE DE MAJES COMO ADICIÓN AL CEMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIAS 140 KG/CM2, 175 KG/CM2, 210 KG/CM2, 280 KG/CM2 Y 350 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA". UCSM, 2016</a>	<input type="checkbox"/>
<1% match () <a href="#">Gonzales Delgado, Paula Yenny, Mendoza Rodríguez, Isaac. "Evaluación de las propiedades del Concreto Fresco y endurecido con el uso de las cenizas volantes como sustitución parcial del cemento en la ciudad de Arequipa". UCSM, 2016</a>	<input type="checkbox"/>
<1% match (Internet desde 21-mar.-2022) <a href="https://catalogo.usdb.uminho.pt/cgi-bin/loha/oaac-detail.e?biblioumber=257509">https://catalogo.usdb.uminho.pt/cgi-bin/loha/oaac-detail.e?biblioumber=257509</a>	<input type="checkbox"/>
<1% match (Internet desde 21-ene.-2022) <a href="http://educunob.uh.edu.cu">http://educunob.uh.edu.cu</a>	<input type="checkbox"/>
<1% match (Internet desde 01-jun.-2020) <a href="https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0308518X17718548">https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0308518X17718548</a>	<input type="checkbox"/>

<a href="http://www.camaracuba.cubaweb.cu">http://www.camaracuba.cubaweb.cu</a>	❑
<1% match (Internet desde 04-mar.-2003) <a href="http://www.incae.ac.cr">http://www.incae.ac.cr</a>	❑
<1% match () <a href="http://www.mercosur.org.uy">http://www.mercosur.org.uy</a>	❑
<1% match (publicaciones) <a href="#">Mónica Martínez Martínez, Gonzalo García-Bosales González-Fierro, Enrique Castaño Perea, Alberto Lastra Sedano, "Influence of G. Kazinczy in the Structural Analysis of Long Cylindrical Roof Shells", Practice Periodical on Structural Design and Construction, 2022</a>	❑
<1% match (Internet desde 16-jun.-2006) <a href="http://csb.gov.vg">http://csb.gov.vg</a>	❑
<1% match (Internet desde 15-sept.-2021) <a href="https://investmentpolicy.unctad.org/investment-laws/laws/66/el-salvador-investment-law">https://investmentpolicy.unctad.org/investment-laws/laws/66/el-salvador-investment-law</a>	❑
<1% match (Internet desde 13-feb.-2011) <a href="http://it.immergas.com">http://it.immergas.com</a>	❑
<1% match (Internet desde 19-ene.-2022) <a href="http://repositorio.usam.ac.cr">http://repositorio.usam.ac.cr</a>	❑
<1% match (Internet desde 19-oct.-2020) <a href="https://repositorio.tec.ac.cr/handle/2238/4600/statistics">https://repositorio.tec.ac.cr/handle/2238/4600/statistics</a>	❑
<1% match (Internet desde 20-may.-2021) <a href="http://revistas.unqo.edu.pe">http://revistas.unqo.edu.pe</a>	❑
<1% match (Internet desde 19-feb.-2022) <a href="https://smithzamora.com/wp-content/uploads/2022/01/METODOLOGIA-DE-LA-INVESTIGACION-YO-TESTISTA-SMITH-ZAMORA-ET-AL">https://smithzamora.com/wp-content/uploads/2022/01/METODOLOGIA-DE-LA-INVESTIGACION-YO-TESTISTA-SMITH-ZAMORA-ET-AL</a>	❑
<1% match (Internet desde 09-sept.-2015) <a href="http://www.academia.edu">http://www.academia.edu</a>	❑
<1% match (Internet desde 18-dic.-2021) <a href="http://www.arh.bg.ac.rs">http://www.arh.bg.ac.rs</a>	❑
<1% match () <a href="http://www.mideplan.ci">http://www.mideplan.ci</a>	❑
<1% match (publicaciones) <a href="#">(Carolina Leite and Miguel Zabalza), "Ensino superior: inovação e qualidade na docência", Repositório Aberto da Universidade do Porto, 2012</a>	❑
<1% match (publicaciones) <a href="#">David A. Rodríguez Lacayo, Juan Carlos Reyes, Karla Urces, "Predicción de la resistencia a compresión del concreto 1:2:3 a partir del tiempo de inicio fraguado", Innovare: Revista de ciencia y tecnología, 2020</a>	❑
<1% match (publicaciones) <a href="#">Herminda Guerrero-Guerrero, Greivy Ruth García-Saavedra, Yenicks Greivy García-Saavedra, Esterilia Guerrero-Guerrero et al., "PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS: UNA ESTRATEGIA PARA DESARROLLAR LA CONCIENCIA AMBIENTAL EN ESTUDIANTES DEL NIVEL PRIMARIA", Prohemium, 2021</a>	❑
<1% match (publicaciones) <a href="#">J. M. Mejía, B. Mejía de Gutiérrez, F. Puertas, "Ceniza de cascavilla de arroz como fuente de sílice en sistemas cementicios de ceniza volante y escoria activados alcalinamente", Materiales de Construcción, 2013</a>	❑
<1% match (publicaciones) <a href="#">Ramalah Prakash, Rajanopal Thenmozhi, Sudharshan N. Ramao, Chidambaram Subramanian, "Fibre reinforced concrete containing waste coconut shell aggregate, fly ash and carbonized rice fibre", Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, 2019</a>	❑

<a href="https://www.toquuniversities.com/universities/universidad-catolica-de-cuenca/wondergrad">https://www.toquuniversities.com/universities/universidad-catolica-de-cuenca/wondergrad</a>	■
<1% match (Internet desde 16-sept.-2020) <a href="http://ahuananplovil.blogspot.com">http://ahuananplovil.blogspot.com</a>	■
<1% match (Internet desde 13-dic.-2020) <a href="https://es.wikihow.com/crear-un-patio">https://es.wikihow.com/crear-un-patio</a>	■
<1% match (Internet desde 16-oct.-2020) <a href="https://inoposvest.com/2018/06/21/la-gran-muralla-china/?v=7516fd43adaa">https://inoposvest.com/2018/06/21/la-gran-muralla-china/?v=7516fd43adaa</a>	■
<1% match (Internet desde 19-dic.-2021) <a href="https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/PA00YB3N.pdf">https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/PA00YB3N.pdf</a>	■
<1% match (Internet desde 15-feb.-2022) <a href="http://renatipa.sunedu.gob.ec">http://renatipa.sunedu.gob.ec</a>	■
<1% match (Internet desde 08-feb.-2022) <a href="http://repositorio.udec.cl">http://repositorio.udec.cl</a>	■
<1% match (Internet desde 07-ene.-2022) <a href="http://repositorio.unasam.edu.pe">http://repositorio.unasam.edu.pe</a>	■
<1% match (Internet desde 27-ago.-2021) <a href="https://revistas.ilm.edu.co/index.php/revista-cca/article/download/1677/1987">https://revistas.ilm.edu.co/index.php/revista-cca/article/download/1677/1987</a>	■
<1% match () <a href="#">De Giusti, Armando Eduardo, Pesado, Patricia Mabel. "XXIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación - CACIC 2017 : Libro de actas". Facultad de Informática (UNLP), 2017</a>	■
<1% match (Internet desde 17-dic.-2006) <a href="http://servidor-posu.tach.ula.ve">http://servidor-posu.tach.ula.ve</a>	■
<1% match (Internet desde 21-jun.-2013) <a href="http://www.inen.gob.ec">http://www.inen.gob.ec</a>	■
<1% match (Internet desde 17-sept.-2020) <a href="https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2020/05/destilacion-definicion.html">https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2020/05/destilacion-definicion.html</a>	■
<1% match (Internet desde 22-sept.-2005) <a href="http://www.monografias.com">http://www.monografias.com</a>	■
<1% match (Internet desde 12-dic.-2020) <a href="https://www.notiempresariales.ec/compa-de-responsabilidad-social">https://www.notiempresariales.ec/compa-de-responsabilidad-social</a>	■
<1% match (Internet desde 02-oct.-2006) <a href="http://www.schillio.com.ar">http://www.schillio.com.ar</a>	■
<1% match (Internet desde 16-dic.-2015) <a href="http://www.worldcat.org">http://www.worldcat.org</a>	■
<1% match (Internet desde 02-may.-2003) <a href="http://www1.ecua.net.ec">http://www1.ecua.net.ec</a>	■
<1% match (Internet desde 30-sept.-2003) <a href="http://www2.ladb.org">http://www2.ladb.org</a>	■

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍA,  
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PLAN DE TRABAJO DE  
TITULACIÓN TEMA COMPORTAMIENTO A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN CON RIPIO TUTOR  
MSc. Ing. JULY ROXANA HERRERA VALENCIA AUTOR LUIS GONZALO JHAYYA PERLAZA  
GUAYAQUIL-ECUADOR 2020-2021 Índice general CAPÍTULO I

7 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

7 1.1

*July Herrera Valencia*

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El(Los) estudiante(s) egresado(s) **Luis Gonzalo Jhayya Perlaza**, declara (mos) bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, **Comportamiento a compresión de hormigón con ripio**, corresponde totalmente a el(los) suscrito(s) y me (nos) responsabilizo (amos) con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Autor(es)



Firma:

**Luis Gonzalo Jhayya Perlaza**

C.I. 1003077466

## CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación **Msc. Ing. July Roxana Herrera Valencia**, designado(a) 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: **Comportamiento a compresión de hormigón con ripio**, presentado por los estudiantes **Luis Gonzalo Jhayya Perlaza** como requisito previo, para optar al Título de **Ingeniero Civil**, encontrándose apto para su sustentación.



Firma:

**Msc. Ing. July Roxana Herrera Valencia**

C.C. 0916201569

## AGRADECIMIENTO

*Agradecer a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.*

*A mis padres, José Gonzalo Jhayya Caicedo y Anita María Perlaza Angulo, ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro amados padres, como una meta más conquistada. Orgullosa de haberlos elegido como mis padres y que estén a mi lado en este momento tan importante.  
Gracias por ser quienes son y por creer en mí”*

## DEDICATORIA

*A mis hermanos por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.*

## ÍNDICE GENERAL

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA .....	ii
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO .....	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.....	vi
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA .....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	3
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 Tema.....	3
1.2 Planteamiento del Problema .....	3
1.3 Formulación del Problema .....	5
1.4 Sistematización del Problema.....	5
1.5 Objetivo general.....	6
1.6 Objetivos Específicos.....	6
1.7 Justificación.....	6
1.8 Delimitación del Problema .....	7
1.9 Hipótesis o Idea a Defender .....	7
1.9.1 Variable Independiente .....	7
1.9.2 Variable Dependiente .....	7
1.10 Línea de investigación Institución/Facultad.....	8

CAPÍTULO II.....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Marco teórico referencial.....	9
2.2 Marco conceptual.....	11
2.2.1 Ripio.....	11
2.2.2 Composición.....	12
2.2.3 Hormigón.....	13
2.2.4 Componentes del hormigón.....	14
2.2.5 Tipos de Hormigón.....	20
2.2.6 Propiedades del hormigón.....	22
2.2.7 Hormigón con ripio.....	22
2.2.8 Parámetros técnicos de dosificación del hormigón con ripio.....	24
2.2.9 Diferencia entre hormigón tradicional y hormigón con ripio.....	27
2.3 Marco Legal.....	28
2.3.1 Norma ecuatoriana de la construcción.....	28
CAPÍTULO III.....	30
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
3.1 Metodología.....	30
3.2 Tipo de investigación.....	30
3.3 Enfoque.....	31
3.4 Técnica e instrumento.....	32
3.5 Población y Muestra.....	32
3.6 Muestra.....	32
3.7 Análisis de resultados.....	33

CAPÍTULO IV .....	34
Propuesta (informe final).....	34
4.1 Tema .....	34
4.2 Propuesta.....	34
4.3 Ejecución de la propuesta .....	34
4.4 Ensayos del agregado grueso con ripio.....	35
4.5 Dosificación de los materiales.....	36
4.6 Fabricación de las probetas en cilindros de hormigón.....	37
4.7 Proceso para elaborar la mezcla .....	38
4.8 Resultados en rotura de cilindros .....	39
4.9 Parámetros utilizados en el proceso de los ensayos .....	40
4.10 Resultado de ensayos resistencia a la compresión de los cilindros realizadas con las mezclas de prueba a los 7, 14, y 28 días .....	44
4.10.1 Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días .....	44
4.10.2 Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días .....	45
4.10.3 Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días .....	45
4.11 Análisis de los resultados.....	46
CONCLUSIONES .....	48
RECOMENDACIONES .....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 CLASIFICACIÓN DEL CEMENTO.....	15
TABLA 2 CONCENTRACIONES EN AGUA DE MEZCLA .....	17
TABLA 3 TIPO DE IMPUREZA Y VALOR MÁXIMO RECOMENDADO .....	18
TABLA 4 PRINCIPALES ADITIVOS USADOS EN LA MEZCLA .....	19
TABLA 5 DOSIFICACIÓN TÉCNICA DE COMPONENTES DEL HORMIGÓN.....	24
TABLA 6 CATEGORÍAS Y CLASES DE EXPOSICIÓN.....	25
TABLA 7 REQUISITOS PARA EL HORMIGÓN SEGÚN LA CLASE DE EXPOSICIÓN	26
TABLA 8 CONTENIDO TOTAL DE AIRE PARA HORMIGÓN EXPUESTO A CICLOS DE CONGELACIÓN Y DESHIELO .....	27
TABLA 9 ENSAYO GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO (RIPIO) .....	35
TABLA 10 ENSAYO DEL AGREGADO FINO (RIPIO).....	36
TABLA 11 DATOS TÉCNICOS DE LOS ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS FINO Y GRUESO.....	40
TABLA 12 DATOS TÉCNICOS REQUERIDOS PARA LA DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN TRADICIONAL .....	41
TABLA 13 DISEÑO DE HORMIGÓN TRADICIONAL 210 KG/CM <sup>2</sup> .....	41
TABLA 14 DATOS TÉCNICOS REQUERIDOS PARA LA DOSIFICACIÓN: HORMIGÓN TRADICIONAL MÁS RIPIO.....	42
TABLA 15 DISEÑO DE HORMIGÓN TRADICIONAL 210 KG/CM <sup>2</sup> MÁS RIPIO.....	42
TABLA 16 DATOS TÉCNICOS REQUERIDOS PARA LA DOSIFICACIÓN DEL RIPIO .....	43
TABLA 17 DISEÑO DE HORMIGÓN TRADICIONAL 210 KG/CM <sup>2</sup> MÁS RIPIO.....	43
TABLA 18 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS A LOS 7 DÍAS .....	44
TABLA 19 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS A	

