



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

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**TEMA**

**ELABORACIÓN DE FICHA TÉCNICA PARA EL ANÁLISIS  
COMPARATIVO DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN CON  
AGREGADOS ALTERNATIVOS**

**TUTOR**

**MGTR. ALEXIS VALLE BENITEZ**

**AUTOR**

**GIULIANA ANDREA RON ROMERO**

**GUAYAQUIL**

**2023**



<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>	
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>	
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b> Elaboración de Ficha Técnica Para el Análisis Comparativo de Elementos de Hormigón con Agregados Alternativos.	
<b>AUTOR/ES:</b> Ron Romero Giuliana Andrea	<b>TUTOR:</b> Valle Benitez Alexis Wladimir
<b>INSTITUCIÓN:</b> Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil	<b>Grado obtenido:</b> Ingeniero civil.
<b>FACULTAD:</b> INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN.	<b>CARRERA:</b> INGENIERÍA CIVIL.
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b> 2023.	<b>N. DE PÁGS:</b> 84
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Arquitectura y Construcción.	
<b>PALABRAS CLAVE:</b> Hormigón, Ensayo de materiales, Control de calidad.	
<b>RESUMEN:</b> En la actualidad, existen diversas razones que han motivado al ser humano para poder reemplazar, o adicionar agregados poco comunes a la mezcla de hormigón tradicional, la cual se conforma por: Cemento, arena, piedra y agua. El presente estudio se enfoca en el análisis comparativo de elementos de hormigón que fueron diseñados con diferentes agregados alternativos, habiendo seleccionado ocho proyectos de titulación de estudiantes previo a la obtención del título de ingeniero civil, los cuales constan en el repositorio digital de la ULVR, mediante un alcance descriptivo de las tesis seleccionadas, se llevará a cabo una investigación documental realizando el análisis para determinar si los agregados alternativos son una alternativa viable y efectiva para sustituir los agregados convencionales en la producción de elementos de hormigón. En este sentido, las mismas analizarán las propiedades físicas, mecánicas y durabilidad de los elementos de hormigón elaborados con agregados alternativos en comparación con aquellos elaborados con agregados convencionales; Obteniendo así una ficha técnica que evaluará el cumplimiento o no cumplimiento de cada uno de los parámetros.	
<b>N. DE REGISTRO (en base de datos):</b>	<b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>

<b>DIRECCIÓN URL (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> Ron Romero Giuliana Andrea.	<b>Teléfono:</b> 0991237578	<b>E-mail:</b> gronr@ulvr.edu.ec  giulianandrea@hotmail.com
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	Mgtr. Genaro Raymundo Gaibor Espín <b>Teléfono:</b> (04) 2596500 <b>Ext.</b> 241 <b>E-mail:</b> ggaibore@ulvr.edu.ec Mgtr. Alexis Wladimir Valle Benitez <b>Teléfono:</b> (04) 2596500 <b>Ext.</b> 242 <b>E-mail:</b> avalleb@ulvr.edu.ec	

## CERTIFICADO DE SIMILITUD

TEMA: ELABORACIÓN DE FICHA TÉCNICA PARA EL ANÁLISIS COMPARATIVO DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN CON AGREGADOS ALTERNATIVOS

NOMBRE: GIULIANA ANDREA RON ROMERO

ELABORACIÓN DE FICHA TÉCNICA PARA EL ANÁLISIS COMPARATIVO DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN CON AGREGADOS ALTERNATIVOS

### INFORME DE ORIGINALIDAD

8%	10%	4%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	loja.gob.ec Fuente de Internet	1%
2	www.dominiodelasciencias.com Fuente de Internet	1%
3	riunet.upv.es Fuente de Internet	1%
4	new.cotecno.cl Fuente de Internet	1%
5	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	pagina-prueba.cypma.mx Fuente de Internet	1%
8	bibliotecasdelecuador.com Fuente de Internet	1%

ATENTAMENTE,

Mgr. Alexis Wladimir Valle Benítez

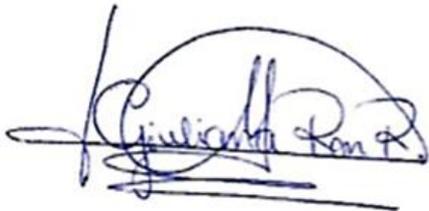
PROFESOR TUTOR

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado GIULIANA ANDREA RON ROMERO, declara bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, "ELABORACIÓN DE FICHA TÉCNICA PARA EL ANÁLISIS COMPARATIVO DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN CON AGREGADOS ALTERNATIVOS", corresponde totalmente a el suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Autor(es)

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Giuliana Ron Romero", with a large, stylized flourish above the name.

GIULIANA ANDREA RON ROMERO

C.I. 0926960725

## **CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR**

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación Elaboración de Ficha Técnica Para el Análisis Comparativo de Elementos de Hormigón con Agregados Alternativos, designado 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 Trabajo de Titulación, titulado: Elaboración de Ficha Técnica Para el Análisis Comparativo de Elementos de Hormigón con Agregados Alternativos, presentado por el estudiante (s) GIULIANA ANDREA RON ROMERO como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:

MGTR. ALEXIS WLADIMIR VALLE BENITEZ

C.C. 0921620720

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios; por cuidar de mi camino, brindándome su guía y fortaleza a lo largo de mi vida para poder alcanzar este anhelado deseo.

A mis padres; Tanya Romero y Luis Ron por ser pilares fundamentales en mi vida, y darme las herramientas para que hoy pueda alcanzar con éxito la culminación de mi carrera universitaria.

A mi novio; por estar ayudándome desde el inicio en este tema de investigación, siendo mi apoyo incondicional, y mi principal consejero.

A mis compañeros de curso; Juan Tintín y Paula Yturralde, porque juntos hemos sido un grupo en donde nos hemos dado la mano en cada trayecto de nuestra vida universitaria.

A mi tutor; Msc. Alexis Valle, por ser un profesional con gran calidad humana que apoya siempre a sus estudiantes a dar lo mejor de sí.

## DEDICATORIA

Quiero dedicarle este trabajo de investigación a las personas más importantes de mi vida:

A mi madre; Tanya Romero Nieto, quien con su amor y cuidados supo brindarme siempre las palabras y consejos correctos para guiarme por un buen camino, enseñándome a priorizar y trabajar siempre por lograr mis metas. Tengo la certeza que, aunque ella no pueda estar terrenalmente a mi lado en este momento tan importante en mi vida, está observándome con orgullo desde el cielo, porque su niñita por fin ha alcanzado una meta tan importante, de muchas más que vendrán en la vida profesional.

A mi padre; Arq. Luis Ron Peñaloza, Papá este éxito también es tuyo. Recuerdo cuando era una niña de apenas cinco años, y me llevabas cargada en tus hombros a tus recorridos de obra. Desde ese momento; esa pequeña niña que se ponía tus botas y te decía que te acompañaría al trabajo; marcó su destino, permitiéndole a Dios y a la vida que me trajeran hasta este momento. Gracias por ser ese gran ejemplo para mí de lo que es un profesional íntegro y capaz. Gracias por ser mi primer maestro.

A mi novio; Mi snowman, el hombre que más admiro, quién siempre está para ser mi apoyo y mi complemento. Amor, gracias por ser mi catapulta; impulsándome en cada momento a dar lo mejor de mí y seguir creciendo cada día. Amo compartir mi vida contigo, y quiero que seas tú la persona que me acompañe en cada trayecto del camino. Me inspiras a ser mejor. Gracias porque sé que en mis triunfos siempre estarás para celebrarlos como si fueran tuyos, y que en mis derrotas estarás a mi lado para darme la mano y levantarme, porque tú y yo somos uno.

## RESUMEN

En la actualidad, existen diversas razones que han motivado al ser humano para poder reemplazar, o adicionar agregados poco comunes a la mezcla de hormigón tradicional, la cual se conforma por: Cemento, arena, piedra y agua. El presente estudio se enfoca en el análisis comparativo de elementos de hormigón que fueron diseñados con diferentes agregados alternativos, habiendo seleccionado ocho proyectos de titulación de estudiantes previo a la obtención del título de ingeniero civil, los cuales constan en el repositorio digital de la ULVR, mediante un alcance descriptivo de las tesis seleccionadas, se llevará a cabo una investigación documental realizando el análisis para determinar si los agregados alternativos son una alternativa viable y efectiva para sustituir los agregados convencionales en la producción de elementos de hormigón. En este sentido, las mismas analizarán las propiedades físicas, mecánicas y durabilidad de los elementos de hormigón elaborados con agregados alternativos en comparación con aquellos elaborados con agregados convencionales; Obteniendo así una ficha técnica que evaluará el cumplimiento o no cumplimiento de cada uno de los parámetros.

**Palabras clave:** Hormigón, Ensayos de materiales, Control de calidad.

## ABSTRACT

At present, there are various reasons that have motivated the human being to be able to replace, or add unusual aggregates to the traditional concrete mix, which is made up of: Cement, sand, stone and water. The present study focuses on the comparative analysis of concrete elements that were designed with different alternative aggregates, having selected eight student degree projects prior to obtaining the civil engineering degree, which appear in the ULVR digital repository, Through a descriptive scope of the selected theses, a documentary investigation will be carried out, carrying out the analysis to determine if the alternative aggregates are a viable and effective alternative to replace conventional aggregates in the production of concrete elements. In this sense, they will analyze the physical, mechanical and durability properties of the concrete elements made with alternative aggregates in comparison with those made with conventional aggregates; This obtaining a technical file that will evaluate the compliance or non-compliance of each of the parameters.

**Keywords:** Concrete, Materials testing, Quality Control.

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I ENFOQUE DE LA PROPUESTA.....	2
1.1 Tema.....	2
1.2 Planteamiento del Problema .....	2
1.3 Formulación del Problema .....	4
1.4 Objetivo General .....	4
1.5 Objetivos Específicos .....	4
1.6 Hipótesis .....	4
1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad. ....	5
CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL.....	6
2.1 Marco Teórico .....	6
2.1.1 Ficha Técnica .....	13
2.1.2 Componentes del Hormigón .....	14
2.1.3 Cemento.....	14
2.1.3.1 Propiedades del cemento. ....	14
2.1.3.2 Clasificación de los cementos Portland.....	15
2.1.4 Agua.....	16
2.1.4.1 Relación agua cemento (a/c). ....	17
2.1.5 Agregados .....	18
2.1.6 Hormigón.....	20
2.1.7 Características generales del hormigón.....	21
2.1.8 Propiedades del hormigón .....	22
2.1.9 Propiedades del hormigón fresco .....	25
2.1.10 Propiedades mecánicas del hormigón endurecido .....	26
2.1.11 Propiedades mecánicas. ....	28

2.1.12	Ensayos no destructivos del hormigón .....	31
2.1.12.1	Tipos de ensayos no destructivos.....	32
2.1.11.2	Clasificación de los ensayos no destructivos .....	32
2.2	Marco Legal .....	33
2.2.1	Normativa nacional .....	33
2.2.2	Reglamento general a la Ley Orgánica de Educación Superior .....	33
2.2.3	Reglamento de titulación de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil .....	34
2.2.4	Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida.....	35
2.2.5	Normativa del Ensayo.....	35
2.2.6	Normas Ecuatorianas de la Construcción .....	37
2.2.7	Normas extranjeras usadas para la norma NEC-SE- HA de las NECs	37
2.2.8	Muestreo y ensayo del hormigón fresco. ....	38
CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO.....		40
3.1	Enfoque de la investigación .....	40
3.1	Alcance de la investigación: (Exploratorio, descriptivo o correlacional) .....	40
3.2	Técnica e instrumentos para obtener los datos .....	41
3.2.1	Técnica.....	42
3.3.2.	Instrumentos.....	42
3.3	Población y muestra.....	43
CAPÍTULO IV PROPUESTA.....		44
4.1.1	Presentación de ficha técnica .....	44
4.1.2	Análisis de resultados.....	48
4.1.3	Aplicación de la ficha técnica en proyectos de titulación analizados ....	50
CONCLUSIONES .....		59
RECOMENDACIONES .....		60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		61

ANEXOS.....	68
-------------	----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Línea de investigación institucional .....	5
Tabla 2 Compuesto del cemento.....	15
Tabla 3 Clasificación del cemento por uso .....	16
Tabla 4 Guía de observación .....	42
Tabla 5 Encabezado de la ficha técnica.....	44
Tabla 6 Datos técnicos del diseño de hormigón fresco .....	45
Tabla 7 Resultados .....	46
Tabla 8 Factor de cumplimiento .....	47
Tabla 9 Resumen de datos .....	48
Tabla 10 Resumen de datos .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cemento .....	14
Figura 2 Agua .....	17
Figura 3 Relación agua - cemento .....	18
Figura 4 Agregado grueso.....	19
Figura 5 Agregado fino.....	20
Figura 6 Hormigón fresco.....	21
Figura 7 Trabajabilidad del hormigón .....	22
Figura 8 Permeabilidad .....	24
Figura 9 Cohesión de agregados en mezcla .....	25
Figura 10 Cono de Abrams .....	26
Figura 11 Hormigón estructural .....	27
Figura 12 Hormigón no estructural .....	27
Figura 13 Resistencia a compresión .....	29
Figura 14 Resistencia a la flexión.....	30
Figura 15 Ensayo de rebote .....	31
Figura 16 Ensayo de extracción de núcleos de concreto .....	32

Figura 17 Gráfico de ficha .....	48
Figura 18 Ficha técnica agregado ceniza volcánica y fibra de vidrio .....	50
Figura 19 Ficha técnica agregado de cáscara de cereales .....	51
Figura 20 Ficha técnica agregado de Fibras de PET reciclado y fibras de acero ....	52
Figura 21 Ficha técnica agregado de arena volcánica, fibra de acero y PET .....	54
Figura 22 Ficha técnica agregado de toba volcánica .....	55
Figura 23 Ficha técnica agregado de ripio .....	56
Figura 24 Ficha técnica agregado de fibra de acero y caucho reciclado .....	57
Figura 25 Ficha técnica agregado de fibra de acero .....	58

### **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1.- Formato de ficha técnica.....	68
Anexo 2.- Certificado Ing. Reyes Jaime. ....	69
Anexo 3.- Certificado Ing. Acosta Arcos.....	70
Anexo 4.- Certificado Ing. Salvatierra Espinoza. ....	71

## INTRODUCCIÓN

Todo elemento estructural o no estructural que sea elaborado con hormigón, debe cumplir con parámetros establecidos en las normas que emiten las asociaciones profesionales, estatales y de control de ensayos y pruebas, para su dosificación correcta para la elaboración del hormigón fresco y endurecido.

En tal virtud, esta tesis desde su objetivo general busca elaborar un documento técnico que facilite el análisis rápido de saber, si la dosificación, resistencias y ensayos destructivos o no destructivos cumplen con los estándares técnicos dentro del marco normativo. Para esto, siguiendo el análisis de la hipótesis, se revisará la teoría sobre, la durabilidad de los hormigones diseñados en cada una de las tesis; así como, la resistencia a la compresión y a la flexión, la cohesión de los agregados y la permeabilidad de cada uno de los elementos fabricados para los ensayos.

Según lo expresado por Berdejo (2020), sobre que una ficha técnica tendrá su valor agregado depende de la utilidad que se le dé, del sector de aplicabilidad y del tipo de producto.

La ficha técnica es el instrumento que permite observar de una forma ágil, las características inherentes de un producto o de un servicio; los datos que se levante en una ficha técnica, deben contener parámetros y propiedades relacionadas al objeto para el cual se diseña este formato; por ejemplo, se puede citar las fichas técnicas de los materiales de construcción, equipos y maquinarias pesadas.

Así mismo, existen fichas técnicas de evaluación para efectos comparativos y de calidad, determinando la aplicabilidad en uso comercial, de producción y de servicio; la figura geométrica que se empleará para la gráfica comparativa será el pentágono, donde cada vértice del pentágono se construye mediante parámetros técnicos desde el comportamiento mecánico y de los esfuerzos. En general, se elabora un vértice del pentágono obteniendo los valores de cero a uno obtenidos de los ensayos realizados en las tesis escogidas para este estudio.

# CAPÍTULO I

## ENFOQUE DE LA PROPUESTA

### 1.1 Tema

Elaboración de ficha técnica para el análisis comparativo de elementos de hormigón con agregados alternativos.

### 1.2 Planteamiento del Problema

En la Ingeniería Civil como en otras ciencias, existen normas, pruebas de protocolos, guías, publicaciones científicas, dadas por asociaciones profesionales, gubernamentales y estatales, que regulan y codifican los procesos, ensayos y pruebas de elementos estructurales, no estructurales y diversos tipos de materiales, que se utilizan en los diseños y construcciones de obras civiles.

El Instituto Americano del Concreto por sus siglas en inglés **ACI** de American Concrete Institute; así como, la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes o por sus siglas en inglés **AASHTO**, de American Association of State Highway and Transportation Officials, son estas entidades las cuales se dedican a las actividades descritas en el párrafo que antecede; en ellas se puede encontrar los códigos que son la base de reglamentaciones y catálogos regionales y locales, como en el Ecuador lo son las Normas Técnicas Ecuatorianas **NTE** y del Instituto Ecuatoriano de Normalización **INEN**.

En las últimas décadas, estudiantes de pregrado y posgrado de varias universidades han desarrollado sus tesis orientadas a proponer, diseñar y elaborar elementos que puedan reemplazar productos relacionados a materiales de construcción, prototipos y modelos a escalas, buscando reemplazar una parte o la totalidad de ellos, para darles un uso adicional a elementos que ya pierden su funcionalidad, adicionando ciertos productos a mezclas de hormigón fresco, tales como: caucho de llantas, vidrios, materiales orgánicos deshidratados, entre otros.

Muchos ensayos y pruebas elaborados por los estudiantes en sus tesis, buscan comprobar sus hipótesis de darle a elementos estructurales y no estructurales, características físicas y mecánicas, muy similares a lo diseñado de forma tradicional o de la base cero; reemplazando proporciones en cuanto a los agregados gruesos, finos y hasta los aglutinantes, o en su defecto adicionando

fibras sintéticas o naturales que les permitan generar diseños de vanguardia y cumpliendo parámetros de innovación.

La Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, dentro de su Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción, los estudiantes de titulación han elaborado un sinnúmero de tesis sobre diseños de elementos de hormigón con variantes en el diseño de la mezcla y sobre el comportamiento de los mismos, analizando varios parámetros técnicos; luego de la revisión a varias de las tesis que reposan en el repositorio de la ULVR, se pudo identificar que cada una de ellas busca obtener valores de resistencias a varios tipos de esfuerzos; pero cada una de ellas, lo realiza de maneras dispersas e independientes.

Lo que se propone en este trabajo de titulación, es realizar un análisis de comparación e identificación de las tesis de estudio, tomando como una muestra significativa las siguientes:

1. “Hormigón con fibra de acero y caucho reciclado para mitigación ambiental en el sector de la construcción de guayaquil” (Robayo, 2022).
2. “Diseño de hormigón hidráulico para adoquín vehicular de alta resistencia utilizando arena volcánica, fibra de acero y PET” (Pérez & Pullas, 2022).
3. “Estudio de los materiales piedra y arena utilizados para la elaboración del hormigón en el cantón la troncal provincia del cañar” (Amay, 2018).
4. “Diseño de hormigón utilizando toba volcánica como medio para minimizar los impactos ambientales” (Romero, 2021).
5. “Comparativo de las propiedades mecánicas del concreto con fibras de PET reciclado y concreto con fibras de acero” (Cobos, 2021).
6. “Características mecánicas del hormigón tradicional y no tradicional agregando cáscara de cereales” (Cuadrado, 2022).
7. “Características mecánicas del hormigón tradicional y hormigón no tradicional con agregado de fibra de acero” (Burgos & Chávez, 2022).
8. “Características mecánicas del hormigón tradicional y hormigón con ceniza volcánica y fibra de vidrio” (Intriago & Quiroz, 2022).

El análisis de comparación se realizará mediante una ficha técnica en la cual, se identificará los siguientes parámetros: el tipo de elemento, norma a la que se rige, geometría el testigo del ensayo; para el comportamiento y funcionalidad del

elemento. Para el Análisis técnico del comportamiento del elemento se utilizará el gráfico de pentágono, en el cual se revisará el valor de escala de uno al cinco, ponderando la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión, la durabilidad, cohesión de los agregados y la permeabilidad.

### **1.3 Formulación del Problema**

¿Cuál será el cumplimiento en la revisión de los ensayos elaborados en varias muestras de elementos de hormigón determinados en las tesis seleccionadas?

### **1.4 Objetivo General**

Elaborar una ficha técnica mediante la cual se evaluarán las características de durabilidad, resistencia a la flexión, resistencia a la compresión, cohesividad y la permeabilidad de los diferentes elementos de hormigón con agregados alternativos para la certificación del cumplimiento en el resultado de sus ensayos acorde a la normativa tradicional.

### **1.5 Objetivos Específicos**

- Revisar la documentación de ensayos de elementos de hormigón realizados con agregados alternativos.
- Evaluar las características físicas y mecánicas en los ensayos de hormigón.
- Caracterizar un modelo de ficha que cubra las expectativas técnicas de los elementos de hormigón con agregados alternativos.

### **1.6 Hipótesis**

Al tener una ficha técnica de evaluación donde se pueda visualizar mediante una gráfica, los parámetros técnicos para contrastar las características físicas y mecánicas de: durabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, cohesión de los agregados y permeabilidad de las probetas de hormigón, permitiría un mejor análisis técnico para tomar decisiones sobre la incorporación de agregados alternativos.

## 1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.

**Tabla 1**

*Línea de investigación institucional*

Dominio	Línea Institucional	Líneas de Facultad
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco amigable, industria, y desarrollo de energías renovables.	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.	Materiales de Construcción.

**Fuente:** Universidad Laica Vicente Rocafuerte [ULVR] (2023)

## **CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL**

### **2.1 Marco Teórico**

Según la investigación de Flores Peña Palmer (2019) en su informe del “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con aditivos de microsílíce y nanosílíce” (p. 1), se realizó el enfoque de poder comparar la incorporación del nanosílíce y microsílíce en diversas dosificaciones y como pueden estos llegar a influir en las propiedades mecánicas de la mezcla de concreto tales como; resistencias a compresión, flexión y a la tracción. los cuales demostraron que al agregar estos aditivos la docilidad del concreto en su etapa fresca disminuyó, pero al momento del endurecimiento del concreto hubo mejorías en sus propiedades mecánicas.

Acorde a López Jaime (2018) en su investigación de “Análisis comparativo de resistencias de una mezcla estándar de concreto con agregados alternos y convencionales” (p. 1), para la cual fueron elaboradas 8 mezclas con agregados gruesos sumándole arena de río y 8 mezclas con los mismos agregados gruesos junto con arena de sílice como agregado fino, se ha demostrado que en los resultados obtenidos de sus ensayos que la resistencia a la compresión obtenida a los 7, 14 y 28 días se encontraban acorde a los rangos dentro de la normativa NTE INEN 3124 demostrando así la funcionabilidad de trabajar con las mezclas que poseen los agregados alternos.