LOS 14 DÍAS .....	45
TABLA 20 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS A LOS 28 DÍAS .....	46

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA 1 HORMIGÓN .....	13
FIGURA 2 VOLUMEN DEL CONCRETO.....	14
FIGURA 3 COMPONENTES DEL CEMENTO .....	15
FIGURA 4 PAVIMENTO PERMEABLE. SISTEMA CONSTRUCTIVO BÁSICO.....	23
FIGURA 5 DOSIFICACIÓN DE ARENA, CEMENTO Y RIPIO.....	37
FIGURA 6 MUESTRAS .....	37
FIGURA 7 PROCESOS Y CURADO DE CILINDRO DE HORMIGÓN .....	39
FIGURA 8 CUADRO DE RESISTENCIA .....	47

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación realiza el tratamiento de la problemática del diseño de hormigón con ripio, sin ningún tipo de normas, cuya causa más relevante radica en el desconocimiento que tienen los maestros constructores para aprovechar las bondades que ofrece este tipo de materia prima en la calidad de las edificaciones, lo que a su vez es causado por la falta de capacitación de maestros y albañiles, en lo concerniente a la dosificación del ripio para obtener altos estándares de compresión.

En el cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas, se desaprovecha la oportunidad de utilizar el hormigón con ripio, el cual es más económico si se utiliza de manera correcta y puede constituir un beneficio en el trabajo diario de los maestros constructores, por el gran aporte que puede dar el ripio al hormigón en cuanto a la resistencia de la compresión, por ello, con este estudio se espera aportar de una manera clara y efectiva, al sector de la construcción, estableciendo el aporte que puede dar el hormigón al ripio, para que pueda elaborarse hormigón con ripio para viviendas de interés social, con identificación eficaz de las propiedades físicas, químicas, mecánicas y mineralógicas de este material, cuya función principal es la de soportar cargas en diferentes obras civiles.

Para el efecto, se planteó el objetivo de analizar el comportamiento a compresión del hormigón con ripio para mejorar su aplicabilidad en los elementos estructurales y reducir los costos de construcción. En el cumplimiento de este propósito, se plasmaron los siguientes objetivos específicos: definir las características y parámetros técnicos para dosificar el hormigón con ripio, estableciendo su diferencia con el hormigón normal, identificar la resistencia a la compresión del ripio mediante un ensayo de laboratorio y presentar un nuevo modelo de hormigón con el agregado ripio, siendo este diseñado bajo las estrictas normas vigentes, precisando su utilidad en la aplicación de diversos fines constructivos.

De esta manera, el contenido de la presente investigación establece en el capítulo I, el diseño de la investigación, en donde se encuentran el tema, el planteamiento del problema, su formulación, los objetivos general y específico, la justificación de la problemática, la hipótesis, las variables y la línea de investigación.

En el segundo capítulo se describe el marco teórico, clasificado en algunos apartados, como es el caso del marco teórico referencial, conceptual y legal, para luego proseguir en el capítulo III con los aspectos relacionados a la metodología, que incluyó a su vez, los tipos de métodos, técnicas e instrumentos utilizados en el estudio, así como la población y muestra del mismo e indicar su procedimiento.

En el capítulo final, se presenta el experimento realizado para demostrar los niveles de resistencia a la compresión del hormigón con ripio, para luego, proseguir con las conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO I

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 Tema

Comportamiento a compresión de hormigón con ripio.

### 1.2 Planteamiento del Problema

La Ingeniería Civil ha evolucionado gracias a las investigaciones experimentales que han pretendido mejorar la calidad del hormigón utilizado en las edificaciones, los cuales deben ser resistentes a la actividad sísmica, al paso del tiempo, a la manipulación y readecuación, en el caso de viviendas, al paso de automotores, en caso de carreteras o puentes, entre otros aspectos, siendo el ripio una de las alternativas menos costosas para el diseño de hormigón, pero al que debe aplicársele la mezcla precisa para mantener un buen comportamiento a la compresión.

De acuerdo con Martínez (2017), “el ripio es un elemento que fue utilizado en las construcciones civiles de España, durante la última fase de la época medieval”. Una definición del ripio la aporta Daza (2016), para quien este material de construcción constituye una mezcla de otros materiales que fueron utilizados en edificaciones, pero que pueden haberse desechado por diversas razones, entre los que pueden encontrarse las piedras, ladrillos y otros. Mientras tanto, el hormigón es un material que se deriva de la mezcla del material aglutinante, que bien puede ser cemento, ripio y otros materiales, con agua, cuyo uso principal es servir de base principal para las edificaciones.

A pesar que el hormigón derivado del cemento mezclado con arena y otros materiales, más agua, es de mejor calidad, aunque más costoso también, sin embargo, el uso del ripio puede resultar adecuado, dependiendo si la dosificación correcta, por ello, su uso se ha extendido a diferentes confines, inclusive en Latinoamérica, donde para efectos de minimización de costos, se está seleccionado al ripio para el diseño de hormigón en construcciones más

económicas que favorezca el acceso de sectores de escasos recursos económicos, a las mismas (Guevara, Hidalgo, Pizarra, & Rodríguez, 2017).

De acuerdo a Romo (2018), quien publicó una obra denominada “Temas de hormigón armado” en la Escuela Superior Politécnica del Ejército (ESPE) del Ecuador, la base para un buen comportamiento a compresión del hormigón, radica principalmente en su dosificación, y, no precisamente en utilizar un material más costosa, que claro está, podría generar obras de mayor resistencia y durabilidad, pero con altos costos y bajo nivel de acceso de la población de escasos recursos. Por ello, es necesario conocer las dosificaciones correctas del hormigón con ripio, lo que se puede identificar en los laboratorios especializados en esta materia, donde intervendrán como factores principales, el tipo de material, la granulometría, la resistencia en Kg/cm<sup>2</sup>, entre otros parámetros técnicos.

En el cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas, es muy común diseñar hormigón sin ningún tipo de normas, tomando la decisión de utilizar el ripio como material para las edificaciones, debido a que este material es menos costoso que otros que tienen la misma utilidad, surgiendo con ello el problema de la investigación, que se refiere al desconocimiento del comportamiento a compresión del hormigón con ripio, por parte de los maestros constructores y albañiles.

De acuerdo a lo mencionado en el párrafo anterior, el problema redunda específicamente en el diseño de hormigón con ripio, sin ningún tipo de normas, cuya causa más relevante radica en el desconocimiento que tienen los maestros constructores para aprovechar las bondades que ofrece este tipo de materia prima en la calidad de las edificaciones, lo que a su vez es causado por la falta de capacitación de maestros y albañiles, en lo concerniente a la dosificación del ripio para obtener altos estándares de compresión.

Obviamente, que si se desconoce cómo se comporta a compresión el hormigón con ripio, entonces, los maestros constructores y albañiles no podrán aprovechar de manera óptima sus

propiedades, lo que generaría el incremento de costos en esta mezcla, generando que estos artesanos piensen que esta materia prima no es adecuada para las edificaciones, cuando no la pueden aprovechar eficientemente, debido a sus limitaciones de conocimiento, antes que por las propiedades del material.

Por esta razón, es necesario que los maestros constructores y albañiles sean considerados como parte importante del eslabón que existe entre la industria de la construcción y el bienestar de los usuarios de edificaciones y demás obras civiles, para que puedan aprovechar las propiedades del ripio, cuyo comportamiento a compresión de este tipo de hormigón, puede ser altamente beneficioso, en calidad y costos, para mejorar la oferta y la demanda de edificaciones en el país.

Esto significa que, la propuesta de capacitación a los maestros constructores y albañiles, sobre el comportamiento a compresión del hormigón con ripio, puede tener una repercusión positiva en la disminución de costos, al aprovechar adecuadamente este material para las edificaciones y mejorar la satisfacción de los usuarios que demandan viviendas u obras con material de calidad y a bajo costo.

### **1.3 Formulación del Problema**

¿De qué manera se puede mejorar el comportamiento a compresión del hormigón con ripio?

### **1.4 Sistematización del Problema**

- ¿Cuáles son las características y parámetros técnicos para dosificar el hormigón con ripio, estableciendo su diferencia con el hormigón normal?
- ¿Cuál es la resistencia a la compresión del ripio?
- ¿Cómo se puede indicar a los maestros constructores las propiedades generales del hormigón con ripio, de acuerdo a las normativas establecidas para la compresión de manera sustentable para el beneficio de los maestrosconstructores?

## **1.5 Objetivo general**

Analizar el comportamiento a compresión del hormigón con ripio para mejorar su aplicabilidad en los elementos estructurales y reducir los costos de construcción.

## **1.6 Objetivos Específicos**

1. Definir las características y parámetros técnicos para dosificar el hormigón con ripio, estableciendo su diferencia con el hormigón normal.
2. Identificar la resistencia a la compresión del ripio mediante un ensayo de laboratorio.
3. Presentar un nuevo modelo de hormigón con el agregado ripio, siendo este diseñado bajo las estrictas normas vigentes, precisando su utilidad en la aplicación de diversos fines constructivos.

## **1.7 Justificación**

En el cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas, se desaprovecha la oportunidad de utilizar el hormigón con ripio, el cual es más económico si se utiliza de manera correcta y puede constituir un beneficio en el trabajo diario de los maestros constructores, por el gran aporte que puede dar el ripio al hormigón en cuanto a la resistencia de la compresión.

Con este estudio se espera aportar de una manera clara y efectiva, al sector de la construcción, estableciendo el aporte que puede dar el hormigón al ripio, para que pueda elaborarse hormigón con ripio para viviendas de interés social, con identificación eficaz de las propiedades físicas, químicas, mecánicas y mineralógicas de este material, cuya función principal es la de soportar cargas en diferentes obras civiles.

Esta investigación se la realiza tomando la muestra de uno de los ríos más explotado como es el Tulubí, ubicadas cerca al cantón San Lorenzo provincia de Esmeraldas, beneficiando a todos los moradores del cantón, parroquia y pueblos cercanos. Esta investigación sirve para conocer si el material grava y arena son de buena calidad y si la mezcla es la adecuada para la fabricación de hormigones que alcancen la resistencia deseada.

Por esta razón, la presente investigación tiene como beneficiarios principales a los moradores del cantón San Lorenzo provincia de Esmeraldas y a los maestros constructores y albañiles. Los primeros en mención se beneficiarán de viviendas y edificaciones de calidad a bajo costo, mientras que los segundos podrán tener mayor trabajo al conocer la técnica adecuada para el diseño de hormigón con ripio, bajo las normativas establecidas para la compresión de manera sustentable.

## **1.8 Delimitación del Problema**

<b>Campo:</b>	Educación Superior. Tercer nivel de grado.
<b>Área:</b>	Ingeniería civil.
<b>Aspecto:</b>	Investigación experimental.
<b>Tema:</b>	Comportamiento a compresión de hormigón con ripio.
<b>Delimitación espacial:</b>	Esmeraldas – San Lorenzo – Carondelet.
<b>Delimitación temporal:</b>	6 meses.

## **1.9 Hipótesis o Idea a Defender**

El ripio puede aportar al diseño de un hormigón aceptable y económico en cuanto a la resistencia de la compresión.

### **1.9.1 Variable Independiente**

Resistencia a la compresión.

### **1.9.2 Variable Dependiente**

Hormigón con ripio.

## 1.10 Línea de investigación Institución/Facultad

**Tabla 1** *Línea de investigación*

<b>Línea de Investigación</b>		
<b>ULVR</b>	<b>FIIC</b>	<b>Sublínea</b>
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	Materiales de Construcción	Materiales innovadores en la construcción

*Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (2020)*

*Elaborado por: Jhayya (2022).*

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Marco teórico referencial

Es relevante que dentro de este apartado se expongan los estudios relacionados al tema de investigación, con el fin de comparar los resultados obtenidos de otros autores con los hallazgos del investigador, por ello, se procede a recopilar información en fuentes secundaria tales como libros, artículos científicos y tesis.

El estudio de Angamarca y Cáceres (2017), con el fin de establecer un análisis comparativo entre hormigón convencional y hormigón con ripio para emplearlo en estructuras, se aplicó la metodología descriptiva, bibliográfica, experimental, cuyos resultados de los análisis de laboratorio para la abrasión se realizó con la prueba A (hormigón convencional) y B (hormigón con ripio), donde el primero obtuvo 0,17% de abrasión y el segundo corresponde a 0,26% de abrasión, en el factor de la colorimetría se obtuvo propiedades como arena de buena calidad, claro a transparente, mientras que para el hormigón con ripio se evidenció materia orgánica, limos y arcillas, con relación a la densidad real para el hormigón convencional tuvo un peso específico de 2,41 g/cm<sup>3</sup>, para la muestra B, se mostró el peso de 2,52 g/cm<sup>3</sup>, para determinar la capacidad de absorción se obtuvo para la prueba A (2,52%) y B (2,46%), para comprobar la humedad, los hallazgos mostraron que el hormigón convencional su contenido de humedad es del 11,38% para la prueba B 5,02%, por último la densidad para A fue de 1,35 g/cm<sup>3</sup> y para B de 1,81 g/cm<sup>3</sup>. Los resultados de la compresión entre ambos elementos se obtuvieron que para el hormigón convencional fue de 10,42 MPa en un 49,63%, mientras que, para la muestra B se obtuvo 8,66 MPa y 41,24%, la resistencia para el primero de 180 kg/cm<sup>2</sup>, asentamiento de 4 cm y para el segundo de 180 kg/cm<sup>2</sup> y 7 cm de asentamiento.