En concordancia a lo expresado por Becker (2019) en su investigación técnica acerca de “Durabilidad del comportamiento del hormigón estructural durante su vida de servicio” (p. 1), se refiere a la durabilidad del hormigón como una habilidad importante del material para poder resistir a la erosión, medio ambiente, ataques físicos, entre otros procesos de deterioro del hormigón durante su ciclo de vida para el cual fue diseñado. Además, es de suma importancia el estudio minucioso de las cargas actuantes sobre la estructura al momento de la etapa de diseño de un proyecto, y las condiciones a las que Esta será expuesta.

La cohesión de los agregados de una mezcla de hormigón es fundamental para que la resistencia a la compresión y a la flexión se puedan cumplir, por lo cual acorde a lo expresado por Torres (2022) en su tesis de “Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón utilizando como agregado concreto reciclado” (p. 1), resalta que el uso del agregado de concreto reciclado para la elaboración de hormigón surge como una medida de reutilización de los residuos de las demoliciones de construcciones, y que a su vez cumplen con los estándares de las características físicas y mecánicas de resistencia de un hormigón tradicional.

Acorde a lo propuesto por Cornejo (2019) en su tesis “Análisis comparativo de la magnitud de las características físico mecánicas y costo de materiales de un concreto con adición de viruta de caucho reciclado en porcentajes de 5, 7.5 y 10% del agregado fino, ciudad del Cusco; respecto al concreto patrón de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ” (p. 1), de realizar una nueva propuesta de concreto adicionando viruta de caucho para poder mejorar las características mecánicas, y en los resultados de sus ensayos se demostró que la adición al 5% de la viruta de caucho se asemeja al concreto tradicional, y logra reducir costos a nivel de adquisición del material.

Según Salvador D. (2020) en su investigación “Análisis comparativo de la resistencia a la flexión de concreto simple con fibras de cabuya, Trujillo, 2020” (p. 1), el uso del agregado alternativo de la fibra de cabuya en diferentes proporciones, aporta un desarrollo de construcción sustentable, logró como resultado en sus ensayos de laboratorio alcanzar un aumento en la propiedad mecánica del concreto a los 28 días, y un incremento en la resistencia a la flexión con el 45% de los resultados positivos.

Angelino D. (2019) en su investigación del “Análisis comparativo entre la ductilidad de un concreto patrón  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  y un concreto  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  adicionado con  $0.6 \text{ kg/m}^3$  y  $1.0 \text{ kg/m}^3$  de fibras sintéticas, cusco – 2019” (p. 1), quiso comparar los valores de ductilidad entre un concreto tradicional, versus un concreto agregando fibras sintéticas de Sikafiber, por lo cual elaboró probetas cilíndricas para ser sometidas a los ensayos de resistencia a compresión y de elasticidad a los 28 días según lo estipulado en la norma ASTM C39, y concluyó que el concreto añadido

con 1.0 kg/m<sup>3</sup> de fibras sintéticas aumentó sus características mecánicas al 14,81% frente al concreto tradicional.

Según los técnicos Saavedra y Ccorimanya (2019) en su tesis “Análisis comparativo del módulo de elasticidad a compresión y peso volumétrico de concretos convencionales y concretos ligeros fabricados con perlas de poliestireno expandido (PPE)” (p. 1), manifiestan que en su estudio experimental emplearon el uso de perlas de poliestireno expandido, realizando ensayos comparativos de probetas cúbicas de 6 pulgadas de diámetro y 12 pulgadas de altura de un concreto tradicional de 210kg/cm<sup>2</sup> y de concretos del 10 al 30% de peso reemplazados en volumen con las perlas en cambio del agregado fino. Los ensayos demostraron que el concreto adicionando perlas de poliestireno hasta el 10% logró un aumento en su resistencia y una disminución en su peso volumétrico en comparación con el concreto tradicional de  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ .

Vega M. (2019) en su investigación “Análisis comparativo de la resistencia a la compresión del concreto utilizando cementos adicionados sometidos a acción de sulfatos – Ancón, 2019” (p. 1), determina que la relación del concreto elaborado con cementos adicionados, posterior a los ensayos de probetas sometidas a la acción de sulfatos en un periodo de inmersión de 28 a 45 días no demuestran pérdida de la resistencia a la compresión de los diferentes concretos, y obtiene un incremento en su resistencia del 6.53% .

Aucca y Carbajal (2021) en su trabajo de investigación “Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto tradicional, con respecto a un concreto traslucido, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes” (p. 1), realizaron un análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto de  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  mezclado con un aditivo plastificante HP 300, respecto a otros concretos sustituidos de su agregado fino por vidrio reciclado molido en diversos porcentajes 50, 75 y 100%. Para el caso del concreto con agregado de vidrio reciclado molido se demostró un incremento en su resistencia a la compresión cuando se sustituye al 50%, y una mayor capacidad de aislamiento térmico.

Según la investigación de Baca N. (2019) “Estudio comparativo de las propiedades físico – mecánicas del mortero de cemento Pórtland tipo Ip elaborado con residuos de mármol en porcentajes del 10%, 15% y 20% producto de la explotación de la cantera de Cullpahuanca – Quispicanchi – Cusco” (p. 1), la cual se centró en realizar la comparación de un mortero de cemento pórtland tipo Ip con residuos de mármol, junto con un mortero tradicional de cemento pórtland Ip; evidenciándose un incremento de 7.05% de la resistencia en el mortero con 15% de sustitución de los residuos de mármol.

Rondo A. (2021) en su tesis “Estudio de las propiedades del concreto de alta resistencia  $f'c=600\text{kg/cm}^2$ , adicionando microsílíce, nanosílíce y superplastificante – Trujillo – 2021” (p. 1), determinó un diseño de concreto de alta resistencia, y realizó la comparación de como influyen los aditivos en concreto fresco y endurecido. Realizó 3 diseños de mezcla de acuerdo a la norma ACI 211.4 con aditivo de microsílíce al 5, 8 y 10%, nanosílíce y superplastificante al 2%, obteniendo como resultado una resistencia a la compresión de  $740\text{kg/cm}^2$  a los 28 días, con el diseño del microsílíce al 10%. Nanosílíce y superplastificante al 2%, por lo cual se concluyó que la mezcla de concreto con esas dosificaciones obtiene resultados positivos en sus propiedades físicas y mecánicas.

Según Pérez y Ochoa (2021) en su trabajo de investigación “Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un mortero adicionado con ceniza de cáscara de arroz con respecto a un mortero patrón de calidad  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ ” (p. 1), se realizó el análisis de la adición de ceniza de cáscara de arroz al mortero para poder determinar si existía un incremento en su resistencia a la compresión. La ceniza de cáscara de arroz en el mortero funcionó como una puzolana artificial de acuerdo a la norma NTP 334.104. Se realizó un diseño de mezclas al 2.5%, 5% y 7.5% de adición de la ceniza de cáscara de arroz. Para los casos de la adición de la ceniza al 2.5%, 5% y 7.5% incrementó la resistencia a la compresión al 7.31% a los 28 días mejorando su consistencia en todas las dosificaciones establecidas.

Para Huayta J. (2019) en su investigación “Análisis comparativo entre la resistencia a la compresión del concreto tradicional y concreto modificado con cal de conchas de abanico” (p. 1), determinó el efecto de la cal de conchas de abanico en la

mejoría de la resistencia a la compresión de un concreto de  $F'c= 175\text{kg/cm}^2$ . Se realizó probetas de concreto con 0%, 3%, 4% y 5% de conchas de abanico, y los resultados indicaron que la resistencia a la compresión fue de  $220.34\text{kg/cm}^2$  a los 28 días al adicionar 3% de conchas de abanico,  $216.74\text{kg/cm}^2$  para la adición del 4% y  $214.86\text{kg/cm}^2$  al 5% de adición. Habiendo superado al diseño de mezcla.

En la investigación de Chávez J. y Pincay C. (2018) “Estudio comparativo del comportamiento mecánico entre placas decorativas de piedra natural y placas decorativas a base de mezcla de hormigón con inclusión de vidrio reciclado” (p. 1), se presenta la alternativa de un material de construcción como lo son las placas decorativas, por una hecha a base de mezcla de hormigón con vidrio reciclado, de la cual en el ensayo de resistencia a la flexión de  $39\text{kg/cm}^2$  y un resultado de 20mm en su resistencia a la abrasión, estando en el rango de los parámetros aceptados por norma en comparativa con una placa decorativa de piedra natural.

Acorde a la investigación de Bustamante C. (2021) “Análisis comparativo de mezclas de hormigón con ripio y mezclas de hormigón tradicional” (p. 1), el autor buscó realizar un análisis para poder comparar las características físicas y mecánicas del hormigón agregado con ripio, realizando dosificaciones para mezclas de hormigón de  $F'c= 210\text{kg/cm}^2$ ,  $250\text{kg/cm}^2$  y  $280\text{kg/cm}^2$ , teniendo como resultados para el diseño de  $210\text{kg/cm}^2$  a los 28 días una resistencia a la compresión de  $212.5\text{kg/cm}^2$ , para el diseño de  $250\text{kg/cm}^2$  a los 28 días se obtuvo una resistencia de  $253.2\text{kg/cm}^2$  y para el diseño de  $280\text{kg/cm}^2$  a los 28 días se obtuvo una resistencia de  $281.8\text{kg/cm}^2$  siendo en todos sus resultados superior al diseño tradicional.

Según los técnicos Huamán M. y Rodríguez T. (2022) en su investigación de tesis “Comparación de propiedades físicas y mecánicas del hormigón tradicional y el hormigón con fibras metálicas recicladas” (p. 1), teniendo como objetivo el determinar las propiedades físicas y mecánicas del hormigón con virutas de acero ASTM A36, se realizó probetas utilizando la viruta de acero en dosificaciones de 0.6%, 1.5% y 6% en reemplazo del agregado fino. Dando en los resultados diferencias significativas entre el hormigón tradicional y el hormigón con fibras metálicas, siendo el hormigón tradicional superior en su resistencia a la compresión y a la tracción.

Intriago D. y Quiroz B. (2022) en su investigación “Características mecánicas del hormigón tradicional y hormigón con ceniza volcánica y fibra de vidrio” (p. 1), basaron los estudios realizados para determinar la funcionabilidad de la fibra de vidrio y de la ceniza volcánica en la mezcla de concreto en busca de mejorar sus características mecánicas. En los ensayos de laboratorio se pudo comprobar que la mezcla de hormigón con los agregados de ceniza volcánica y fibra de vidrio obtuvo una mejor trabajabilidad, y una mejoría en su resistencia a la compresión de 64,87% para el diseño del hormigón de  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ .

Para Robayo M. (2022) en su trabajo de investigación de “Hormigón con fibra de acero y caucho reciclado para mitigación ambiental en el sector de la construcción de guayaquil” (p. 1), buscaron demostrar que la mezcla de hormigón con agregados de fibra de acero y de caucho reciclado puede cumplir con las características físico y mecánicas. Los ensayos de laboratorio demostraron que el resultado de la mezcla del hormigón con los agregados de fibra de acero y caucho reciclado en un rango del 5% al 10% en reemplazo del agregado grueso, cumple con las mismas características de un hormigón tradicional acorde a resistencia a la compresión y a la flexión.

Amay O. (2018) en su tesis “Estudio de los materiales piedra y arena utilizados para la elaboración del hormigón en el cantón la troncal provincia del cañar” (p. 1), realizó el análisis de factibilidad del uso de uso de ripio y compuestos de piedra y arena de canto rodado, para poder realizar una comparativa con el hormigón tradicional acorde a sus características mecánicas en el comportamiento de estos materiales. En las pruebas de laboratorio de las muestras de probetas realizadas se comprobó que para los diseños de hormigón de  $f'c= 240\text{kg/cm}^2$  y  $350\text{kg/cm}^2$  los resultados fueron positivos y se alcanzó las resistencias requeridas, mientras que en el diseño de hormigón de  $f'c=450\text{kg/cm}^2$  tuvo un bajo revenimiento y difícil trabajabilidad de la mezcla, por lo cual no se recomienda el uso de aditivos plastificantes para poder alcanzar el revenimiento ideal para un hormigón de esa resistencia.

Romero V. (2021) en su investigación “Diseño de hormigón utilizando toba volcánica como medio para minimizar los impactos ambientales” (p. 1), se enfocó en tratar de demostrar que la mezcla de hormigón con agregado de toba volcánica en

reemplazo del agregado grueso, puede cumplir con las mismas características de un hormigón tradicional acorde a normativa, ante lo cual se realizó en laboratorio prototipos de la mezcla para un diseño de hormigón de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en el cual los resultados demostraron que las características mecánicas del hormigón con agregado de toba volcánica alcanzó valores similares a los de un hormigón tradicional.

Burgos D. y Chávez A. (2022) en su tesis “Características mecánicas del hormigón tradicional y hormigón no tradicional con agregado de fibra de acero” (p. 1), basaron sus ensayos de laboratorio en tratar de demostrar que la mezcla de hormigón con fibra de acero aumentaría las propiedades del hormigón. Para llevar el proceso a cabo se realizó el diseño para un hormigón de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , con diferentes porcentajes de la fibra de acero (4%, 9% y 12%). En los resultados se pudo observar que la mezcla de hormigón no tradicional con el agregado de fibra de acero tiene mayor resistencia a la compresión.

Cuadrado D. (2022) basó su proyecto de investigación “Características mecánicas del hormigón tradicional y no tradicional agregando cáscara de cereales” (p. 1), en poder demostrar que el agregado de cáscara de cereal en una mezcla de hormigón podrá incrementar las propiedades mecánicas del mismo para hacerlo más resistente. Determinando que el 5% de agregado de cáscara de cereales es el porcentaje óptimo para la mezcla, y logra mejorar sus propiedades físicas; reduciendo su peso, y sus propiedades mecánicas; manteniendo los valores normales acorde a normativa de la resistencia a la compresión.

Cobos L. (2021) en su investigación “Comparativo de las propiedades mecánicas del concreto con fibras PET reciclado y concreto con fibras de acero” (p. 1), realizó un análisis para la obtención de una ficha comparativa que pueda mejorar los procesos constructivos. Los resultados demostraron que entre las dos mezclas de hormigón; la que alcanzó mayor resistencia es la mezcla que contiene agregado de fibra de acero al 0.5%, ya que en la mezcla del agregado de fibras PET al 1% sus resultados estuvieron por debajo de lo que indica la norma.

Para Pérez A. y Pullas J. (2022) en su tesis “Diseño de hormigón hidráulico para adoquín vehicular de alta resistencia utilizando arena volcánica, fibra de acero y

PET” (p. 1), basaron la investigación en diseñar una mezcla de hormigón que pueda solucionar el problema básico de los adoquines que es la poca durabilidad y su baja resistencia. En sus resultados de laboratorio se pudo concluir que las propiedades mecánicas del adoquín de hormigón al agregar arena volcánica, fibra de acero y PET no cumplen con la normativa INEN 1488, por lo cual se recomienda respetar el diseño de hormigón hidráulico tradicional para un adoquín vehicular que es: Piedra (35,54kg), arena (23,07kg), cemento (19,14kg), y agua (7,66kg).

### **2.1.1 Ficha Técnica**

La ficha técnica es un documento que ayuda a la descripción de principales características para un mejor detalle de información de un producto o tema en particular, la cual se presenta mediante una tabla. Según López (2019) Una ficha técnica es una forma de sumario que describe las características de un objeto, material o proceso de manera eficaz y detallada. El contenido de esta pueda variar dependiendo del tema al cual procedería a ser descrito; pero, por lo general contiene datos básicos como: Nombre, propiedades distintivas, y especificaciones técnicas.

La ficha técnica es una herramienta con la que se puede contar para poder informar de manera sencilla aspectos técnicos de un producto, además debe describir un proceso claro que garantice una correcta comunicación entre las diferentes áreas que se vean involucradas, y debe contener información necesaria para poder comprender el producto u objeto descrito. La redacción eficaz dentro del esquema de la ficha es sumamente importante para alcanzar la satisfacción del consumidor. Este documento debe ser atractivo a la vista, de fácil comprensión y no caer en redundancias, ni incluir información que no sea considerada necesaria para la toma de decisiones.

Existen diversos tipos de fichas técnicas disponibles según el uso que se le pueda dar para un consumidor en particular, las cuales son:

- Ficha de producción.
- Ficha de secuencia de procesos.
- Ficha de producto.
- Ficha de diagrama de operaciones.

- Ficha de detalles constructivos.
- Ficha de progresiones.

## 2.1.2 Componentes del Hormigón

### 2.1.3 Cemento

Para Intriago y Quiroz (2022) el cemento es un polvo gris muy fino de la case de sustancias conocidas como aglomerados hidráulicos; Sustancias que se endurecen cuando son mezcladas con agua y al mismo tiempo se convierten en resistentes. Este tipo de composición de agua y cemento es el ingrediente activo del bloque de hormigón, y por lo tanto, es responsable de su resistencia, durabilidad del hormigón y las variaciones volumétricas

El cemento es un aglutinante natural producto de la piedra caliza, arcilla y porcentaje de yeso para regular el fraguado, al mezclarlo con:

**Agua:** se obtiene la pasta de cemento.

**Agua y arena:** se obtiene el mortero.

**Agua, arena y grava:** se obtiene el hormigón

### Figura 1

*Cemento.*



**Fuente:** arqhys.com (2023).

#### 2.1.3.1 *Propiedades del cemento.*

Los componentes como la cal, silicio, aluminio y oxido férrico son materias que se mezclan en porciones adecuadas y se someten a fusión en un horno rotatorio, como son materiales activos se convierten en una pasta que al enfriarse obtiene

escamas oscuras donde se acumula y solidifica produciendo el producto llamado Clinker. Para convertirse en polvo fino se introduce el Clinker en molinos de tubos equipados con bolas de acero donde se agrega un 3% de yeso para establecer el tiempo de fraguado requerido.

**Tabla 2**

*Compuesto del cemento.*

<b>Nombre</b>	<b>Abreviatura</b>
<b>Silicato Tricálcico</b>	C3S
<b>Silicato Dicálcico</b>	C2S
<b>Aluminato Tricálcico</b>	C3A
<b>Ferro Aluminato Tetra Cálcico</b>	C4AF
<b>Silicato Tricálcico</b>	C3S

**Fuente:** 360enconcreto.com

**Elaborado por:** Ron, G. (2023).

### **2.1.3.2 Clasificación de los cementos Portland**

El cemento portland es un material finamente molido el cual se amasa con agua, siendo así un conglomerante hidráulico que al momento de fraguar posterior al haberse mezclado con el agua forma una pasta que se endurece y tiene propiedades de resistencia. Todas las modalidades de hormigones que se basan a partir de cementos portland tienen un grado de resistencia y durabilidad alto.

Según lo indicado por la Norma Técnica Ecuatoriana, del Servicio Ecuatoriano de Normalización, indica los tipos de cemento desde la nomenclatura tradicional:

**Tabla 3**

*Clasificación del cemento por uso.*

<b>Compuesto</b>	<b>Uso Recomendado</b>
<b>Portland Tipo I</b>	Uso General
<b>Portland Tipo II</b>	Resistente A Los Sulfatos Y Bajo Calor De Hidratación
<b>Portland Tipo III</b>	Alta Resistencia Iniciales
<b>Portland Tipo IV</b>	Muy Bajo Calor De Hidratación
<b>Portland Tipo V</b>	Muy Alta Resistencia A Los Sulfatos

**Elaborado por:** Ron, G. (2023).

#### **2.1.4 Agua**

El agua es el elemento indispensable para la vida desde tiempos remotos; a su vez también es un elemento fundamental para los procesos constructivos, ya que al ser un compuesto químico el cual se forma por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno, permite reacciones químicas al mezclarse con otros materiales de construcción.

El agua es el segundo componente dentro de la mezcla de hormigón, ésta se emplea en la mezcla y curado del mismo. Además, proporciona la operatividad necesaria al hormigón para un correcto manejo y funcionamiento. Según la necesidad se pueden utilizar diferentes tipos de agua, agua natural, agua de lluvia, aguas minerales o agua de superficie o subterránea (Llanos, 2019).

El tipo y la calidad utilizada de agua en una mezcla de pasta, mortero y hormigón tiene una trascendencia fundamental, ya que está íntimamente relacionada con la resistencia. La norma NTE INEN 2617:2012 define los requisitos que debe tener el agua que se va a utilizar en la mezcla. En lo manifestado por Reasco (2022) sobre que la calidad “depende de parámetros como el contenido de cloruros, hidratos de carbono, sulfatos y sustancias disueltas, como también de compuestos orgánicos no solubles. Estas impurezas pueden producir manchas superficiales (eflorescencias), disminución de resistencia del hormigón y corrosión de las armaduras”

## Figura 2

Agua.



**Fuente:** obras.expansion.mx (2023).

En la elaboración de morteros y hormigones, el agua debe cumplir con la normativa NTE INEN 2617:201, para garantizar la durabilidad, la resistencia, el revenimiento y trabajabilidad para mantener la relación de agua - cemento dosificado.

El agua es un elemento que forma parte de la elaboración de morteros y hormigones, y que tiene una doble función: El de amasado o de mezclado en el hormigón fresco, y el otro para el proceso de curado; que es mantener humedecido superficialmente al elemento de hormigón para controlar la deshidratación del mismo, y pueda cumplirse con su proceso de secado mediante un ambiente húmedo controlado, hasta que éste alcance la resistencia a la compresión para el cual fue diseñado.

### **2.1.4.1 Relación agua cemento (a/c).**

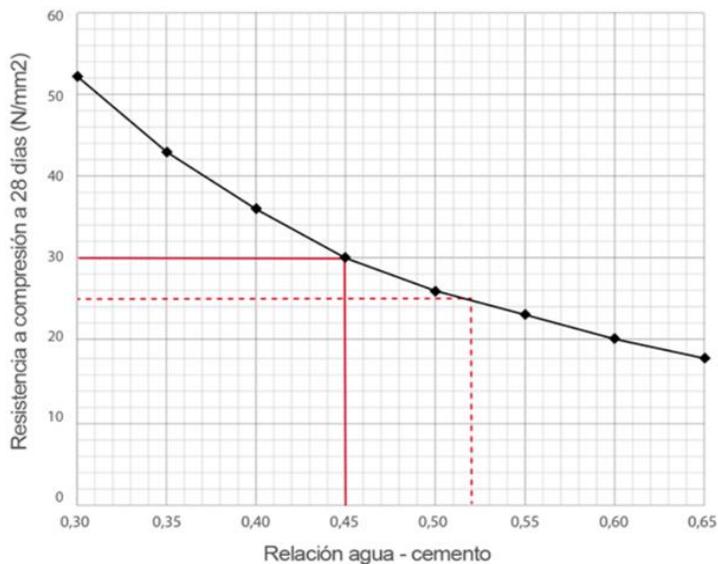
En el diseño de hormigones, se debe considerar un factor importante: la relación agua/ cemento, este número nos permite mantener los ratios sobre la cantidad de agua en relación a la cantidad de cemento; ya que con este valor se determinan las características y requisitos de durabilidad, resistencia y permeabilidad. La relación se basa en el parámetro de los componentes del hormigón, refiriéndose al peso del agua respecto al del cemento, ocasionando el aumento de la resistencia y de la durabilidad, incidiendo así en una mezcla dura, resistente y específica dentro de las propiedades de la pasta de cemento.