La tesis de Peña (2016), presentó el tema de “Estudio comparativo entre hormigones”,

cuyo objetivo fue de comparar la resistencia de los hormigones con una misma dosis, se empleó el método cuantitativo, experimental, bibliográfico y descriptivo. Los resultados entre el hormigón de agregado grueso (con ripio) y el agregado fino (con arena, puzolana y granzón), el análisis granulométrico para el agregado grueso fue de 1, mientras que, para el fino fue de 2,6; con relación a la capacidad de absorción la muestra A (con ripio) obtuvo el 2,3%, con la muestra B (arena) fue de 1,9%. La masa unitaria compacta con arena fue 1,821 kg/dm<sup>3</sup>; con ripio se obtuvo 1,605 kg/dm<sup>3</sup>. Se concluye que la mejor mezcla lo obtuvo el agregado grueso debido a que las propiedades mecánicas cumplen con los parámetros de gradación y módulo de finura los cuales se sujeta a la norma NTE INEN 872:2011, además de analizar las propiedades se debe garantizar la efectividad por lo que debe ser libre de impurezas.

La investigación de Amay (2018) fue titulada como “Estudio de los materiales ripio y arena utilizados para la elaboración de Hormigón en el Cantón La Troncal”, con el fin de conocer la resistencia física, mecánica y mineralógica del hormigón elaborado de ripio y arena, se aplicó la metodología descriptiva, exploratoria, bibliográfica y cuantitativa. Los resultados obtenidos evidencia que el peso volumétrico varillado con el ripio fue de 1,996 g/cm<sup>3</sup> mientras que con arena obtuvo 1,945 g/cm<sup>3</sup>, con relación al peso volumétrico sin varillar fue de 1,77 g/cm<sup>3</sup> para el ripio y con arena mostró 1,69 g/cm<sup>3</sup>, el parámetro de absorción para ambos fue el 22%, la humedad natural dio 0,0272 para las dos pruebas, y la abrasión, la muestra A (con ripio) fue de 10,84 y la muestra B (arena) de 10,96. Se concluye que ambas muestras poseen resultados similares, pero la elaboración con material de ripio logra la resistencia del 100%.

En resumen, los estudios que fueron expuestos en los párrafos anteriores evidencian que, los parámetros deben sujetarse a las normativas legales para la construcción de cualquier edificación, por ello, ante la aplicación de los materiales se debe realizar los análisis de

laboratorio para constatar que la estructura tendrá la resistencia ante los eventos ocasionados por la naturaleza. Así como también es conveniente que la dosificación sea precisa para la fabricación del hormigón y asegurar la construcción de la obra civil.

## **2.2 Marco conceptual**

### ***2.2.1 Ripio***

Con el fin de inducir en el comportamiento del hormigón con ripio, es necesaria la conceptualización de esta terminología para conocer más sobre su proveniencia y de qué modo es aplicado en las construcciones civiles. Además de exponer los criterios de otros autores que asocian a este término en los materiales de la construcción, por lo que, a continuación se destaca el concepto de Hurtado manifiesta que la palabra ripio proviene del latín *replere*, lo cual significa rellenar, se alude que esta terminología es aplicado para la acción de rellenar, donde se ve involucrado trozos de piedra, grava, ladrillo y otros elementos que son utilizados para la pavimentación de un camino (Hurtado, 2017). Ante la exposición del criterio se estima que la palabra ripio son fragmentos o sobrantes de materiales de minería que son asociados a otro elemento para la construcción de una obra civil.

De acuerdo con Rodríguez, el término ripio es un elemento proveniente de los residuos del cascajo o grava que son empleados en la construcción de caminos y carreteras que permite que sean permeables al momento de ser transitados, sin embargo, las estructuras que son empleado este tipo de material debe contar con un mantenimiento para evitar el desgastes (Rodríguez J. , 2016). Otro autor, expresa que el ripio es empleado dentro del sistema constructivo como la separación de las hiladas o bases (Álvarez, 2018).

Por último, el autor difiere que ripio es el residuo de un material, por ejemplo: ladrillos, cascajo, piedra entre otros elementos de obra, que sirven para rellenar orificios en pisos o paredes (Ramírez & Rodas, 2019). Con relación al tema de investigación expuesto por el autor, comprende en demostrar el comportamiento de la comprensión del hormigón con el

ripio, debido a que, este elemento es el residuo de otros materiales, permite que la construcción de edificaciones sea económica, sin embargo, se debe demostrar que la composición de estos componentes se encuentre bajo las normativas de construcciones establecidas en el marco legal.

### **2.2.2 Composición**

Dada la definición de la palabra ripio, se pretende describir la composición de este material, debido a que es utilizado en la mayoría de las construcciones, ya sea este de carreteras, edificios, casas, subterráneos, entre otros. Su elemento de textura corresponde a que se conforma de varios residuos de obras civiles.

De acuerdo con Carrillo, manifiesta que la composición del ripio corresponde a:

**Grancilla.** – es un material obtenido de un río o mina que posee un tamaño de 1 a 3 centímetros. Este elemento se encuentra mezclado con partículas de arena gruesa. Es ideal en la construcción de hormigones y contrapiso:

- **Escoria.** – proviene del residuo de la construcción y sirve para los hormigones livianos que aliviana el peso del material.
- **Grava.** – es un árido grueso producto de la desintegración natural y de la abrasión de la roca.
- **Triturada.** – proviene de la trituración artificial de la grava (Carrillo, 2018)

Por otro lado, el autor manifiesta que el ripio o árido grueso proviene de lo siguiente:

- **Áridos naturales.** – proviene de la explotación de canteras o de gravera
- **Áridos artificiales.** – son obtenidos de los procesos industriales de tipo orgánico e inorgánicos.
- **Árido reciclado.** – son proveniente de las demoliciones de estructuras civiles
- **Árido machaqueo.** – son producidos o proveniente de cantera (Sánchez, 2018)

Respecto a la composición del ripio o árido grueso su composición proviene de los residuos de materiales de construcción, de origen orgánico e inorgánico. Por su parte, para la elaboración de hormigones, se debe medir las dosificaciones de los demás materiales para que su resistencia y durabilidad.

### **2.2.3 Hormigón**

Considerando lo descrito por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (2016), el hormigón se considera “un material empleado en la construcción, este es derivado de compuestos como partículas de áridos, y mezclado con agua”. Al respecto Toirac (2018), se refiere a este material como “el producto resultante de la mezcla de un aglomerante, arena, grava o piedra machacada y agua”.



Figura 1 Hormigón  
*Fuente: (Crespo, 2018)*

De manera que el hormigón se presenta como uno de los materiales empleados en la construcción por excelencia, está formado por mezcla de otros materiales como cemento, arena, agua y grava o piedra machacada, adicional a estos materiales se puede agregar un aditivo que busca mejorar sus características de acuerdo al uso para el que se destine la mezcla (Helene, 2017). De esta manera la mezcla realizada, luego se transforma en adherente, que permite crear una superficie dura como una capa luego de algunas horas de su colocación (Acosta, 2017). Es importante que se conozca las cantidades exactas de los componentes que se requieren considerar para obtener esta mezcla, lograda a partir de arena, cemento y agua, y algún tipo de aditivo de acuerdo con el uso de la misma.

El hormigón también se lo conoce con el denominador de cemento armado, debido a su

material compuesto, empleado en todo tipo de construcciones debido a su versatilidad. Los materiales que se utilizan para obtener el cemento permiten obtener la mezcla correcta, la misma que al mezclarse con el agua genera una reacción de hidratación (Jiménez, 2017).

El hormigón conforma por dos elementos bases: agregados y pasta de cemento, como se describe a continuación:

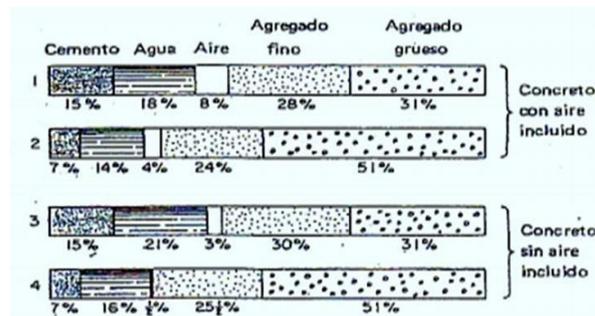


Figura 2 Volumen del concreto.

*Fuente: (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2018)*

Con relación a los agregados, estos se derivan de gránulos finos como la arena, con una medida inferior a 1/4 de pulgada y otros gruesos con medida superior a 1/4 de pulgada. Por otro lado se encuentra la pasta de cemento, esta constituye entre el 25 al 40% del volumen total del concreto, por lo tanto su volumen se encuentra entre el 7% y 15%, mientras que en los casos que presenta características como aire incluido se forma de 8%.

#### 2.2.4 Componentes del hormigón

Los componentes de este material utilizado en la construcción son básicamente el cemento, agua, áridos, en los siguientes párrafos se redacta cada uno de los componentes descritos del hormigón.

**El cemento.** También se lo conoce como hidráulico, proviene de materiales aglomerantes y aglutinantes, porque permite unir fragmentos, este se endurece con el contacto con el agua, para su fabricación se utiliza algunos compuestos como son: cal, sílice, hierro y alúmina (Varona, López, & Bañon, 2017).



Figura 3 Componentes del cemento  
 Fuente: (Varona, López, & Bañon, 2017)

Los materiales que se emplean para la fabricación del cemento son pulverizados y luego se les aplica un tratamiento de cocción de 1.350°. Al respecto el (Insituto Ecuatoriano de Cemento y Homrigón, 2016), ha descrito una lista de los tipos de cemento de acuerdo a la norma INEN 2380-ASTM C1157 que los clasifica en diferentes uso, tanto para las construcciones generales (GU), o en su debido caso, por la resistencia alta al inicio (HE), o tal vez, por causa de la moderada resistencia a los sulfatos (HS), así como también, por el moderado calor de hidratación (MH), y además por el parámetro del bajo calor de hidratación (LH), como se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 2** Clasificación del cemento

Clasificación	Características
<b>Cementos con inductor de aire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificación: ASTM C175.</li> <li>• Tipos: I A, II A, III A.</li> <li>• Partículas mezcladas con la escoria.</li> <li>• Resistencia: helada, descamación.</li> <li>• Aplicación: Nivel-hielo.</li> <li>• Posee burbujas de aire.</li> </ul> 
<b>Cemento blanco</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificación: ASTM C150 - 175.</li> <li>• Tipos: cemento portland.</li> <li>• Color blanco.</li> <li>• Fabricación: Materia prima con bajos niveles de óxido, hierro y magnesio.</li> </ul> 
<b>Cemento Portland de escoria de altos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificación: ASTM C595.</li> <li>• Resistencia: Bajo calor de hidratación y moderada resistencia a sulfatos.</li> </ul>

## hornos

- Fabricación: Escoria granulada mezclada con portland



- Especificación: ASTM C95.

- Fabricación: Mezcla escoria del cemento portland y puzolana.

## Cementos puzolánicos

- Aplicación: Estructuras hidráulicas

- Pilas de puentes y presas.

- Especificación: ASTM C91 o SA A8.

- Fabricación: Mezcla cemento portland y aditivos.



## Cementos para mampostería

- Aplicación: retener agua en morteros.



- Especificación: API Standard 10.

- Aplicación: impermeabilizar pozos.

- Resistencia: Temperatura y presión.

## Cemento para pozos de petróleo

- - Es fraguado.

- Especificación: API Standard 10.

- Fabricación: Mezcla estearato de calcio, aluminio con escoria del cemento portland.



## Cemento impermeabilizado

- Color: blanco o gris.



## Cemento plástico

- Fabricación: Agentes plastificantes.

- Nivel máximo de plastificantes: 12%

- Para el nivel de plastificante se considera del volumen total



*Fuente: Tomado de (Varona, López, & Bañon, 2017)*

*Elaborado por: Jhayya (2022)*

Es necesario destacar el papel que juegan las diferentes normas ASTM y API, en la conformación del cemento, cuya variedad depende del tipo de uso que se le da esta materia prima indispensable para el sector de la construcción y para la propia área de la Ingeniería Civil.