La influencia de la compactación de la pasta de cemento, depende principalmente de la relación a/c. La disminución del agua de la mezcla propicia un aumento de la resistencia y reduce de gran manera la porosidad, por ende la penetración de gases.

La resistencia a la compresión de un elemento de hormigón, tiene una relación directa con este valor; es decir, a menor relación de A/C el elemento tendrá mayor resistencia, y si la relación A/C es mayor, la resistencia será baja, según lo mostrado en la figura 3.

### Figura 3

*Relación agua - cemento.*



**Fuente:** Putzmeister (s.f.)

**Elaborado por:** Ron, G. (2023).

#### 2.1.5 Agregados

Los Agregados son el material granular como la arena, grava, piedra triturada o escoria de altos hornos de hierro que se usa para elaborar hormigón o mortero de cemento hidráulico. Estos garantizan la adherencia con la pasta de cemento endurecido y en combinación con la pasta realizan la resistencia a la compresión del hormigón, ocupan del 60% al 75% del hormigón según la NTE INEN 2015.

Los agregados se pueden clasificar en:

**Agregado grueso:** Se obtiene de la integración natural de las rocas, se puede conocer porque es retenido en el tamiz N4(4.75mm) y que a su vez cumpla con los límites establecidos de la norma ASTM C-33. Puede tener una forma angular, semi angular y redonda, con una textura rugosa, la función principal del agregado grueso es la de brindar resistencia al hormigón. Las partículas deben estar libres de tierra, limos, escamas, humos, materia orgánica, polvo u otras sustancias que pueden afectar al hormigón. (Intriago & Quiroz, 2022).

#### Figura 4

*Agregado grueso.*



**Fuente:** Arqhys.com (2023).

**Agregado fino:** Son los gránulos que pasan por un tamiz de 3/8" y se mantienen en una malla de 200 N. El agregado fino más común es la arena, que es producto de la fracturación de las rocas, se usa como relleno y también actúa como lubricante en el agregado grueso haciendo que el concreto sea trabajable. (Intriago & Quiroz, 2022)

El agregado fino es conocido como el producto que proviene de la desintegración de la roca volcánica y que por su dimensión puede pasar por el tamiz 3/8" y queda retenido en el tamiz número 200 (Holcim, 2022).

Se sabe que el agregado grueso es un material resultante de la descomposición de rocas de origen volcánico y que por su tamaño debe ser retenido

en el tamiz número 4 (4,75 mm). Está fabricado según NTE INEN 872, que equivale a ASTM C33 (Holcim, 2022).

### **Figura 5**

*Agregado fino.*



**Fuente:** Asinpersac.com (2023).

#### **2.1.6 Hormigón**

Por afirmaciones hechas por Barrientos (2020), en la cual indica que el hormigón es uno del material mayormente utilizados y ofrece oportunidad de progreso para el mundo, siendo necesario rastrear el aporte del producto, con el fin de analizar y comparar los experimentos y estudios que se han realizado.

Existen diferentes autores con un concepto diferente del hormigón, pero el más universal expresa que el hormigón es una mezcla heterogénea resultado de cemento, agua, arena y ripio el cual puede ser añadido a otros elementos con la finalidad de mejorar sus propiedades. El hormigón es uno de los materiales más utilizados a nivel mundial en la industria de la construcción está constituido por agregados finos y gruesos que se mantienen unidos entre si mediante una pasta endurecida de cemento y agua. (Nathalie & Rubén, 2019).

El hormigón es un material que resulta al mezclar agregado grueso, fino, cemento y agua. Además, es uno de los materiales que más se utilizan en la actualidad desde el siglo XIX, por 1824 nació el cemento, durante varios años después nació el hormigón armado lo que se convertido en un éxito en la historia de la construcción, ya que el acero aportaba resistencia a la tracción y el hormigón protege

el acero de corrosión. Las propiedades del hormigón tienen que ver con las medidas de calidad y proporciones de los elementos para la mezcla, así como las condiciones externas: humedad y temperatura durante la producción. Para obtener elementos especiales del hormigón se pueden agregar otros tipos de elementos a la mezcla como lo son los aditivos químicos, los cuales sustituyen su versión básica por propiedades especiales. Igualmente se dice que el hormigón puede ser de tipo estructural y no estructural y el mismo es un material compuesto de cemento, agua y áridos (arena y grava), y a veces también agregados ligeros. Según la composición, se obtienen hormigones de diferentes calidades. Cabe mencionar que el hormigón es uno de los materiales de construcción más usados a nivel mundial para las construcciones.

## Figura 6

*Hormigón fresco.*



**Fuente:** Pavex.es (2023).

### 2.1.7 Características generales del hormigón

- Resistencia a la compresión.
- Baja resistencia a la tracción.
- Resistencia a la fatiga.
- Bajo costo y capacidad para mejorar significativamente las propiedades mecánicas a menor costo.
- Buena dinámica.
- Puede soportar temperaturas de 300°C a 900°C.

- Sin necesidad de mantenimiento.

## 2.1.8 Propiedades del hormigón

### Trabajabilidad

En el concreto es una propiedad importante para muchas aplicaciones. Es la facilidad con la que se pueden mezclar los ingredientes y la mezcla resultante se puede manipular, transportar, colocar y distribuir con poca pérdida de uniformidad (Casiopea, 2018).

### Figura 7

*Trabajabilidad del hormigón.*



**Fuente:** becosan.com (2021).

### Durabilidad

La durabilidad es la capacidad para resistir el paso del tiempo, y poder soportar las condiciones físicas y químicas a las que se está expuesto. Además, la durabilidad es sinónimo de cumplir de manera óptima con la vida útil para el cual fue diseñado. En el caso de la estructura de hormigón es vital el conocimiento de las distintas afecciones que las debilitan, siendo la corrosión de sus armaduras una de las más importantes. Como es sabido, el hormigón del recubrimiento es el encargado de proteger las armaduras de la acción de los agentes externos. La calidad de este recubrimiento tiene una directa relación con el desempeño.

## **Permeabilidad**

La permeabilidad es la capacidad que tiene el hormigón de poder ser atravesado por líquidos o gases. Ésta es importante para su resistencia a los ataques químicos. El factor más influyente dentro de esta propiedad es la relación entre la cantidad de agua añadida a la mezcla y la cantidad de cemento (relación a/c). Cuanto menor sea esta relación, mayor será la permeabilidad, mejorando su resistencia a potenciales agresiones a las cuales se encuentra expuesto el hormigón.

Desde el punto de vista de Coronel (2018), explica que las propiedades básicas del hormigón, a saber, la densidad, la resistencia eléctrica y la conductividad térmica, pueden variar según el uso previsto del hormigón, clasificándose por densidad desde 1.200 kg/m<sup>3</sup> hasta 2.400 kg/m<sup>3</sup>, en el caso especial del hormigón. Se pueden usar densidades más bajas. Los distintos tipos de hormigón con fibra de madera cumplen los requisitos de resistencia a las influencias ambientales, las termitas y el fuego.

Considerando a Garófalo (2017), el hormigón por su naturaleza es un material heterogéneo, anisotrópico e inelástico, lo que complica su modelo numérico, en su composición tiene dos etapas bien definidas de importancia. De gran interés para los ingenieros estructurales: la fase de fraguado, que suele durar de una a seis horas, la fase de endurecimiento comienza al mismo tiempo que el fraguado y continúa en el tiempo mientras se mantengan las condiciones de humectación adecuadas.

La permeabilidad es controlada principalmente por la porosidad de la pasta de cemento. Sin embargo, la permeabilidad no es una función simple de la porosidad ya que es necesario que los poros se encuentren interconectados; es decir, que, para los mismos niveles de porosidad, el concreto poroso puede tener diferentes valores de permeabilidad si sus poros se interconectan en forma ininterrumpida o no.

## Figura 8

*Permeabilidad.*



**Fuente:** becosan.com (2021).

### **Cohesión de los agregados**

El aspecto de la cohesión de los agregados es fundamental para que las resistencias a la compresión como a la flexión se cumplan, por ese motivo lo expresado por los técnicos en los documentos estudiados, se resalta lo que (Torres, 2022) En la tesis “Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón utilizando como agregados concreto reciclado” (p. 1), indica que el uso de agregados de concreto reciclado en la elaboración de hormigones para la construcción surge como alternativa en la reutilización de residuos de demoliciones.

Los agregados que se utilizan en la preparación de los hormigones hidráulicos deben ser, “partículas limpias, duras, resistentes, durables y libres de productos químicos, revestimiento de arcilla u otros materiales finos en cantidades que puedan afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento” (Concretos Supermix, 2018).

## Figura 9

*Cohesión de agregados en mezcla.*



**Fuente:** hogarmania.com (2022).

### 2.1.9 Propiedades del hormigón fresco

#### Consistencia

El hormigón fresco se deforma de manera fácil cuando todas sus partículas de cemento se encuentran completamente hidratadas y adquieren cierta ductilidad. Esto depende de muchos factores como lo son: la cantidad de agua al momento del amasado o mezclado, tamaño máximo, el tamaño de la partícula y la forma del agregado.

El cono Abrams es un dado cónico de 30 cm, como se muestra en la figura. Se rellena con hormigón cuando se coloca en un área fija. La pérdida dimensional percibida del hormigón fresco después del desembalaje, expresada en cm, permite medir la densidad. Los hormigones se clasifican según su consistencia en secos, flexibles, blandos, líquidos y fluidos (Jiménez, s.f.).

## Figura 10

*Cono de Abrams.*



**Fuente:** gtklaboratorio.com (2018).

### 2.1.10 Propiedades mecánicas del hormigón endurecido

La calidad del hormigón, y sus propiedades mecánicas dependen de la naturaleza, como de las proporciones de cada uno de los componentes que integran la mezcla; así como algunos factores ambientales como lo son: la humedad y la temperatura durante la elaboración de la mezcla y en el fraguado. Después el hormigón presenta dos estados que resultan fundamentales: El estado Fresco; en el cual tiene la facilidad de poder moldearse y adaptarse a los encofrados. Y el estado endurecido; que es aquel que se obtiene cuando el hormigón ya ha reaccionado químicamente con el agua, y ha fraguado para dejar de ser una pasta a pasar a ser un elemento sólido (Reasco, 2022).

Si los materiales con los cuales se realizó la mezcla de hormigón tienen una buena calidad, sus propiedades como: resistencia los cambios de temperatura, resistencia al desgaste, permeabilidad, y sus propiedades mecánicas serán las adecuadas, para tener la capacidad de soportar las cargas sin que el elemento de hormigón llegue a la falla.

#### 2.1.10.1 Hormigón estructural

Es el cual nace del hormigón tradicional que es un material construido a base de porciones de cemento, agua, y áridos que pasan a través de ciertas etapas hasta llegar al estado endurecido, Se refiere al hormigón utilizado para la construcción de

elementos estructurales, y a los elementos y las estructuras construidas con él. (Moreno, 2019).

### **Figura 11**

*Hormigón estructural.*



**Fuente:** structuralia.com (2022).

#### **2.1.10.2 Hormigón no estructural**

Tiene los mismos elementos del hormigón tradicional con la excepción de que se le puede aplicar hasta un 100% de áridos gruesos que sean procedentes del reciclado. Se denomina como hormigón no estructural porque no sirve para conformar volúmenes de material resistente y le corresponde la nomenclatura HNE-15/C/TM. Se lo utiliza normalmente en bordillos, relleno, aceras, hormigones de limpieza, entre otros. (Guerrero Estupiñan & Palas De La Torre, 2023).