**El agua para el hormigón.** Con relación a otro de los materiales de gran relevancia para la elaboración del hormigón, se cita al líquido vital, el cual debe estar libre de sustancias químicas que puedan ser consideradas perjudiciales. Preferiblemente debe ser limpia, sin olor, ni sabor, tomándose muy en cuenta que no debe encontrarse en suspensión, de conformidad con lo que tipifica la norma NTE – INEN 2617. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2017). Por este motivo, las concentraciones en agua de mezcla deben conservar los siguientes parámetros:

**Tabla 3** *Concentraciones en agua de mezcla*

<b>Concentraciones de agua en mezcla</b>	<b>Límites máximos</b>
Cloruros (CL)	
- Hormigón pretensado	500 miligramos/litro
- Hormigón armado	1000 miligramos/litro
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	3000 miligramos/litro
Álcalis (Na <sub>2</sub> O+0,658K <sub>2</sub> O)	600 miligramos/litro
Total, sólidos (masa)	50000 miligramos/litro

*Fuente: Tomado del (Instituto Ecuatoriano de Cemento y Hormigón, 2016)*

*Elaborado por: Jhayya (2022)*

Además de la concentración de agua en mezcla, es necesario considerar los diferentes tipos de agua que pueden ser utilizados para la elaboración de cualquier tipo de hormigón, como se puede observar seguido:

- **Agua de mar:** en este caso, máximo debe ser utilizado una concentración de 3,5% de sal, para la mezcla con cemento que, por si acaso, no debe tener ningún refuerzo, en cambio, los agregados se encuentran en alrededor del 1%.
- **Aguas ácidas:** Varían dependiendo de la concentración de ácido que afecten al PH del agua utilizada en la mezcla.

- **Aguas alcalinas:** para este caso, se deben mantener concentraciones de hidróxido de sodio de alrededor de 0,5%, con relación al peso de cemento que exista en el hormigón.
- **Agua de desperdicios industriales:** pueden ser utilizadas las aguas residuales para la preparación de concreto, considerando los parámetros anteriormente mencionados.
- **Aguas negras:** siempre y cuando tengan 20 ppm de materia orgánica, puede utilizarse este tipo de aguas para la elaboración del hormigón, porque no afecta en ninguna medida, a la resistencia del concreto.

Con relación a los tipos de impurezas y valor admisible del hormigón, se evidencian los siguientes factores a saber:

**Tabla 4** Tipo de impureza y valor máximo recomendado

<b>Tipo de impureza</b>	<b>Valor máximo permitido</b>
Ácidos orgánicos (sulfúrico)	1000 ppm
Aceite mineral (masa de cemento)	2%
Agua con algas	No recomendable
Agua de mar	
- concreto no reforzado	35000 ppm
- concreto pretensado	No recomendable
Aguas sanitarias	20 ppm
Azúcar	500 ppm
Carbonato de calcio y magnesio	400 ppm
Carbonato y bicarbonato de sodio y potasio	1000 ppm
Cloruro de calcio	
Cloruro de magnesio	30000 ppm
Cloruros	40000 ppm
- estructura bajo potencia de corrosión y condiciones secas	2000 ppm
- concreto pretensado	500 ppm
- estructuras con elementos galvanizado y aluminio	1000 ppm 1,2%
Hidróxido de potasio (masa de cemento)	0,5%
Hidróxido de sodio (masa de cemento)	2000 ppm
Partículas en suspensión	6 – 8
PH	40000 ppm
Sales de hierro	500 ppm
Sales de magnesio, estaño, zinc, cobre, y plomo	25000 ppm
Sulfato de magnesio	1000 ppm
Sulfato de sodio	100 ppm
Sulfito de magnesio	
El contenido máximo de iones, combinados de calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonato, sulfato, cloruro, nitrato y carbonato es de 20000 ppm.	

Fuente: Tomado del (Instituto Ecuatoriano de Normalización., 2017)

Elaborado por: Jhayya (2022)

- **Aditivos:** Los aditivos guardan relación con el conjunto de materiales, los cuales no se encuentran adheridos a la elaboración común de algún tipo de concreto en específico, por ello, se deben añadir en el preciso instante que se efectúa la mezcla.

Con relación a los aditivos principales utilizados en la mezcla se mencionan seguidamente:

**Tabla 5 Principales aditivos usados en la mezcla**

<b>Aditivos principales</b>	<b>Características</b>
<b>Inclusores de aire</b>	Permite mejorar la durabilidad, descamación y manejabilidad del concreto expuestos a la humedad, contiene burbujas pequeñas de aire para distribuir adecuadamente la pasta del cemento.
<b>Reductores de agua</b>	Facilitan la reducción del agua, incrementa la resistencia del concreto, esto a pesar de que retarda el tiempo de fraguado o al incluir aire en el concreto preparado.
<b>Reductores de agua: Retardadores</b>	Facilita retardar el tiempo de fraguado inicial, incide en el aumento de temperatura a la mezcla de concreto, especialmente en pilas de puentes, pozos petroleros o bombeo del concreto, empleando a grandes distancias.
<b>Aceleradores</b>	Permiten acelerar el fraguado, ayudando a mejorar la resistencia del concreto, es así que se utiliza el cemento tipo III (contiene aditivo acelerador), siendo el calcio, para esto se emplea la norma ASTM D98 y probarse con la norma ASTM D345
<b>Puzolanas</b>	Permite controlar las temperaturas internas, entre los materiales que contiene se encuentran el silíceo y aluminoso, tipificadas en las normas ASTM C219.
<b>Fluidificantes</b>	Facilita la plasticidad de la masa de cemento, es así que son resistentes, durables, permiten efectos lubricantes debido a que provienen de productos orgánicos.
<b>Otros</b>	Agentes contra la humedad, permeabilidad, lechada y los formadores de gas.

*Fuente: Tomado de (Varona, López, & Bañon, 2017)*

*Elaborado por: Jhayya (2022)*

Como se puede apreciar, los aditivos utilizados en la mezcla, pueden retardar o acelerar el secado del concreto, o, reducir la cantidad de agua en su composición, claro está que deben probarse adecuadamente con los demás materiales utilizados, definiendo los parámetros técnicos de humedad y temperatura, que tienen gran relevancia en la construcción de

cualquier edificación.

### ***2.2.5 Tipos de Hormigón***

**Hormigón pesado.** Este tipo de hormigón se define de esta manera, porque su peso específico supera los  $3.7 \text{ ton/m}^3$ , porque en su composición constan agregados que aportan a ese gran peso específico.

Así, por ejemplo, en el caso del hormigón convencional, este tipo un peso en el aire, de alrededor de  $2.4 \text{ (ton/m}^3\text{)}$ , mientras que su peso sumergido es en cambio, de  $1.4 \text{ (ton/m}^3\text{)}$ , pero a pesar de ello, se puede alcanzar hormigón de tipo pesado, al añadirle agregados con gran densidad, lo que puede incremento su peso sumergido efectivo a un parámetro de  $2.7 \text{ (ton/m}^3\text{)}$ . Los usos de este hormigón pesado pueden ser requeridos en anclajes o empotramiento para tubería, así también pueden ser utilizados en la construcción de puentes de peatones, e inclusive, puede decidirse su uso en la protección contra de radioactividad.

**Hormigón liviano.** A diferencia del pesado, el hormigón liviano, que puede ser estructural o celular, tiene como peso específico, un parámetro inferior a  $2 \text{ (ton/m}^3\text{)}$ , generalmente, suele ser utilizado en obras submarinas, porque en estos casos, se necesita de un incremento de boyantes, o en su defecto, se requiere la reducción paulatina del peso efectivo por unidad de volumen. También se utiliza en la construcción de estructuras flotantes, porque en estos casos, existen dificultades para el recubrimiento de armaduras, permeabilidad y colado, por consecuencia de la estructura de losas y muros de poco espesor.

**Hormigón liviano estructural.** Con relación al liviano estructural, este toma la denominación en mención, porque al mismo se le añaden agregados livianos, los cuales ocasionan burbujas en las pastas que suprimen los finos. Su peso unitario asciende a  $1.7 \text{ (ton/m}^3\text{)}$  y su resistencia a  $250 \text{ (kgcm}^2\text{)}$ . A pesar de que, muchos constructores no confiarían en este tipo de hormigón, sin embargo, la asesoría técnica, es clave para incrementar la durabilidad del hormigón liviano estructural, al efectuar una mezcla rica y densa con

agregados de calidad, los cuales inclusive, pueden servir para la construcción de pilas, pilotes y estructuras a flote.

**Hormigón liviano celular.** Con relación al liviano estructural, esta toma la denominación en mención, porque al mismo presenta multitud de burbujas en su masa, que se forman como consecuencia de la reacción de aditivo expansivo. Su peso específico es muy bajo, de alrededor de 1.3 a 1.5 (ton/m<sup>3</sup>), en el aire, siendo la mayor dificultad de este tipo de hormigón, la porosidad, por lo que, es necesario que al final se lo cubra con un hormigón de densidad normal, para minimizar esta adversidad y dotarlo de impermeabilidad, y protección, contra la corrosión de armaduras y el ataque de especies marinas.

**Hormigón ciclópeo.** Con relación al ciclópeo, esta toma la denominación en mención, porque la economía del uso con grandes rocas de 0,6 ton. y diámetro mayor de 90 cm, entrelazadas entre sí mediante hormigón Tremie, que permite la formación de una gran masa submarina de gravedad. Se usa además para el llenado de caisson y fundiciones en el fondo marino. Se debe colar el hormigón, llenando todos los intersticios y homogeneizando la masa, por lo que la mezcla de este tipo será de 40% hormigón y 60% rocas.

**Otros tipos de hormigón:** son los siguientes:

- **Aireado o Celular.** Incorpora aire a la mezcla, para un hormigón de densidad < 1, que le dé la facultad de flotar, y mantener óptimos parámetros de aislamiento térmico.
- **Traslúcido.** Mezclado con plástico o fibra de vidrio, el cual siempre deja pasar la luz.
- **Micro hormigón.** Con partículas del árido, inferiores a 10 mm, usado para la construcción de tejas de uralita y materias primas ecológicas.
- **Permeable.** Utiliza áridos de gran tamaño, para que queden huecos entre la pasta y piedras, por donde escurra el agua, que bien puede usarse en pavimentos.
- **Hormigón vaciado en sitio mezcla de diseño.** Ha sido probado en cilindros estándar y es de utilidad en la construcción de cimientos (Bravo, 2018).

### ***2.2.6 Propiedades del hormigón***

Las propiedades del hormigón pueden ser de diferentes tipos de acuerdo al tipo de hormigón con que se esté trabajando, en este caso se ha considerado las propiedades del hormigón en estado fresco, las mismas que son: trabajabilidad, consistencia, homogeneidad y densidad:

- **Trabajabilidad.** Facilidad para realizar la manipulación y movilidad de la mezcla de hormigón durante su preparación y distribución en los encofrados. Esta se asocia a la consistencia, donde afectaran: la cantidad de agua, la forma y medida de los áridos, también la cantidadde cemento, presencia de aditivos y de cenizas.
- **Consistencia.** Para determinar la consistencia del hormigón se considera las especificaciones de la NTE INEN 1578:2010.
- **Homogeneidad.** Se refiere a la distribución de los materiales que lo componen, considerando las mismas propiedades en todos los puntos, obtenidos a través del amasado y puede afectar al hormigón endurecido.
- **Densidad del hormigón fresco.** Se presenta como la relación entre la masa fresca y el volumen ocupado, su medida se puede obtener con el hormigón compactado o sin compactar. En cuanto a la densidad del hormigón fresco se detalla una medida del grado de eficacia del métodode compactación considerado (Rostam, 2017).

Dentro de las propiedades del hormigón se pueden identificar algunas características específicas, que pueden variar de un grado considerable, mediante el control de los ingredientes, para lograr una estructura específica.

### ***2.2.7 Hormigón con ripio***

Como se describió anteriormente el hormigón es una mezcla de un material ligante (cemento Portland), un árido fino (arena gruesa), un árido grueso (piedra o ripio) y porúltimo, lo que produce la mixtura de los anteriores es la incorporación de agua en proporciones

adecuadas, mientras que el ripio se presenta como el material elaborado para hormigones, que se utiliza en la obra civil; este se obtiene mediante la trituración y el cribado de la roca basáltica, la misma que permite la graduación de varios tamaños de color gris, libre de impurezas, con un rango de 4.75 a 25 mm de granulométrico y un peso unitario suelto de 1.40 tn/m<sup>3</sup>. (López P. 2018)

Para la construcción estos materiales son muy utilizados, porque son aquellos que le ofrecen mayor concentración y compresión de la mezcla elaborada, el ripio también se lo conoce como grava y gravilla, en algunos casos se lo utiliza como elementos para la decoración, jardines, senderos e incluso para reemplazar espacios de césped, debido a su textura y forma, pueden dar un aspecto decorativo, sin embargo en su uso para la construcción puede mezclarse con el hormigón para formar mezclas con mayor grosor y dureza, siendo de gran utilización para concretos estructurales, bases asfálticas y otros tipos de obra civil que demandan mayor precisión, resistencia y se abarata los costos.

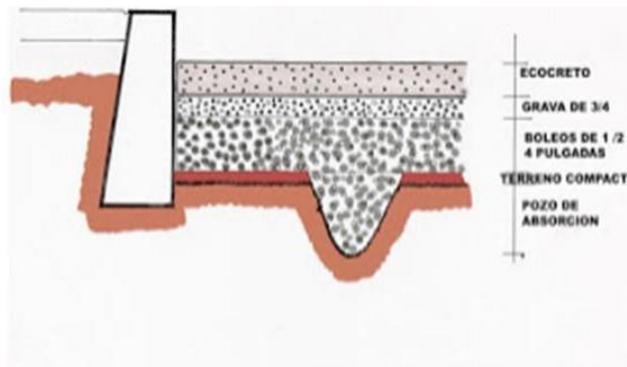


Figura 4 Pavimento permeable. Sistema constructivo básico.

*Fuente: (Robles & Taipe, 2016)*

El ripio es un material que se encuentra en las zonas rurales, montañosas y poco transitadas, por lo tanto la construcción mediante la utilización del hormigón con el ripio, se considera una alternativa viable para la elaboración de casas, rellenos y de vías que mejoren la apariencia de la zona y además se convierte en una forma para la construcción de casas con un menor costo.