### **Figura 12**

*Hormigón no estructural.*



**Fuente:** ingenierosasesores.com (2022).

### **2.1.11 Propiedades mecánicas.**

#### **2.1.11.1 Resistencia a la compresión**

La compresión es el esfuerzo al cual está sometido un cuerpo por la aplicación de fuerzas que actúan en el mismo sentido y tienden a acortarlo. Se puede decir que la compresión es lo contrario de la tracción, y es el resultante de las presiones que existen dentro de un sólido deformable. Hace que diferentes partículas del material se aproximen, lo cual produce un acortamiento. Esta se caracteriza porque se da una reducción de volumen o acortamiento en una dirección.

Para calcular la compresión se formula la siguiente formula:

En el cual:

$\delta$ : Deformación expresada en cm

F: Fuerza de Tracción en kg

L: Longitud de la pieza en cm

E: Modulo de Elasticidad en kg/cm<sup>2</sup>

A: Sección Transversal expresado en cm<sup>2</sup>.

De manera estructural, la compresión es una de las propiedades mecánicas con mayor relevancia del hormigón. Esta se determina por pruebas estándar en especímenes cilíndricos o cúbicos, La misma que es la unidad de resistencia el producto. La resistencia a la compresión es una medida de la capacidad que tiene el hormigón para poder resistir a las fuerzas de compresión. Se mide en mega pascales (MPa) o en libras por pulgada cuadrada (psi). El hormigón normalmente se considera que tiene una resistencia a la compresión de entre 10 y 40 Mpa (Troyano, 2019).

Sin embargo, la resistencia a la compresión del hormigón se puede ver afectada por muchos factores, como lo son la calidad del cemento, el tamaño y forma de sus agregados finos y gruesos, la relación agua/cemento, la temperatura y el tiempo de curado.

### Figura 13

*Resistencia a compresión.*



**Fuente:** [revistacyt.com.mx](http://revistacyt.com.mx), (2019).

La resistencia a la compresión es una propiedad la cual es de las más comunes en los hormigones por su facilidad para calcularla. Desde este parámetro se puede analizar lo que indica (Consuegra & Rodríguez, 2022) en la revista “Factores que influyen en la resistencia a la compresión del hormigón. Estado del arte”, en la que mencionan que la resistencia es una de las propiedades más valoradas por los proyectistas e ingenieros para poder determinar la calidad del hormigón, y es definida como la capacidad de un material de resistir tensión sin romperse.

Desde la óptica técnica de Avellaneda (2019) en la tesis “La compresión y el módulo de rotura del concreto hidráulico con presencia de fibras metálicas con materiales del río Barragán”, la resistencia a la compresión del hormigón es la medición que permite establecer el comportamiento que tendrá la mezcla en diversas estructuras diseñadas para áreas residenciales, como para áreas comerciales o industriales. Cuando la relación de la resistencia a la compresión del hormigón no ha sido establecida se hace imposible la descripción de las propiedades mecánicas que puede tener esta mezcla, razón por la cual llega a carecer de elementos de prueba que favorezcan la proyección de la durabilidad.

### 2.1.11.2 Resistencia a la flexión

La flexión es el esfuerzo al cual está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas las cuales actúan en sentido opuesto y por lo tanto tienden a estirarlo. Acorde a González (2018), los componentes estructurales corresponden en poder soportar su propio peso, fuerzas externas y otras cargas que les afecten. La fuerza que actúa sobre un objeto tiende a desfigurarlo, y la distorsión resultante dependerá en sentido, dirección y punto de acción en donde se aplique esta fuerza.

Esta propiedad es el esfuerzo máximo del concreto justo antes que se agriete o se rompa, es también conocida como módulo de ruptura, y se manifiesta en un material como los esfuerzos ocurridos justo antes de ceder. (Nina & Quispe, 2020). Las tensiones que tienen en cualquier sección perpendicular a dichas fuerzas se consideran normales a esa sección. A continuación, se presenta la siguiente fórmula para calcular el alargamiento de la pieza:

En el cual:

$\delta$ : Alargamiento expresado en cm

F: Fuerza de Tracción en kg

L: Longitud de la pieza en cm

E: Modulo de Elasticidad en kg/cm<sup>2</sup>

A: Sección Transversal expresado en cm<sup>2</sup>

### Figura 14

*Resistencia a la flexión.*



**Fuente:** civilgeeks.com (2018).

### 2.1.12 Ensayos no destructivos del hormigón

Los ensayos no destructivos se pueden aplicar tanto a estructuras antiguas como a las nuevas. En el caso de las estructuras nuevas, el principal objetivo es el de control de calidad, para poder aclarar las dudas que puedan existir acerca de la calidad de los materiales de la mezcla, por otra parte; las pruebas para las estructuras antiguas suelen estar relacionadas con su evaluación. (Pontificia Universidad Católica del Ecuador facultad de ingeniería escuela de civil disertación previa a la obtención del título de ingeniero civil “análisis comparativo entre ensayos destructivos y no destructivos de la resistencia del hormigón con diferentes, s.f.)

Las edificaciones son diseñadas normalmente para su buen desempeño durante un periodo razonable, es de suma importancia el realizar mantenimientos a las mismas para poder garantizar el funcionamiento y seguridad de la población y el entorno.

La ACI 288.2 menciona que “los ensayos de rebote son un estudio científico hecho en campo que no afecta al hormigón de manera considerable, ya que el proceso es sencillo, eficiente y confiable” (Nathalie & Rubén, 2019)

El interés de poder conocer las propiedades del hormigón ha aumentado con el pasar de las décadas, logrando un progreso significativo en métodos, equipos y técnicas. Como resultado se puede llegar a evaluar o verificar la durabilidad e integridad de una estructural. Entre los métodos se destacan los no destructivos o semidestructivos, los cuales pueden evaluar el comportamiento del hormigón sin dañar la estructura a nivel interno.

#### Figura 15

*Ensayo de rebote.*



**Fuente:** [centrodigitalholcim.com](http://centrodigitalholcim.com) (2019).

### 2.1.12.1 *Tipos de ensayos no destructivos*

El propósito de los ensayos no destructivos o conocidos también como pruebas in situ; es de estimar, preservar y no afectar las propiedades del concreto en el elemento estructural. El lograr entender el comportamiento de la resistencia de diseño es cualidad primordial de los ensayos de estudio, por cual es necesario comprender el precio potencial de utilizar estos métodos y técnicas para determinar los factores distintos de la fuerza externa del concreto que puede afectar los resultados de las pruebas. (Nina & Quispe, 2020)

### 2.1.11.2 *Clasificación de los ensayos no destructivos*

- Prueba del martillo de rebote o esclerómetro
- Prueba de resistencia a la penetración
- Prueba de la extracción
- Prueba de la ruptura
- Velocidad del pulso ultrasónico
- Extracción de núcleos
- Cilindros moldeados en el lugar

### **Figura 16**

*Ensayo de extracción de núcleos de concreto.*



**Fuente:** cotecno.cl (2020).

## **2.2 Marco Legal**

Ordenado de manera jerárquica.

### **2.2.1 Normativa nacional**

Constitución de la República del Ecuador (2008), en los siguientes artículos habla del derecho que tienen todas las personas.

Art. 264. 7 y 281. 8. Los implementos de salud, educación, los espacios públicos deportivos y el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica que debemos contar.

Art. 350 y 385.- La educación superior será una formación académica superior con visión científica, tecnológica, humanista e impulsar la producción nacional que sea eficiente y productiva.

### **2.2.2 Reglamento general a la Ley Orgánica de Educación Superior**

Estado garantiza sin discriminación alguna el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales (decreto ejecutivo 742, 2019).

Artículo 26.- Establece que la educación es un derecho de las personas a lo largo de su vida y constituye un área prioritaria de la política pública y de la inversión estatal

Artículo 27.- Establece que la educación es el marco del respeto a los derechos humanos, al medio ambiente y a la democracia.

Artículo 28.- La educación responderá al interés público y no estará al servicio de intereses individuales y corporativos

5 y 13 del artículo 147.- El presidente de la República dirige la administración pública en forma desconcentrada y expide los decretos necesarios para su organización (decreto ejecutivo 742, 2019).

Artículo 344.- Régimen del Buen Vivir, determina que el sistema nacional de educación, así como acciones en los niveles de educación inicial, básica y bachillerato, y estará articulado con el Sistema de Educación Superior.

Artículo 350.- El Sistema de Educación Superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y

Artículo 351.- El Sistema de Educación Superior estará articulado al Sistema Nacional de Educación y al Plan Nacional de Desarrollo; la ley establecerá los mecanismos de coordinación del Sistema de Educación Superior REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ORGANICA DE EDUCACION SUPERIOR (decreto ejecutivo 742, 2019)

Artículo 352.- El Sistema de Educación Superior estará integrado por universidades y escuelas politécnicas; institutos superiores técnicos, tecnológicos y pedagógicos; y conservatorios superiores de música y artes, debidamente acreditados y evaluados.

### **2.2.3 Reglamento de titulación de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil**

Que la unidad de titulación es la unidad curricular que incluye las asignaturas, cursos o sus equivalentes, que permiten la validación académica de los conocimientos, habilidades y desempeños adquiridos en la carrera para la resolución de problemas, dilemas o desafíos de una profesión (universidad laica vicente rocafuerte, 2019).

Que el resultado final de esta unidad curricular es:

a) el desarrollo de un trabajo de titulación, o,

b) la preparación y aprobación de un examen de grado de carácter complejo, con los cuales se realiza la validación académica de los conocimientos, habilidades y desempeños adquiridos en la carrera por los estudiantes (universidad laica vicente rocafuerte, 2019).

Que en ambas modalidades el estudiante deberá demostrar el manejo integral de los conocimientos adquiridos a lo largo de su formación profesional, así como las destrezas alcanzadas al término de la misma, sin que le sea permitido realizar otra unidad curricular distinta a las señaladas en la Ley (universidad laica vicente rocafuerte, 2019)

Que en ejercicio de la autonomía universitaria establecida en el Art. 351 de la Constitución de la República y al amparo de la potestad reglamentaria ejercida por el Órgano Colegiado Superior (OCAS) de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

Art.17.- Proyecto de Investigación. - Es una propuesta que pretende encontrar resultados que den respuesta a un problema que surja de las prácticas preprofesionales, vinculación con la sociedad o de su experiencia laboral. En esta opción se puede hacer uso de cualquiera de los métodos y tipos de investigación existentes que apliquen al tema motivo de la propuesta, una investigación exploratoria y diagnóstica, la base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta (universidad laica vicente rocafuerte, 2019).

#### **2.2.4 Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida**

Incentivar la investigación, la formación, la capacitación, el desarrollo y la transferencia tecnológica, la innovación y el emprendimiento, la protección de la propiedad intelectual, impulsar el cambio mediante la vinculación entre el sector público, productivo y las universidades.

#### **2.2.5 Normativa del Ensayo**

NTE INEN 3121 (2016-11) - HORMIGÓN ENDURECIDO. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTE. MÉTODO DE ENSAYO. ASTM C805/C805M-18 (2013) - Método de prueba estándar para el número de rebote del hormigón endurecido. (Subcomité, 2019)

Significado y uso:

Este método de prueba es aplicable para evaluar la uniformidad del concreto en el lugar, para delinear variaciones en la calidad del concreto a lo largo de una estructura y para estimar la resistencia en el lugar si se desarrolla una correlación de acuerdo con 5.4 .