### 2.2.8 Parámetros técnicos de dosificación del hormigón con ripio

Los parámetros técnicos para la dosificación del hormigón con ripio, varía dependiendo de la resistencia requerida, así como del Tamaño Máximo de Agregados(TMA) a emplear en la mezcla, como se presenta en la siguiente tabla de dosificación de agregados, para lograr de manera apropiada las resistencias típicas.

**Tabla 6** Dosificación técnica de componentes del hormigón

<b>HORMIGÓN: DOSIFICACIÓN DE COMPONENTES (TMA** 20 mm)</b>				
<b>RESISTENCIA</b> [kg/cm <sup>2</sup> ]	<b>CEMENTO</b> [quintal]	<b>ARENA</b> [parihuela*]	<b>RIPIO</b> [parihuela*]	<b>AGUA</b> [litros]
100	1	5.3	5.6	57
150	1	3.9	4.6	48
200	1	2.8	4.2	38
250	1	2.5	3.5	33
300	1	1.8	3.2	24
* 1 parihuela = 30x30x30 cm = 0.027 m <sup>3</sup>				
** TMA: Tamaño Máximo de Agregados				
<b>HORMIGÓN: DOSIFICACIÓN DE COMPONENTES (TMA** 40 mm)</b>				
<b>RESISTENCIA</b> [kg/cm <sup>2</sup> ]	<b>CEMENTO</b> [quintal]	<b>ARENA</b> [parihuela*]	<b>RIPIO</b> [parihuela*]	<b>AGUA</b> [litros]
100	1	4.9	6.7	57
150	1	3.9	6.0	48
200	1	2.8	5.3	38
250	1	2.5	4.6	33
300	1	1.8	3.9	24
* 1 parihuela = 30x30x30 cm = 0.027 m <sup>3</sup>				
** TMA: Tamaño Máximo de Agregados				

Fuente: (Rivero, 2018)

Elaborado por: Jhayya (2022)

Los datos expuestos presentan las dosificaciones indicadas por Rivero descrito en el Manual Técnico de Construcción HOLCIM. Los métodos de dosificación de hormigones tienen por objetivo encontrar las debidas proporciones en donde hay que mezclar diferentes componentes de los mismos para contener las características adecuadas de consistencia, compacidad, resistencia y durabilidad. Para el cálculo teórico de las proporciones se consideran las dosificaciones indicadas en la tabla descrita y se realiza la comprobación experimental para la composición a adoptar (Garzón, 2018).

De acuerdo a las especificaciones de los métodos de dosificación, estas indican la cantidad de factores que influyen en las propiedades del hormigón que se desea conseguir, se destaca

que no existe un método de dosificación único, es decir, este puede variar de acuerdo a las propiedades y condiciones de uso, por lo tanto en este estudio se busca identificar a través de la experimentación las cantidades adecuadas para obtener la mezcla de hormigón con ripio que puede ser utilizado para el área de la construcción de viviendas, mediante las respectivas pruebas oportunas.

Basados en la norma ecuatoriana de la construcción NEC-SE-HM (2018), se establece los requisitos para las mezclas de hormigón, considerando las categorías y clases de exposición, como se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 7** *Categorías y clases de exposición*

Categorías	Severidad	Clase	Condición	
	No aplicable	S0	$SO_4 < 0.1$	$SO_4 < 150$
	Moderada	S1	$0.1 \leq SO_4 < 0.2$	$150 \leq SO_4 < 1500$ agua marina
	Severa	S2	$0.2 \leq SO_4 \leq 2.0$	$1,500 \leq SO_4 \leq 10,000$
	Muy severa	S3	$SO_4 > 2.0$	$SO_4 > 10,000$
<b>P</b> Requiere baja permeabilidad	No aplicable	P0	En contacto con el agua donde no se requiere baja permeabilidad	
	Requerida	P1	En contacto con el agua donde se requiere baja permeabilidad	
<b>C</b> Protección del refuerzo contra la corrosión	No aplicable	C0	Hormigón seco o protegido contra la humedad	
	Moderada	C1	Hormigón expuesto a la humedad, pero no a una fuente externa de cloruros	
	Severa	C2	Hormigón expuesto a la humedad y a una fuente externa de cloruros provenientes de productos químicos para descongelar: sal, agua salobre, agua de mar o salpicaduras del mismo origen	
Categorías	Severidad	Clase	Condición	
<b>F</b> Congelación y deshielo	No existe	F0	Hormigón no expuesto a ciclos de congelación y deshielo.	
	Moderada	F1	Hormigón expuesto a ciclos de congelación, deshielo y exposición ocasional a la humedad.	
	Severa	F2	Hormigón expuesto a ciclos de congelación, deshielo y en contacto continuo con la humedad.	
	Muy severa	F3	Hormigón expuesto a ciclos de congelación, deshielo y que esté en contacto continuo con la humedad y expuesto a productos químicos para descongelar.	
<b>S</b> Sulfato			Sulfatos solubles en agua (SO <sub>4</sub> ) en el suelo, % en masa	Sulfato (SO <sub>4</sub> ) disuelto en agua, ppm

Fuente: (Norma ecuatoriana de la construcción. NEC-SE-HM, 2018)

Elaborado por: Jhayya (2022)

**Tabla 8** Requisitos para el hormigón según la clase de exposición

Clase de exposición	Relación a/c máx.	f <sub>c</sub> mín. MPa	Requisitos mínimos adicionales			
			Contenido de aire			Límites en los cementantes
F0	N/A	17	N/A			N/A
F1	0.45	31	<u>Tabla 5</u>			N/A
F2	0.45	31	<u>Tabla 5</u>			N/A
F3	0.45	31	<u>Tabla 5</u>			<u>Tabla 6</u>
Clase de exposición	Relación a/c máx.	f <sub>c</sub> mín. MPa	Requisitos mínimos adicionales			
			Contenido de aire			Límites en los cementantes
			Tipos de cemento <sup>1</sup>			Aditivo cloruro de calcio
			<u>NTE INEN 152 (ASTM C 150)</u>	<u>NTE INEN 490 (ASTM C 595)</u>	<u>NTE INEN 2380 (ASTM C 1157)</u>	
S0	N/A	17	Sin restricción en el tipo	Sin restricción en el tipo	Sin restricción en el tipo	Sin restricción
S1	0.5	28	II <sup>2</sup>	IP (MS), IS (<70) (MS)	MS	Sin restricción
S2	0.45	31	V <sup>3</sup>	IP (HS), IS (<70) (HS)	HS	No se permite
S3	0.45	31	V puzolanas o escorias <sup>4</sup>	IP (HS) y puzolanas o escorias <sup>4</sup> o IS (<70) (HS) y puzolanas o escorias <sup>4</sup>	HS y puzolanas o escorias <sup>4</sup>	No se Permite
P0	N/A	17	Ninguna			
P1	0.50	28	Ninguna			
			Contenido máximo de iones de cloruro (Cl <sup>-</sup> ) soluble en agua en el hormigón, porcentaje por peso de cemento.		Requisitos relacionados	
			Hormigón reforzado	Hormigón preesforzado		
C0	N/A	17	1.00	0.06	Ninguno	
C1	N/A	17	0.30	0.06		
C2	0.40	35	0.15	0.06	Véase <sup>5</sup>	

Fuente: (Norma ecuatoriana de la construcción. NEC-SE-HM , 2018)

Elaborado por: Jhayya (2022)

El hormigón de masa normal y liviano, expuesto a clases de exposición F1, F2, o F3, deberán tener aire incorporado, según lo indicado siguiente tabla. La tolerancia en el contenido de aire incorporado, será de  $\pm 1.5\%$ . Para un f<sub>c</sub> mayor de 35 MPa, se puede reducir en 1% el aire incorporado.

**Tabla 9** Contenido total de aire para hormigón expuesto a ciclos de congelación y deshielo

Tamaño nominal máximo del agregado <sup>1</sup> (mm)	Contenido de aire en porcentaje	
	Exposición Clase F1	Exposición Clases F2 y F3
9.5	6.0	7.5
12.5	5.5	7.0
19.0	5.0	6.0
25.0	4.5	6.0
37.5	4.5	5.5
50.0 <sup>2</sup>	4.0	5.0
75.0 <sup>2</sup>	3.5	4.5

<sup>1</sup> Para las tolerancias de tamaño, ver las especificaciones **NTE INEN 872** (ASTM C 33).

Fuente: (Norma ecuatoriana de la construcción. NEC-SE-HM , 2018)

Elaborado por: Jhayya (2022)

Los contenidos de aire se aplican a la mezcla total. Sin embargo, al ensayar estos hormigones, se retirarán las partículas de agregado mayores de 40 mm mediante tamizado, el contenido de aire será determinado en la fracción tamizada; la tolerancia en el contenido de aire incorporado se aplica a este valor.

### **2.2.9 Diferencia entre hormigón tradicional y hormigón con ripio**

Entre la diferencia del hormigón tradicional y el hormigón elaborado con ripio, se considera los criterios de los siguientes autores. Donde Valverde manifiesta que, el hormigón elaborado con cemento es el producto con mayor demanda y está compuesto por agua, agregados y cemento, se estima que el cemento es un polvo de caliza que absorbe el líquido (Valverde, 2017).

Mientras que, en la elaboración del hormigón con ripio este ocupa del 65% al 75% de la composición, debido a que, se compone de fracciones de rocas o de cortezas y que permite mantener mayor resistencia en las estructuras de obra civil (El Comercio, 2017). Ambas determinaciones indican que son efectivas para la construcción de edificaciones, sin embargo, una de ella demanda menos costo, por ser material de residuo a diferencia de emplear elementos denominados puros.

Por su parte, el hormigón con cemento o de concreto se emplea componente de agua, agregados finos y cemento, la aplicación de esta mezcla permite la modificación de las propiedades mecánicas. A lo contrario del hormigón con ripio que se componede agua, arena, grava, piedras pequeñas, cemento en menor cantidad comparado del concreto, este producto beneficia a los constructores por ser resistente, duradero y estable (Sánchez M., 2018).

La exposición de los criterios permite conocer cuál de los productos es el más eficiente en la reducción de costos, por ello, se evidencia la composición de ambos, además de presentar características positivas para la aplicación en obras civiles en caso de efectuar labores de fines estructurales de casa o edificios pequeños.

### **2.3 Marco Legal**

El sector de la construcción en el Ecuador se encuentra regulado bajo leyes que establecen normas técnicas específicas, sin embargo se destaca que todos estos estatutos se encuentran asentados en la Constitución de la República y en Leyes afines que están vigentes en la actualidad en el medio nacional, donde adquiere gran relevancia la norma técnica establecida a través de las normas de la construcción NEC referidas a las estructuras de hormigón armado y la Especificación Normalizada en agregados para concreto norma técnica ASTM C33.

Como parte del desarrollo del marco legal, se ha efectuado una breve explicación de las normas vigentes, donde se destacarán los principales artículos de las normativas que se relacionan de manera directa con este estudio cuya finalidad es analizar el comportamiento a compresión de hormigón con ripio, a través de la identificación de la resistencia a la compresión del ripio mediante un ensayo de laboratorio.

#### ***2.3.1 Norma ecuatoriana de la construcción***

Las normas ecuatorianas de la construcción nos dan reglamentos y especificaciones respecto a los agregados y a las mezclas de hormigón, cuyos parámetros nos garantizan su calidad.

- Guía práctica para el diseño de estructuras de hormigón armado de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015.
- Cementos: los cementos hidráulicos deben cumplir con los requisitos contemplados en las siguientes normas:
- Cemento Portland de los tipos I a V, incluyendo los subtipos IA, IIA y IIIA, que cumplan con los requisitos contemplados en la norma NTE INEN 152 (ASTM C 150);
- Cemento compuesto tipo IP cumplirá con los requisitos de la norma NTE INEN 490 (ASTM C 595);

#### Agregados

Esta norma establece el método de ensayo para obtener la granulometría de los agregados finos y gruesos.

Los agregados para el mortero de pega, deben cumplir con la norma NTE INEN 2536 (ASTM C144) y estar libres de materiales contaminantes que puedan deteriorar las propiedades del mortero.

- NTE INEN 696 (ASTM C136): Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso.
- NTE INEN 695 (ASTM D75): agregados. Muestreo.
- NTE INEN 697 (ASTM C117): Determinación del material fino que pasa el tamiz con aberturas de 75  $\mu\text{m}$  «micrómetros» (No. 200) mediante lavado.
- NTE INEN 1 573:2010. Determina de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de hormigón de cemento hidráulico.
- NTE INEN 2648:2013. Determina de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de hormigón de cemento hidráulico.
- NTE INEN 1 576:2011. La norma establece los procedimientos para la elaboración y curar cilindros.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Metodología

Considerando el criterio de Gómez (2018), el diseño de la investigación es “una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un hecho experimental, admitiendo la manipulación de las variables de estudio, para medir el efecto de una variable en la otra”. Mediante la investigación fue posible efectuar el desarrollo del estudio que tiene por finalidad analizar el comportamiento a compresión de hormigón con ripio, para lo cual se realizó la identificación de la resistencia mediante un ensayo de laboratorio, de manera experimental.

#### 3.2 Tipo de investigación

En el presente estudio se han considerado los siguientes tipos de investigación, Experimental, descriptiva y bibliográfica, como se describe en los párrafos siguientes:

- **Experimental:** Es aquella investigación donde una o más variables son constantes, mientras que la otra o las demás se miden, para identificar características que deben ser probadas, con base en pruebas, a modo de experimento (Tlapanco, 2018). En este caso se consideró la investigación es experimental, porque se debe efectuar los ensayos en laboratorio para indicar la resistencia a compresión del hormigón con ripio, para determinar su comportamiento, características y parámetros técnicos de dosificación, con base en la recolección de muestras.
- **Descriptiva:** Este tipo de investigación implica la observación y descripción de los comportamientos de un determinado problema, identidad sus causas y consecuencias (Barnet, Arbónes, Pérez, & Guerra, 2017). Se aplicó la investigación descriptiva porque permite identificar aspectos de relevancia concernientes a la problemática en análisis que se refiere a la falta de normas técnicas para el diseño de hormigón con ripio, debido

al desconocimiento de los maestros constructores y albañiles.

- **Bibliográfica:** Admite la revisión de fuentes secundarias para efectos de contribuir con la revisión conceptual de las variables del estudio y los principales términos utilizados (2017). En este caso se consideró la investigación bibliográfica para la revisión teórica de las principales fundamentaciones conceptuales inherentes a las variables Comportamiento a compresión de hormigón con ripio, características y parámetros técnicos de dosificación del hormigón con ripio y capacitación técnica, así como las normativas legales que se relacionan con el estudio.

### **3.3 Enfoque**

Respecto al enfoque de la presente investigación este es cuantitativo, definido por Monje (2018) como “el proceso sistemático y preciso que admite la construcción de datos a través de cifras numéricas y/o porcentuales, asociadas a las técnicas que manipulan resultados para su posterior análisis e interpretación”. Se aplicó el enfoque cuantitativo, porque admite la recolección de datos para su presentación numérica y porcentual identificando las muestras tomadas para reconocer la resistencia a la compresión del ripio y los beneficios del hormigón con el material en análisis.

### **Método de investigación**

De acuerdo con lo expresado por Riquelme, (2017) el método analítico “consiste en la segmentación de un todo, mediante la descomposición de sus partes para observar las causas, efectos y su naturaleza”. El proceso analítico se desarrolla básicamente en tres etapas, la primera en las operaciones de muestreo, la segunda en la medición empleando los instrumentos y la tercera la toma y tratamiento de los datos, se destaca que la calidad de los hallazgos depende de la forma en que se llevó a cabo estos pasos del proceso analítico para cumplir con la identificación de la resistencia a la compresión del ripio mediante un ensayo de laboratorio.

### **3.4 Técnica e instrumento**

La técnica aplicada es la experimentación, definida por Trinchet (2018) como “el método de las ciencias experimentales y tecnologías, para el análisis de un hecho, desarrollado en un laboratorio que cumpla con las condiciones particulares de las muestras a analizar para obtener mejores resultados”. Para este estudio se consideró la experimentación a través de la observación directa tomando muestras de ripio del río Tululbí, ubicado en la Parroquia Carondelet, cerca al cantón San Lorenzo para el proceso de análisis.

El instrumento utilizado es el registro definido como “un recurso físico o digital que permite anotar secuencialmente los hallazgos obtenidos de las pruebas realizadas creando una base de datos de los resultados iniciales, intermedios y finales” (McKernan, 2017) en este caso se considera el uso de los registros diseños en concordancia con las necesidades de la investigación, donde se describe los resultados de las pruebas de ensayo para la verificación la resistencia a la compresión del ripio mediante un ensayo de laboratorio.

### **3.5 Población y Muestra**

Según lo indicado por López (2018) la población se define como “el conjunto de elementos que hacen parte de un estudio, los mismos que son relevantes para la evolución de las variables en análisis”. Para el desarrollo del estudio se considera como población las muestras tomadas de ripio del río Tululbí de la parroquia Carondelet ubicada en el cantón San Lorenzo a fin de conocer si el material grava y arena son de buena calidad y si la mezcla es la adecuada para la fabricación de hormigones que alcancen la resistencia deseada.

### **3.6 Muestra**

Para el desarrollo del estudio se considera las muestras tomadas de ripio del río Tululbí de la parroquia Carondelet ubicada en el cantón San Lorenzo a fin de conocer si el material grava y arena son de buena calidad y si la mezcla es la adecuada para la fabricación de hormigones que alcancen la resistencia deseada.

### **3.7 Análisis de resultados**

Las muestras de ripio, tomadas del río Tululbí de la parroquia Carondelet ubicada en el cantón San Lorenzo, fueron llevadas al laboratorio, donde se aplican las pruebas pertinentes para conseguir los resultados experimentales sobre la resistencia a la compresión del hormigón con ripio.

## **CAPÍTULO IV**

### **Propuesta (informe final)**

#### **4.1 Tema**

Comportamiento a compresión de hormigón con ripio

#### **4.2 Propuesta**

En esta apartado se detallaron los resultados experimentales obtenidos mediante la aplicación del experimento de los respectivos ensayos en el laboratorio, para conocer el comportamiento a compresión del hormigón con ripio, de manera que se pueda responder a la pregunta planteada en la descripción del problema y además, se cumplan con los objetivos del estudio.

Esto significa que, los resultados que surgieron de este informe, sirvieron para el análisis del comportamiento a compresión del hormigón con ripio, de modo que pueda mejorar su aplicabilidad en los elementos estructurales, así como, para la reducción de los costos de construcción, cumpliendo fielmente estrictos normativas legales.

#### **4.3 Ejecución de la propuesta**

Como se manifestó en los párrafos anteriores, la propuesta consiste en la aplicación de los ensayos respectivos, para analizar el comportamiento a compresión del hormigón con ripio, de manera que se pueda definir las características y parámetros técnicos para dosificar el hormigón con ripio, estableciendo su diferencia con el hormigón normal, además de identificar la resistencia a la compresión del ripio y finalmente, presentar este nuevo modelo de hormigón con el agregado ripio, siendo este diseñado bajo las estrictas normas vigentes.

Al respecto, las normas vigentes que fueron respetadas durante en el ensayo para analizar el comportamiento a compresión del hormigón con ripio, fueron las siguientes a saber:

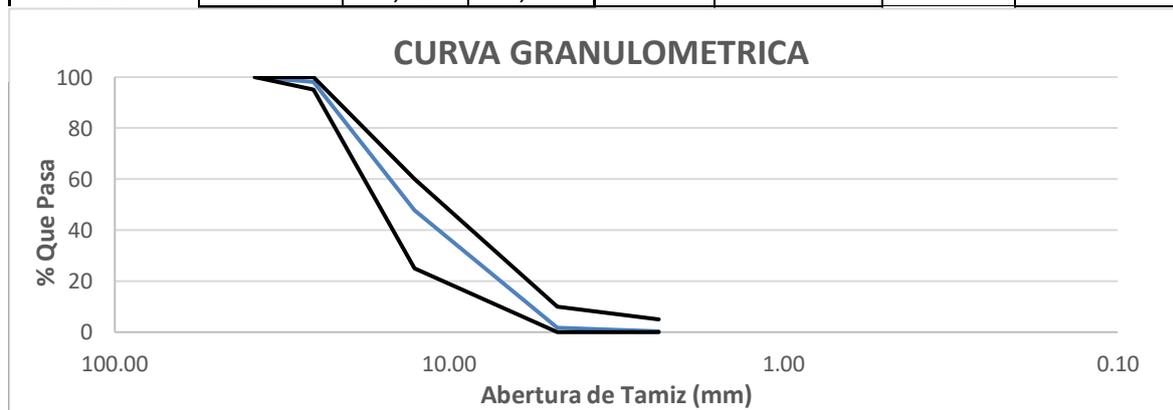
- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015.
- Norma NTE INEN 152 (ASTM C150).

- Norma NTE INEN 490 (ASTM C 595).
- Norma NTE INEN 2536 (ASTM C144).
- NTE INEN 696 (ASTM C136): Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso.
- NTE INEN 695 (ASTM D75): agregados. Muestreo.
- NTE INEN 697 (ASTM C117).
- NTE INEN 1 573:2010.
- NTE INEN 2648:2013.
- NTE INEN 1 576:2011.

#### 4.4 Ensayos del agregado grueso con ripio.

**Tabla 10** Ensayo Granulométrico Del Agregado Grueso (Ripio)

Tamiz	Porcentaje parcial en grs.	% Retenido	% Que pasa	Especificaciones A.S.T.M C 136			
				2"	1 1/2"	1"	3/4"
<b>2 1/2"</b>				100	.....	.....	.....
<b>2"</b>	0		100	95-100	100	.....	.....
<b>1 1/2"</b>	0		100	.....	95-100	<b>100</b>	.....
<b>1"</b>	101,7	1,94	98,06	35-70		<b>95-100</b>	100
<b>3/4"</b>				.....	35-75	.....	90-100
<b>1/2"</b>	2639,9	50,38	47,68	10 30		<b>25-60</b>	.....
<b>3/8"</b>				.....	10 30	.....	5 20
<b>N 4</b>	2412	46,03	1,65	0-5	0-5	<b>0-10</b>	0-10
<b>N 8</b>	69,3	1,32	0,32			<b>0-5</b>	0-5
<b>Fondo</b>	17	0,32	0,00				



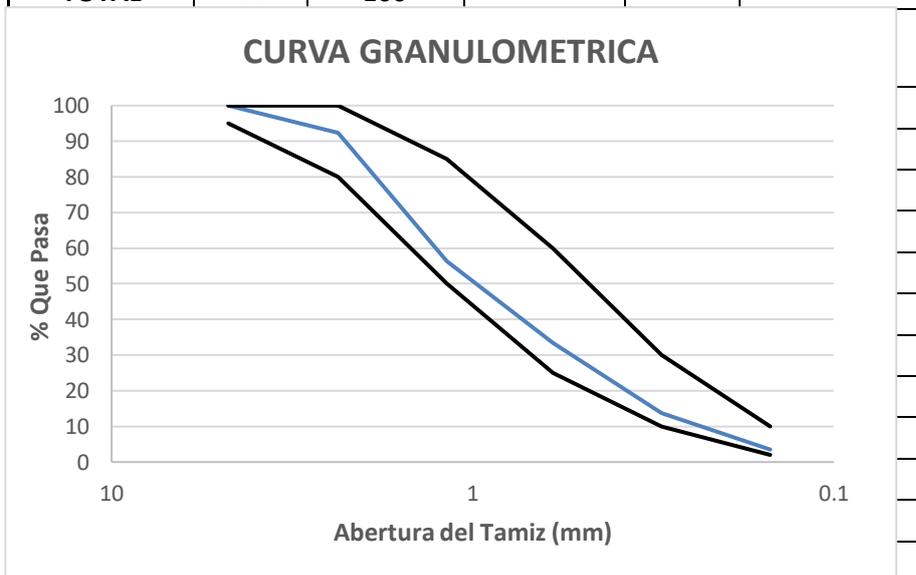
Tecn. Carlos Carbos V.

VERIFICADO POR

Elaborado por: Jhayya (2022).

**Tabla 11** Ensayo Del Agregado Fino (Ripio)

Tamiz	Peso Parcial grs.	% Retenido	% Retenido Acomulado	% Que Pasa	Especificacion es A.S.T.M C-136
3/8"	0				100
Nº 4	0			100	95 -100
Nº 8	77	7,7	7,7	92,3	80 -100
Nº 16	359	35,9	43,6	56,4	50 -85
Nº 30	229	22,9	66,5	33,5	25 - 60
Nº 50	198	19,8	86,3	13,7	10 30
Nº 100	102	10,2	96,5	3,5	2 10
Fondo	35	3,5	100	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1000</b>	100			



Tecn. Carlos Carbos V.

VERIFICADO POR

Elaborado por: Jhayya (2022).

#### 4.5 Dosificación de los materiales

Para la elaboración del hormigón con ripio, es necesario y esencial que los elementos que forman parte de la mezcla sean dosificados, con el fin de obtener mayor resistencia y consistencia, lo cual favorece a la calidad del producto, por ello, se cumple con un proceso minucioso, donde en primer lugar se fabrica los cilindros de hormigón, mismo que, se debe seleccionar el tipo de hormigón, para luego relacionar los compuestos de agua y cemento; prosiguiendo con la determinación de vacíos y densidad de agregados, como se presenta en la siguiente figura:



Figura 5 Dosificación de arena, cemento y ripio  
*Elaborado por: Jhayya (2022).*

La figura muestra, que la dosificación cumple con la funcionalidad de calcular las proporciones que hay que mezclar con los otros componentes, para que este determine características de consistencia, compacidad, resistencia y durabilidad del producto.

#### **4.6 Fabricación de las probetas en cilindros de hormigón**

En cuanto para la fabricación de probetas en cilindros de hormigón se ha considerado ciertas cantidades específicas, por lo que, para el primer diseño de hormigón de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, se empleó los parámetros convencionales, donde se seleccionó la dosificación 1:2:3, que corresponde a 1 parte de cemento, 2 partes de arena y 3 partes de grava. Sin embargo, para el segundo experimento, se estimó la dosis 1:2:1/2: 1/2 (cemento, arena, piedra y ripio (grueso)) y para el tercer diseño se reemplazó el agregado grueso por el fino. En efecto, las diferentes muestras permitirán obtener un análisis más claro de cada compuesto.



Figura 6 Muestras  
*Elaborado por: Jhayya (2022).*

#### **4.7 Proceso para elaborar la mezcla**

Establecida la dosificación, se procedió a elaborar los cilindros de hormigón como muestras de esta propuesta, por ello, para la elaboración de las mezclas es necesario que el proceso se rija bajo la normativa ACI 318S-08 como requisito de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario, de la misma manera, los cilindros deben ser preparados con los parámetros establecidos en el NTE INEN 1 573:2010 de la resistencia de concreto y la norma NTE INEN 156:2009 para el uso de hormigón.