Para una mezcla de concreto determinada, el número de rebote se ve afectado por factores como el contenido de humedad de la superficie de ensayo, el tipo de material de encofrado o el tipo de acabado utilizado en la construcción de la superficie a ensayar, la distancia vertical desde el fondo de un hormigón colocación y la profundidad de carbonatación. Estos factores deben tenerse en cuenta al interpretar los números de rebote.

Diferentes instrumentos del mismo diseño nominal pueden dar números de rebote que difieran de 1 a 3 unidades. Por lo tanto, las pruebas deben realizarse con el mismo instrumento para comparar los resultados. Si se va a usar más de un instrumento, realice pruebas comparativas en un rango de superficies de concreto

típicas para determinar la magnitud de las diferencias que se esperan en las lecturas de diferentes instrumentos.

Las relaciones entre el número de rebote y la resistencia del concreto proporcionadas por los fabricantes de instrumentos deben usarse solo para proporcionar indicaciones de la resistencia relativa del concreto en diferentes lugares de una estructura. Para usar este método de ensayo para estimar la resistencia, es necesario establecer una relación entre la resistencia y el número de rebote para un concreto y aparato dados (ver Nota 1 ). Establezca la relación correlacionando los números de rebote medidos en la estructura con las resistencias medidas de los núcleos tomados de las ubicaciones correspondientes (consulte la Nota 2). Se tomarán al menos dos réplicas de núcleos de al menos seis lugares con diferentes números de rebote. Seleccione ubicaciones de prueba para que se obtenga una amplia gama de números de rebote en la estructura. Obtenga, prepare y pruebe núcleos de acuerdo con el método de prueba C42/C42M . Si el número de rebote se ve afectado por la orientación del instrumento durante la prueba, la relación de fuerza es aplicable para la misma orientación que se usó para obtener la fecha de correlación (consulte la Nota 3 ). Los lugares donde se estimarán las resistencias utilizando la correlación desarrollada deberán tener una textura superficial similar y deberán haber estado expuestos a condiciones similares a las de los lugares donde se tomaron los núcleos de correlación. La funcionalidad del martillo de rebote deberá haber sido verificada de acuerdo con 6.4 antes de realizar las mediciones de correlación.

**NOTA 1:** Consulte ACI 228.1R 4 o BS EN 13791 para obtener información adicional sobre el desarrollo de la relación y el uso de la relación para estimar la resistencia en el lugar.

**NOTA 2:** El uso de especímenes de prueba moldeados para desarrollar una correlación puede no proporcionar una relación confiable porque la textura de la superficie y la profundidad de carbonatación de los especímenes moldeados generalmente no son representativos del concreto en el lugar.

**NOTA 3:** El uso de factores de corrección para tener en cuenta la orientación del instrumento puede reducir la confiabilidad de las estimaciones de resistencia si la correlación se desarrolla para una orientación diferente a la utilizada para la prueba.

5.5 Este método de ensayo no es adecuado como base para la aceptación o el rechazo del hormigón.

Alcance:

Este método de ensayo cubre la determinación del número de rebote del hormigón endurecido utilizando un martillo de acero accionado por un resorte.

Los valores indicados en unidades del SI o en pulgadas-libras deben considerarse por separado como estándar. Los valores indicados en cada sistema pueden no ser equivalentes exactos; por lo tanto, cada sistema se utilizará independientemente del otro. La combinación de valores de los dos sistemas puede dar lugar a la no conformidad con la norma.

Esta norma no pretende abordar todos los problemas de seguridad, si los hubiera, asociados a su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas de seguridad y salud adecuadas y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

Este estándar internacional fue desarrollado de acuerdo con los principios de normalización reconocidos internacionalmente establecidos en la Decisión sobre Principios para el Desarrollo de Estándares, Guías y Recomendaciones Internacionales emitida por el Comité de Obstáculos Técnicos al Comercio (TBT) de la Organización Mundial del Comercio.

## **2.2.6 Normas Ecuatorianas de la Construcción**

- NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)
- NEC-SE-DS: Cargas Sísmicas y Diseño Sismo Resistente
- NEC-SE-RE: Rehabilitación Sísmica de Estructuras
- NEC-SE-GM: Geotecnia y Diseño de Cimentaciones
- NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado
- NEC-SE-AC: Estructuras de Acero
- NEC-SE-MP: Estructuras de Mampostería Estructural
- NEC-SE-MD: Estructuras de Madera

## **2.2.7 Normas extranjeras usadas para la norma NEC-SE- HA de las NECs**

- •Código ACI-318, "Building Code Requirements for Structural Concrete" (Comité 318),
- •Instituto Americano del Hormigón

- •Norma NSR-10, Reglamento colombiano de construcción sismo resistente, TÍTULO C
- •Hormigón estructural
- •Código ANSI/AWS D 1.4 de Soldadura Estructural para Acero de Refuerzo, Sociedad
- •Americana de Soldadura
- •Código ACI 117: “Tolerancias para materiales y construcciones de hormigón”, Instituto Americano del Hormigón
- •Código ACI 301: “Specifications for Structural Concrete for Buildings”, Instituto Americano Del Hormigón.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1855-1

### **2.2.8 Muestreo y ensayo del hormigón fresco.**

El fabricante deberá brindar al fiscalizador sin costo adicional, toda la ayuda razonable, para efectuar los controles necesarios en las instalaciones de producción y la toma de las muestras de hormigón fresco para determinar el cumplimiento de esta norma.

Los ensayos de hormigón requeridos para determinar el cumplimiento de esta norma deben ser realizados por el técnico designado.

Las muestras de hormigón deberán ser obtenidas conforme la NTE INEN 1763, excepto cuando sean tomadas para determinar la uniformidad del asentamiento de una carga o mezcla de hormigón. Ver los numerales 6.2.3; 6.2.4.1 literal d, 6.2.4.3 literal b y 6.2.5 literal c.

Los ensayos de consistencia, contenido de aire y temperatura serán realizados al momento de la colocación del hormigón, a opción del fiscalizador, tan frecuentemente como sea necesario para verificaciones de control. Adicionalmente, estos ensayos serán realizados cuando sean especificados y siempre que se fabriquen especímenes para determinar la resistencia.

Los ensayos de resistencia, así como de consistencia, temperatura y contenido de aire, serán realizados con una frecuencia no menor a un ensayo por cada 120 m<sup>3</sup> de hormigón o 500 m<sup>2</sup> de superficie de losa o pavimento. (NEC, 2015)

Cada ensayo será realizado en una carga distinta. En cada día de despacho del hormigón, al menos un ensayo de resistencia será realizado para cada tipo de

hormigón. Si la consistencia medida o el contenido de aire están fuera de los límites especificados, se realizará inmediatamente un ensayo de verificación sobre otra porción de la misma muestra. En la eventualidad de una segunda falla, se considerará que el hormigón no cumple con los requisitos de la especificación.

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Enfoque de la investigación**

El enfoque de investigación que se utilizará en este estudio es cualitativo, el cual se sustenta en evidencias que se orientan hacia una descripción profunda de un fenómeno con el propósito de comprenderlo y explicarlo. Según Abarca, Alpizar, Sibaja y Rojas (s.f.). este enfoque se basa en la aplicación de métodos y técnicas derivadas de concepciones y fundamentos epistémico. Aunque el enfoque cualitativo tiende a orientarse hacia la interpretación de realidades subjetivas, este tipo de investigación no deja de ser científica, y su interpretación tampoco se reduce a un asunto de opiniones de quien investiga.

En este tema de investigación, se utilizará el enfoque cualitativo debido a que se llevará a cabo un análisis de tesis previas sobre materiales de hormigón con agregados alternativos realizadas por estudiantes de la carrera de ingeniería de la ULVR, con el objetivo de realizar una comparación acorde a las características de las propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad que deben cumplir los elementos de hormigón según las Normas Técnicas Ecuatorianas **NTE**, la norma del Instituto Ecuatoriano de Normalización **INEN**, y la Norma Ecuatoriana de la Construcción **NEC**.

#### **3.1 Alcance de la investigación: (Exploratorio, descriptivo o correlacional)**

Este estudio tiene un alcance descriptivo, ya que en este alcance de la investigación se conocen las características del fenómeno y lo que busca en este alcance de la investigación, ya se conocen las características del fenómeno y lo que se busca con este enfoque es poder exponer su presencia en un grupo específico. Acorde a Ramos (2020) en la investigación con un alcance descriptivo de tipo cualitativo, se busca realizar estudios fenomenológicos o narrativos constructivistas. Estos estudios tienen como objetivo describir las representaciones subjetivas que emergen en un grupo en relación a un determinado fenómeno.

Los datos obtenidos a través de los ensayos físicos y mecánicos, así como de los ensayos de durabilidad presentes en las tesis seleccionadas, serán analizados mediante estadística descriptiva e inferencial. las propiedades del hormigón elaborado

con agregados alternativos en comparación con aquellos elaborados con agregados convencionales.

### **3.2 Técnica e instrumentos para obtener los datos**

El tipo de investigación que se utilizará es la investigación documental. La investigación documental se realiza mediante la recopilación de documentos, registros, informes y publicaciones que contienen información relevante para el tema de investigación. Estos documentos pueden ser obtenidos de diversas fuentes como bibliotecas, bases de datos en línea, archivos gubernamentales, registros empresariales y sitios web.

Este estudio utilizará la metodología documental para comparar las propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad del hormigón elaborado con agregados alternativos en comparación con aquellos elaborados con agregados convencionales. Se utilizarán técnicas e instrumentos específicos para realizar ensayos físicos, mecánicos y de durabilidad en la muestra seleccionada.

Los datos obtenidos serán analizados mediante estadística descriptiva e inferencial. A pesar de las limitaciones de este estudio, se espera que los resultados obtenidos proporcionen información valiosa para la industria de la construcción y puedan contribuir a la investigación en el área de la producción de hormigón con agregados alternativos.

Una vez que se recopilan los documentos relevantes, el siguiente paso es analizarlos y sintetizar la información para obtener conclusiones significativas. Este proceso de análisis implica la lectura crítica de los documentos para extraer información útil, y puede involucrar la clasificación, la comparación, la síntesis y la interpretación de los datos.

El análisis crítico de los documentos es esencial para obtener conclusiones significativas y es importante asegurarse de que los documentos utilizados sean precisos y confiables. En este caso, se revisará como el tipo de agregado utilizado en la producción de elementos de hormigón y se observará su efecto en las propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad del hormigón de las tesis seleccionadas entre las encontradas en el repositorio de la ULVR.

### 3.2.1 Técnica

La técnica utilizada para este proyecto de investigación es la observación. Esta técnica consiste en seleccionar aquello que se quiere analizar, para lo cual se debe plantear previamente que es lo que interesa observar, y haber determinado un objetivo de observación. En este trabajo de investigación se realizará uso de la observación para poder seleccionar características propias de cada una de las tesis seleccionadas, tal como: el diseño de hormigón seleccionado, sus materiales, el porcentaje y medida de las adiciones agregadas, y los resultados obtenidos en laboratorio.

### 3.3.2. Instrumentos

El instrumento a utilizar en este proyecto de investigación será una guía de observación en la cual se habrán recopilado y anotado los datos; tal como el título de la investigación, el o los autores, el objetivo general planteado, la resistencia diseñada de la mezcla de hormigón, los materiales, agregados, y resultados de cada una de las ocho tesis seleccionadas.

En el encabezado de la guía de observación se describe el nombre del proyecto seleccionado, el autor o los autores, el objetivo general propuesto, tal como se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4**

*Guía de observación.*

<b>GUÍA DE OBSERVACIÓN</b>	
<b>PROYECTO:</b>	
<b>AUTORES:</b>	
<b>OBJETIVO:</b>	
<b>1.- DATOS DISEÑO DE HORMIGÓN</b>	
<b>F´C=</b>	
<b>CEMENTO</b>	
<b>ARENA</b>	
<b>PIEDRA</b>	
<b>AGUA</b>	
<b>ADICION 1</b>	%
<b>ADICION 2</b>	%
<b>ADICION 3</b>	%

Elaborado por: Ron, G. (2023).