Para la elaboración de las mezclas de los ensayos, se realizó de la siguiente forma:

1. Se realizó tres cilindros de hormigón para cada prototipo, donde serán evaluados a los 7,14 y 28 días, dando un total de 9 cilindros.
2. Se utilizaron moldes, acorde a los parámetros establecidos en las normas ASTM C 31 y NTE INEN 1576.
3. Se empleó probetas de medidas de 100 mm x 200 mm, en el cual, fueron rellenos con hormigón y agregado grueso o fino, el cual se compactó en dos capas, introduciendo una varilla para la compactación.
4. Luego se procedió a realizar diez golpes ligeros, esto con el fin de, liberar las burbujas de aire.
5. Luego se niveló con varilla de 3/8" para que este se formen, se debe ubicar en lugares uniforme.
6. Con descanso de 24 horas, fueron desencofrados
7. Se los ubicó dentro de la cámara de curado
8. Y finalmente, los cilindros fueron llevados a una tina con agua potable para su reposo, tal como se especifica dentro de las normas antes mencionadas.



Figura 7 Procesos y curado de cilindro de hormigón  
*Elaborado por: Jhayya (2022).*

#### **4.8 Resultados en rotura de cilindros**

Con relación a las roturas de cilindros, esto se efectuó con el fin, de conocer la resistencia a la compresión, misma que, motivó al desarrollo de elaborar hormigón con agregado fino y grueso, con distintas dosificaciones. El propósito de presentar un nuevo modelo de hormigón con el agregado ripio, diseñado con las normas vigentes, permitirá diferenciar los compuestos y las dosis que más se acopló al hormigón convencional, por ello, es importante definir la consistencia, compacidad, resistencia y durabilidad del producto.

De la misma manera, para la realización de este proceso de roturas de cilindros, se rigió en base a las normativas NTE INEN 1573, que se encuentra vigente en el territorio ecuatoriano y ASTM-C39 a nivel internacional. Este procedimiento consistió en desplegar una fuerza axial sobre el cilindro, hasta que se presentó una falla. Además se empleó una prensa hidráulica, cuya velocidad para la carga axial fue de  $0.25 + 0.05$  MPa/s, misma que, se debió mantener constante para que exista una curva de esfuerzo y deformación del hormigón, fue necesario que el lugar sea uniforme para evitar variaciones en el resultado de la prueba.

Como se mencionó anteriormente, el ensayo está compuesto por tres probetas cilíndricas, cuyas medidas son 100 mm de diámetro x 200 mm de altura, estas tres muestras fueron realizadas con dosificaciones diferentes, de las cuales serán evaluadas a los 7, 14 y 28 días.

#### 4.9 Parámetros utilizados en el proceso de los ensayos

En efecto, es necesario establecer parámetros que permitan obtener mayor resistencia en la compresión de los cilindros, por ello, las dosificaciones empleada en los diseños de hormigón, favorece a este ensayo, ya que se considera datos técnicos de granulometría de los agregados fino y grueso, como se presentan a continuación:

**Tabla 12** Datos Técnicos de los ensayos de granulometría de los agregados

*fino y grueso*

Datos Proporcionados	Agregado fino	Agregado grueso	
		Piedra 3/4	Ripio
Tamaño del agregado máximo		3/4"	3/4"
Peso Específico Seco	1348	1557	1439
Peso unitario seco compactado		1827	1523
Módulo de Fineza	2.62		3.00
Porcentaje de Absorción	2.22	3.56	7.03
Porcentaje de Humedad	4.2	1.3	3.5

Fuente: Ensayos de laboratorio

Elaborado por: Jhayya (2022)

La tabla 11, muestra los parámetros de granulometría de los agregados fino y grueso que serán empleados para los ensayos de este estudio, por ello, se detalla los datos proporcionados, el agregado fino que corresponde a arena-piedra, y dentro del agregado grueso se emplea la piedra  $\frac{3}{4}$  y ripio, con sus respectivos valores.

**Tabla 13** Datos técnicos requeridos para la dosificación del hormigón tradicional

Valores de diseño			
Revenimiento sin aire incluido	5-10cm	Cantidad de aire	2%
Resistencia requerida $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	210	Cantidad de agua	220
		Relación Agua/cemento	0.4
Coeficiente vol. Piedra	0.66	Cantidad de cemento	440
		Densidad de cemento	2850

Fuente: Ensayos de laboratorio  
Elaborado por: Jhayya (2022)

La tabla 12, muestra los valores del diseño del ensayo del hormigón tradicional, por lo que, se ha considerado el revenimiento sin aire incluido de entre 5 a 10 centímetros, cuya cantidad no debe sobrepasar del 2%, por su parte, la resistencia  $f'c$  requerida para este caso debe ser de 210 kg/cm<sup>2</sup> y su cantidad de agua debe ser de 220, la relación entre agua y cemento será de 0.4, por lo que, el coeficiente en volumen de piedra es de 0.66, donde la cantidad de cemento es 440 y la densidad de la misma consiste en 2850.

**Tabla 14** Diseño de hormigón tradicional 210 Kg/cm<sup>2</sup>

Componentes	Volumen absoluto (1m <sup>3</sup> )	Peso volumétrico del concreto	Peso en kg para 1 saco de cemento
Agua	0.2	200	20.5
Cemento	0.140	400	41.0
Aire	0.02		
Piedra	0.432	1138.5	116.77
Arena	0.208	540.8	55.47
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>2279.3</b>	

Fuente: Ensayos de laboratorio  
Elaborado por: Jhayya (2022)

Los componentes para el diseño de hormigón tradicional, requirió de cinco elementos importante como: agua (0.2), cemento (0.140), aire (0.02), piedra (0.432) y arena (0.208), todo este compendio debe sumar un volumen de 1 metro cubico, por lo que, el peso

volumétrico del concreto total debe ser de 2279.3.

**Tabla 15** Datos técnicos requeridos para la dosificación: hormigón tradicional más ripio

Valores de diseño			
Revenimiento sin aire incluido	5-10cm	Cantidad de aire	2%
Resistencia requerida $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	210	Cantidad de agua	220
		Relación Agua/cemento	0.40
Coefficiente vol. Piedra	0.66	Cantidad de cemento	490
		Densidad de cemento	2850

Fuente: Ensayos de laboratorio  
Elaborado por: Jhayya (2022)

En cuanto al diseño tradicional con ripio, la tabla 14 muestra que, un leve cambio de los requerimientos para la dosificación, la cantidad de agua debe ser de 220, la relación agua /cemento de 0.40 y la cantidad de cemento varia a 490.

**Tabla 16** Diseño de hormigón tradicional 210 Kg/cm<sup>2</sup> más ripio

Componentes	Volumen absoluto (m <sup>3</sup> )	Peso volumétrico del concreto	Peso en kg para 1 saco de cemento
Agua	0.200	200	20.6
Cemento	0.165	470	48.2
Aire	0.02		
Piedra	0.558	1884.40	170.20
Arena	0.138	340.30	34.91
Total	1	2895.70	

Fuente: Ensayos de laboratorio  
Elaborado por: Jhayya (2022)

De la misma manera, para el diseño del hormigón tradicional más el ripio, se estableció las siguientes cantidades, asociando el volumen absoluto, peso volumétrico del concreto y el peso del cemento a emplear en la mezcla, por ello, el agua será aplicada en un 0.200 ml, cuyo peso del concreto no debe sobrepasar los 200 kg y la cantidad de cemento de 20.6kg, mientras que, cemento (0.165 kg), cuyo peso debe ser de 470, el volumen absoluto de la

pedra (0.558kg), el peso del concreto consistió en 1884.40 kg, por lo que, se empleó la cantidad de 170.20 de cemento y para la arena su volumen fue de 0.138 de, el peso del concreto será de 340.30 y el cemento a implementar fue de 34.91kg.

**Tabla 17** Datos técnicos requeridos para la dosificación del ripio

Valores de diseño			
Revenimiento sin aire incluido	5-10cm	Cantidad de aire	2%
Resistencia requerida f'c (kg/cm2)	210	Cantidad de agua	205
		Relación Agua/cemento	0.41
Coefficiente vol. Piedra	0.66	Cantidad de cemento	502
		Densidad de cemento	2850

Fuente: Ensayos de laboratorio

Elaborado por: Jhayya (2022)

La tabla 16, muestra que, las dosis solo para el hormigón con ripio varia en la resistencia requerid f'c, en la f'r, en la cantidad de agua, la relación de agua/cemento, cantidad de cemento y su densidad, por lo que, para el diseño con hormigón con ripio los parámetros será diferente a lo relacionado con los otros ensayos, como se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 18** Diseño de hormigón tradicional 210 Kg/cm2 más ripio

Componentes	Volumen absoluto (1m3)	Peso volumétrico del concreto	Peso en kg para 1 saco de cemento
Agua	0.220	210	21.0
Cemento	0.290	650.60	51.5
Aire	0.02		
Ripio	0.480	1997.00	140.91
<b>Total</b>	1	2857,00	

Fuente: Ensayos de laboratorio

Elaborado por: Jhayya (2022)

Para el diseño del hormigón con ripio, se empleó una cantidad de agua de 0.220 ml de agua, de cemento 0.290 kg, aire 0.02, piedra 0.480 y como se observó en las otras dosificaciones el volumen total no sobrepasa el metro cubico, a diferencia del peso

volumétrico del concreto que pesará más, debido a la cantidad de kilogramo de cemento que se utiliza por cada componente, como se visualiza en la tabla 17.

#### **4.10 Resultado de ensayos resistencia a la compresión de los cilindros realizadas con las mezclas de prueba a los 7, 14, y 28 días**

##### **4.10.1 Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días**

Con relación al ensayo granulométrico del agregado (ripio) y hormigón convencional se presentan los siguientes hallazgos, considerando una muestra realizada en los cilindros 9:

**Tabla 19** *Ensayo de resistencia a la compresión de los cilindros a los 7 días*

N° Cilindro	% Hormigón Convencional	% Ripio	Edad Días	Carga		%
				Máxima Kg	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a 210 Kg/cm <sup>2</sup>
9	100	0	7	10825	137,89	65,81
9	75	25	7	10600	135,03	64,3
9	50	50	7	10850	138,22	65,82
9	25	75	7	10920	139,11	66,24
9	0	100	7	11250	143,31	68,24

Fuente: Ensayos de laboratorio  
Elaborado por: Jhayya (2022)

Una vez obtenido los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los cilindros a los 7 días en comparación al hormigón convencional y con ripio, se seleccionó el cilindro número nueve, donde el hormigón convencional al utilizar el 100% de esta mezcla, sin uso de ripio, a los 7 días se logró la resistencia en Kg/cm<sup>2</sup> de 137,89; mientras que, la resistencia a 210 Kg/cm<sup>2</sup> disminuyó casi a la mitad, por su parte, al emplear el 75% de hormigón y 25% de ripio, se obtuvo una resistencia 210 Kg/cm<sup>2</sup> de 64,3%, no obstante, al mantener la mitad de ambos elementos, la resistencia 210 Kg/cm<sup>2</sup> dio un valor de 65,82, mientras que, al aumentar al 75% de ripio la resistencia 210 Kg/cm<sup>2</sup> aumentó al 66,24 y al emplear el 100% del ripio la resistencia 210 Kg/cm<sup>2</sup> incrementa el 3% del porcentaje anterior.

#### **4.10.2 Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días**

Con relación al ensayo granulométrico del agregado (ripio) y hormigón convencional se presentan los siguientes hallazgos, considerando una muestra realizada en los cilindros 9, considerando un tiempo de 14 días:

**Tabla 20** Ensayo de resistencia a la compresión de los cilindros a los 14 días

<b>Nº Cilindro</b>	<b>% Hormigón Convencional</b>	<b>% Ripio</b>	<b>Edad Días</b>	<b>Carga Máxima Kg</b>	<b>Resistencia Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>% Resistencia a 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>
9	100	0	14	13275	169,11	80,53
9	75	25	14	13250	168,79	80,38
9	50	50	14	13300	169,43	80,68
9	25	75	14	13425	171,02	81,44
9	0	100	14	13475	171,66	81,74

Fuente: Ensayos de laboratorio  
Elaborado por: Jhayya (2022)

Por su parte, los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión a los 14 días, reflejó un porcentaje mucho más beneficioso, por lo que, al emplear el 100% de hormigón convencional, se consiguió el 80,53% de resistencia a 210 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que, al dividir el porcentaje entre (75-25), la resistencia no varió en su gran mayoría, sin embargo, al proporcionar igual porcentaje de material, es decir (50-50) en la mezcla de hormigón convencional y con ripio, la resistencia a la compresión subió a 80,68 Kg/cm<sup>2</sup>, incrementándose a 81,44 Kg/cm<sup>2</sup>, cuando la mezcla fue de 75% de hormigón con ripio y 25% de hormigón convencional. Finalmente, cuando solo se utilizó hormigón con ripio (al 100%), la resistencia a la compresión subió a 81,74 Kg/cm<sup>2</sup>, la más elevada en el ensayo.

#### **4.10.3 Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días**

Con relación al ensayo granulométrico del agregado (ripio) y hormigón convencional se presentan los siguientes hallazgos, considerando una muestra realizada en los cilindros 9, considerando un tiempo de 28 días:

**Tabla 21** Ensayo de resistencia a la compresión de los cilindros a los 28 días

Nº Cilindro	% Hormigón Convencional	% Ripio	Edad Días	Carga Máxima Kg	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>	% Resistencia a 210 Kg/cm <sup>2</sup>
9	100	0	14	16100	205,10	97,66
9	75	25	14	16025	204,14	97,21
9	50	50	14	16170	205,99	98,09
9	25	75	14	16600	211,46	100,70
9	0	100	14	16800	214,01	101,91

Fuente: Ensayos de laboratorio

Elaborado por: Jhayya (2022)

Por su parte, los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días, reflejó un porcentaje mucho más beneficioso, por lo que, al emplear el 100% de hormigón convencional, se consiguió el 97,66% de resistencia a 210 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que, al dividir el porcentaje entre (75-25), la resistencia no varió en su gran mayoría, sin embargo, al proporcionar igual porcentaje de material, es decir (50-50) en la mezcla de hormigón convencional y con ripio, la resistencia a la compresión subió a 98,09 Kg/cm<sup>2</sup>, incrementándose a 100,70 Kg/cm<sup>2</sup>, cuando la mezcla fue de 75% de hormigón con ripio y 25% de hormigón convencional. Finalmente, cuando solo se utilizó hormigón con ripio (al 100%), la resistencia a la compresión subió a 101,91 Kg/cm<sup>2</sup>, la más elevada en el ensayo.

#### **4.11 Análisis de los resultados**

Al finalizar la investigación experimental, se pudo conocer como parte de los hallazgos de los ensayos realizados, las evidencias suficientes para manifestar cuál es el mejor ensayo y responder al objetivo general del estudio, el cual consiste en analizar el comportamiento a compresión del hormigón con ripio para mejorar su aplicabilidad en los elementos estructurales y reducir los costos de construcción, respectivamente.

Al respecto, en la siguiente figura se presenta el resumen final de los resultados obtenidos en los ensayos experimentales, sobre la compresión del hormigón con ripio:

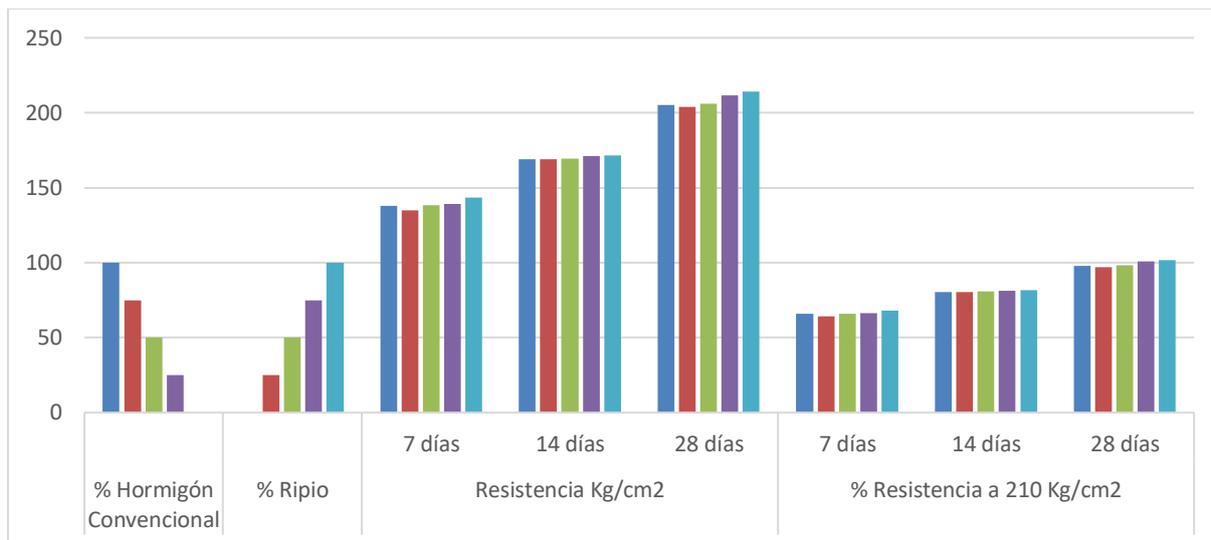


Figura 8 cuadro de resistencia

Fuente: Ensayos de laboratorio

Elaborado por: Jhayya(2022)

Como se puede apreciar en la figura, cuando aumentó el nivel porcentual de ripio y disminuyó proporcionalmente el nivel porcentual de hormigón convencional, la resistencia a 210 Kg/cm<sup>2</sup>, fue superior, incrementándose de 65,81 Kg/cm<sup>2</sup> a 68,24 Kg/cm<sup>2</sup>, en 7 días, cuando se aumentó en un 100% el nivel de ripio y se dejó de utilizar el hormigón convencional.

De la misma manera, a los 14 días, se incrementó la resistencia a la compresión del ensayo, pasando de 80,53 Kg/cm<sup>2</sup> a 81,74 Kg/cm<sup>2</sup>, cuando se aumentó en un 100% el nivel de ripio y se dejó de utilizar el hormigón convencional.

Mientras que, a los 28 días, se incrementó la resistencia a la compresión del ensayo, pasando de 97,66 Kg/cm<sup>2</sup> a 101,91 Kg/cm<sup>2</sup>, cuando se aumentó en un 100% el nivel de ripio y se dejó de utilizar el hormigón convencional.

## CONCLUSIONES

- En relación al primer objetivo, se definieron las características y parámetros técnicos para dosificar el hormigón con ripio, estableciendo su diferencia con el hormigón normal, porque cuando aumenta el ripio al 50% de la composición de la mezcla, la resistencia a la compresión del hormigón se incrementa en una cantidad de  $\text{Kg/cm}^2$  mayor que cuando la mezcla solo tenía hormigón convencional, identificándose que la mejor dosis es cuando se aplica solo hormigón con ripio.
- En relación al segundo objetivo, se identificó la resistencia a la compresión del ripio mediante un ensayo de laboratorio, el cual varió entre  $65,81 \text{ Kg/cm}^2$  sin ripio a  $68,24 \text{ Kg/cm}^2$  solo con ripio, en 7 días;  $80,53 \text{ Kg/cm}^2$  sin ripio a  $81,74 \text{ Kg/cm}^2$  con ripio, en 14 días;  $97,66 \text{ Kg/cm}^2$  sin ripio a  $101,91 \text{ Kg/cm}^2$  con ripio, en 28 días.
- En relación al primer objetivo, se presentó un nuevo modelo de hormigón con el agregado ripio, donde la mayor resistencia a la compresión, se observó en el ensayo que aplicó 100% de ripio, sin hormigón convencional, a 28 días, con  $101,91 \text{ Kg/cm}^2$ , siendo este diseñado bajo las estrictas normas vigentes, precisando su utilidad en la aplicación de diversos fines constructivos.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los expertos en Ingeniería Civil, que realicen mayor cantidad de estudios, donde efectúen ensayos para definir las características y parámetros técnicos para dosificar el hormigón con ripio, para determinar la resistencia a la compresión del hormigón y verificar su incremento paulatino, para obtener mejores mezclas de hormigón para la construcción.
- Se sugiere a la comunidad de Ingenieros Civiles, realizar investigaciones similares en otros sectores geográficos, para establecer que la mezcla del hormigón con ripio, tiene mayor resistencia a la compresión del hormigón, en cualquier sector del país o a nivel internacional.
- Es conveniente, que los profesionales en el sector de la construcción, adapten los resultados de este estudio, en su práctica laboral diaria, para mejorar la resistencia a la compresión del hormigón y reducir costos de materiales, en sus obras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, M. (2017). *Durabilidad del cemento PP-350 de Artemisa*. Cuba: Centro Técnico para el Desarrollo de los Materiales de Construcción.
- Alvarez, I. (2018). *Análisis y estudio de la red vial pavimentada de la I región*. Chile: Universidad de Chile.
- Amay, O. (2018). *Estudio de los materiales ripio y arena utilizados para la elaboración de Hormigón en el Cantón La Troncal*. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/2263/1/T-ULVR-2060.pdf>.
- Angamarca, M., & Cáceres, R. (2017). *Análisis comparativo entre hormigón convencional y hormigón de baja densidad para emplearlo en estructuras*. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador: <http://200.12.169.19:8080/bitstream/25000/5292/1/T-UCE-0011-189.pdf>.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República*. Quito, Ecuador: Lexis.
- ASTM C33. (2015). *Historical Standard: Especificación Normalizada para Agregados para Concreto*. <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C33C33M-08-SP.htm>.
- Barnet, S., Arbónes, M., Pérez, S., & Guerra, M. (Diciembre de 2017). Investigación descriptiva. *Scielo*, 15(2).
- Bermúdez, L. (2018). Capacitación: Una herramienta de fortalecimiento de la pymes. *InterSedes*, 16(33), 1-25.
- Bravo, J. (2018). *Comportamiento mecánico del Hormigón Reforzado con fibra de vidrio*. Colombia: Iberoamericana.
- Carrillo, F. (2018). *Hormigones de alta resistencia utilizando agregados del sector Ambuqui*. Quito: Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2665/1/T-UCE-0011-100.pdf>.
- Castro, C. (2018). *Capacitación profesional y técnica*. España: Unidad de Educación del Departamento de Desarrollo Sostenible.
- Crespo, S. (2018). *Materiales de construcción y obra civil*. España: Club Universitario.
- Daza, E. (2016). *Técnica y materiales de la construcción fortificada altomedieval en el Centro de la Península Ibérica*. España: Universidad Politécnica de Madrid: [http://oa.upm.es/40100/1/ENRIQUE\\_DAZA\\_PARDO\\_01.pdf](http://oa.upm.es/40100/1/ENRIQUE_DAZA_PARDO_01.pdf).
- El Comercio. (9 de Marzo de 2017). Las cifras de un buen concreto. *Las cifras de un buen concreto*, pág. 1.

- Garzón, M. (2018). *Investigación sobre el Módulo de Elasticidad del Hormigón*. Ecuador: UCE.
- Gómez, M. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Argentina: Brujas.
- Guevara, G., Hidalgo, C., Pizarra, M., & Rodríguez, I. (2017). *Efecto de la variación agua/cemento en el concreto* (Vol. 25). Tecnología en Marcha.
- Helene, P. (2017). *Manual para la reparación y protección de las estructuras concreto*. México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.
- Hurtado, J. (2017). *Determinación del módulo de rotura en vigas de hormigón, fabricado con materiales procedentes de la Cantera Ramírez*. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2575/1/T-UCE-0011-90.pdf>.
- Instituto Ecuatoriano de Cemento y Homrigón. (2016). *Norma Ecuatoriana de la Construcción - NEC: Estructuras de Hormigón Armado*. Quito: INEN.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2017). *Norma Ecuatoriana de la Construcción - NEC: Estructuras de Hormigón Armado*. . Quito: INEN.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2017). *NTE INEN 2617: Hormigón de Cemento Hidráulico. Agua para Mezcla. Requisitos*. Quito: INEN.
- Jiménez, P. (2017). *Hormigón Armado*. España: EHE.
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2018). *Diseño y control de mezclas de concreto*. Llinois: PCA.
- López, P. (2018). *Durabilidad del hormigón en ambiente marino*. Madrid: INTEMAC.
- López, P. (2018). Población, muestra y muestreo. *Punto cero*, 9(8), 15.
- Martínez, J. (2017). *Arquitectura Medieval*. España: Universidad de Madrid.
- McKernan, J. (2017). *Investigación - acción y curriculum*. España: Morata S.L.
- Minsiterio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2018). *Norma ecuatoriana de la construcción. NEC-SE-HM*. Ecuador: Minsiterio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- Monje, C. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica*. Neiva, Colombia: Universidad Surcolombiana.
- Moreno, M. (2017). *Introducción a la metodología de la investigación educativa*. Guadalajara: Progreso.
- Peña, D. (2016). *Estudio comparativo entre hormigones*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato:  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/11818/1/Tesis%20901%20-%20Pe%c3%b1a%20Galv%c3%a1n%20Diana%20Isabel.pdf>.
- Ramírez, J., & Rodas, S. (2019). *Estudio definitivo de la rehabilitacion del Camino Vecinal San Juan*. Tarapoto – Perú: Universidad Nacional de San Martín:

<http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3332/CIVIL%20-%20John%20Jhander%20Ram%C3%ADrez%20Guerrero%20%26%20Steven%20Cristian%20Rodas%20Tenazoa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- Riquelme, J. (2017). *Validación de un método analítico para la determinación de residuos*. Chile: Universidad de Concepción.
- Rivero, J. (2018). *Manual Técnico de Construcción HOLCIM APASCO*. Distrito Federal: Fernando Porrúa.
- Robles, F., & Taípe, D. (2016). *Tipo de materiales*. México: UANIN.
- Rodríguez, C. (2017). *Evaluación de un modelo de capacitación técnica en un Multinacional de Equipo pesado*. México: Universidad Jesuita de Guadalajara.
- Rodríguez, J. (2016). *estudio y diseño del sistema vial de la Comuna San Vicente de Cucupuro*. Quito, Ecuador: Universidad Internacional del Ecuador: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2156/1/T-UIDE-1233.pdf>.
- Romo, M. (2018). *Temas de hormigón armado*. Guayaquil: ESPE.
- Rostam, L. (2017). *Tecnología moderna de durabilidad*. Madrid: INTEMAC.
- Sánchez, A. (2018). *Análisis de la aplicabilidad de los áridos reciclados mixtos en hormigones*. Catalunya: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Sánchez, M. (2018). Estudio sobre la utilización de árido reciclado para la fabricación de Hormigón Estructural. *Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, 4(3)*, 13-16.
- Tlapanco, H. (Marzo de 2018). Experimentos en una ciencia no experimental. *Redalyc, LXXV(295)*.
- Toirac, J. (2018). La resistencia a compresión del hormigón, condición necesaria pero no suficiente para el logro de la durabilidad de las obras. *Ciencia y sociedad*, 463 - 504.
- Trinchet, C., Trinchet, R., Chacón, A., & Méndez, G. (2018). La experimentación: paso final y determinante para validar el proceso de investigación científica en medicina. *Scielo*, 32 - 33.
- Valverde, S. (2017). Caracterización físico-mecánica del hormigón estructural fabricado con áridos reciclados. *Anales de Edificación, 3(1)*, 24-31.
- Varona, F., López, J., & Bañón, L. (2017). *Apuntes de hormigón armado*. España: EPNUA.