En el campo 1 de la guía de observación se encuentran los datos técnicos del diseño de hormigón fresco, la resistencia de diseño, y los pesos en kilogramos de los materiales que lo conforman. A su vez, se ha considerado el campo para tres tipos de adiciones en caso de que el diseño así lo requiera.

### **3.3 Población y muestra**

La muestra se seleccionará mediante un análisis no probabilístico. Se seleccionarán las tesis que hayan estudiado elementos de hormigón con agregados alternativos. La muestra estará compuesta por un total de ocho documentos desarrollados como trabajo de titulación elaborado por estudiantes de la ULVR para obtener el título de Ingeniero Civil, con un tipo de muestreo de expertos, el cual será realizado por tres profesionales de la rama de la Ingeniería civil, los cuales revisarán la ficha técnica y evaluarán si es factible su uso para la revisión del cumplimiento de la normativa en los ensayos de hormigón con agregados alternativos.

## CAPÍTULO IV PROPUESTA

En este capítulo se describirá la ficha técnica analizando los parámetros de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, durabilidad, permeabilidad, y cohesión. Así como también los resultados obtenidos de cada una de las tesis referentes a estos parámetros, los que se representaran mediante la gráfica propuesta en la ficha.

### 4.1 Presentación y análisis de resultados

#### 4.1.1 Presentación de ficha técnica

Cumpliendo con el tercer objetivo específico de este trabajo de titulación se presenta la ficha técnica elaborada para el análisis de las tesis seleccionadas de este proyecto de investigación contiene cinco de los parámetros técnicos del comportamiento mecánico de los elementos de hormigón; de los cuales, se obtuvieron los datos del diseño de hormigón fresco por pesos de cemento, arena, piedra, agua y adiciones de las características específicas de cada proyecto de titulación analizado, entre los que se utilizó: cereales, arena y toba volcánica, fibra de vidrio, fibra de acero, PET reciclado, ripio, y caucho reciclado; los cuales fueron adicionados porcentualmente reemplazando los agregados gruesos y los agregados finos en la mezcla de hormigón. En el análisis realizado para este trabajo de titulación se tomó en consideración los porcentajes más cercanos a cumplir con el valor de resistencia a la compresión diseñada.

En el encabezado de la ficha se describió el nombre de la tesis seleccionada, el autor o los autores, el objetivo general propuesto, tomados de los documentos que reposan en el repositorio digital de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Tal como se muestra en la tabla 5.

#### Tabla 5

*Encabezado de la ficha técnica.*

<b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>PROYECTO:</b>	NOMBRE DEL PROYECTO DE TITULACIÓN.
<b>AUTORES:</b>	NOMBRES DEL AUTOR O AUTORES.
<b>OBJETIVO:</b>	OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO DE TITULACIÓN.
<b>Elaborado por:</b>	Ron, G. (2023).

Así mismo, en el campo 1 de la ficha técnica se encuentran los datos técnicos del diseño de hormigón fresco, la resistencia de diseño, los pesos en kilogramos de los materiales que lo conforman. El cálculo de la relación agua-cemento se realizará en esta ficha tomando la fracción del numerador peso del agua en kilogramos, y el denominador el peso del cemento en kilogramos, tal como se muestra en la tabla 6.

**Tabla 6**

*Datos técnicos del diseño de hormigón fresco.*

1.- DATOS			
<b>F´C=</b>	210		KG/CM2
<b>CEMENTO</b>	50		KG
<b>ARENA</b>	66		KG
<b>PIEDRA</b>	123,82		KG
<b>AGUA</b>	30		L
<b>A/C</b>	0,6		
<b>ADICION 1</b>	4	%	FIBRA DE ACERO 2KG
<b>ADICION 2</b>	0	%	
<b>ADICION 3</b>	0	%	

**Elaborado:** Ron, G. (2023).

Tal como lo muestra la tabla 7; en el campo 2 se registran los valores de las propiedades mecánicas obtenidas, tanto de la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión. La durabilidad, permeabilidad, y cohesión.

Los valores de la resistencia a la compresión y de la resistencia a la flexión son aquellos obtenidos de los resultados de los ensayos de laboratorio realizados en cada uno de los proyectos de titulación analizados. Para el valor de durabilidad, permeabilidad y cohesión, se ha sacado mediante una formula empírica acerca de la importancia de la relación agua – cemento dentro de la mezcla de hormigón.

Los resultados de durabilidad en relación a la proporción agua - cemento han sido calculados y verificados si cumplen con los valores de los rangos permitidos según el capítulo 7 de la instrucción española del hormigón estructural en el numeral 37.3.1 el cual indica que como requisito general para conseguir una durabilidad adecuada del hormigón se debe cumplir el requisito de máxima relación de agua – cemento; es decir 0.5. Tal como se muestra en la tabla 7. Por otra parte, se aplica la

misma regla para el cálculo de la permeabilidad y cohesión debido a que se ha demostrado que en el hormigón a mayor relación agua – cemento, mayor será su permeabilidad, puesto que la relación entre el coeficiente de permeabilidad y la relación a/c es directa, y varía, así como a menor relación a/c menor profundidad de penetración del agua en la mezcla de hormigón fresco, y un exceso de agua dentro de la mezcla llevará a que las partículas lleguen a un punto en el que no puedan absorber más agua, por lo que quedarán espacios vacíos en los que nada actúa, mientras que la falta de agua dentro de la mezcla no permitirá que las partículas se hidraten lo suficiente no cumpliendo así la función aglomerante.

**Tabla 7**

*Resultados.*

<b>2.- RESULTADOS</b>					
<b>PROPIEDADES MECÁNICAS</b>	<b>KG/CM2</b>	<b>A/C</b>	<b>REQUISITOS TÉCNICOS</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>	<b>FACTOR</b>
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS</b>	249,22		210 KG/CM2	SI	1
<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN</b>	32,92		21 42	SI	1
<b>DURABILIDAD</b>		0,60	0,45 0,55	NO	0
<b>PERMEABILIDAD</b>		0,60	0,45 0,55	NO	0
<b>COHESIÓN</b>		0,60	0,45 0,55	NO	0

**Elaborado por:** Ron, G. (2023).

En este campo también se puede identificar los parámetros técnicos requeridos por las normas que rigen para el diseño de hormigón estableciendo en una columna el cumplimiento o no cumplimiento de los valores obtenidos en el ensayo elaborado por los autores de las tesis seleccionadas. Además, el valor numérico de 1 para cuando está dentro del rango de la norma, y 0 para valores menores o mayores al rango establecido de la norma.

En el campo 3 se establece la escala binaria numérica del factor de cumplimiento de la norma, y el factor del resultado de los ensayos. Siendo 1 el 100% del cumplimiento, y 0 el no cumplimiento de la norma en relación a los valores de los resultados. Tal como se muestra en la tabla 8.

**Tabla 8**

*Factor de cumplimiento.*

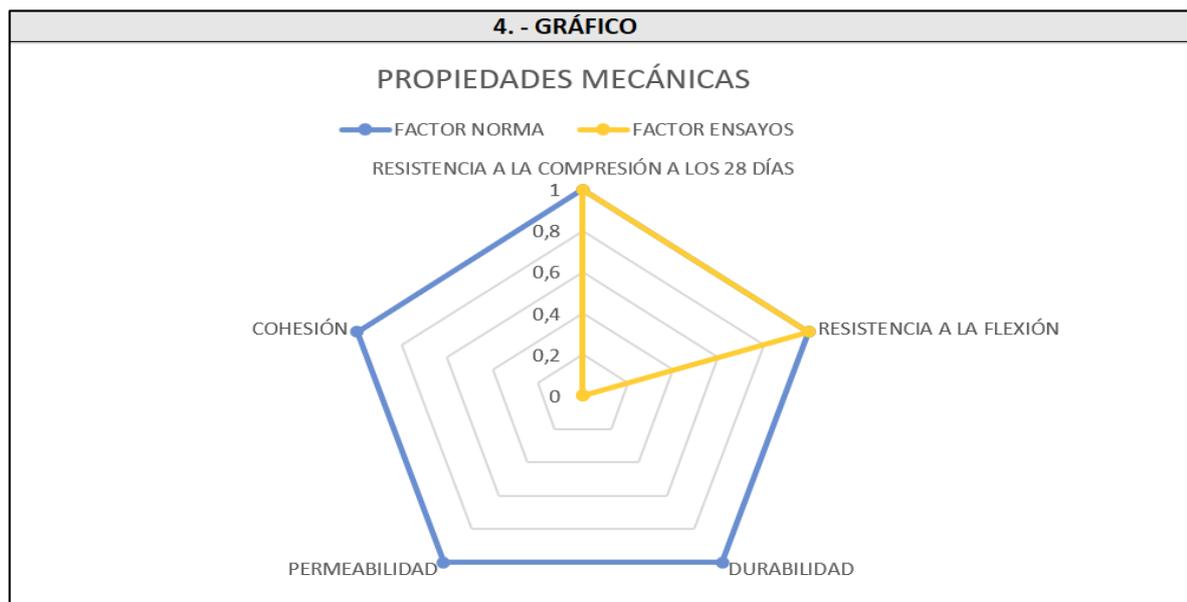
<b>3.- FACTOR DE CUMPLIMIENTO</b>		
<b>PROPIEDADES MECÁNICAS</b>	<b>FACTOR NORMA</b>	<b>FACTOR ENSAYOS</b>
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS</b>	1	1
<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN</b>	1	1
<b>DURABILIDAD</b>	1	0
<b>PERMEABILIDAD</b>	1	0
<b>COHESIÓN</b>	1	0

**Elaborado por:** Ron, G. (2023).

En el campo 4 se presenta un gráfico de tipo radial, cuya forma geométrica es el pentágono donde los vértices indican las cinco propiedades mecánicas del hormigón; el pentágono color azul describe el 100% de cumplimiento de cada una de estas propiedades según las normativas, siendo la forma geométrica de color amarillo los valores alcanzados en los vértices de los elementos ensayados en los trabajos de titulación analizados; no siempre la gráfica de color amarillo será un pentágono, debido a que los valores del ensayo no cumplieron con dicha propiedad, de tal manera que el centro del pentágono base, será uno de los vértices de la figura geométrica formada, Tal como se muestra en la Figura 8.

**Figura 17**

*Gráfico de ficha.*



Elaborado por: Ron, G. (2023).

#### 4.1.2 Análisis de resultados

Mediante la ficha técnica descrita en el numeral anterior, se presenta el cuadro resumen de los valores registrados y calculados de los ocho trabajos de titulación analizados, los cuales fueron registrados una vez utilizada la guía de observación en el capítulo tres. Tal como se puede observar a continuación en la tabla 9 y 10.

**Tabla 9**

*Revisión de documentación de ensayos de elementos de hormigón.*

TRABAJOS DE TITULACIÓN ANALIZADOS				
PROPIEDADES MECÁNICAS	INTRIAGO Y QUIROZ	CUADRADO	COBOS	PEREZ Y PULLAS
	2022	2022	2021	2022
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	209,62	196,60	152,80	229,00
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	27,69	25,97	25,50	30,25
DURABILIDAD	0,60	0,57	0,54	0,45
PERMEABILIDAD	0,60	0,57	0,54	0,45
COHESIÓN	0,60	0,57	0,54	0,45

Elaborado por: Ron, G. (2023).

**Tabla 10**

*Revisión de documentación de ensayos de elementos de hormigón.*

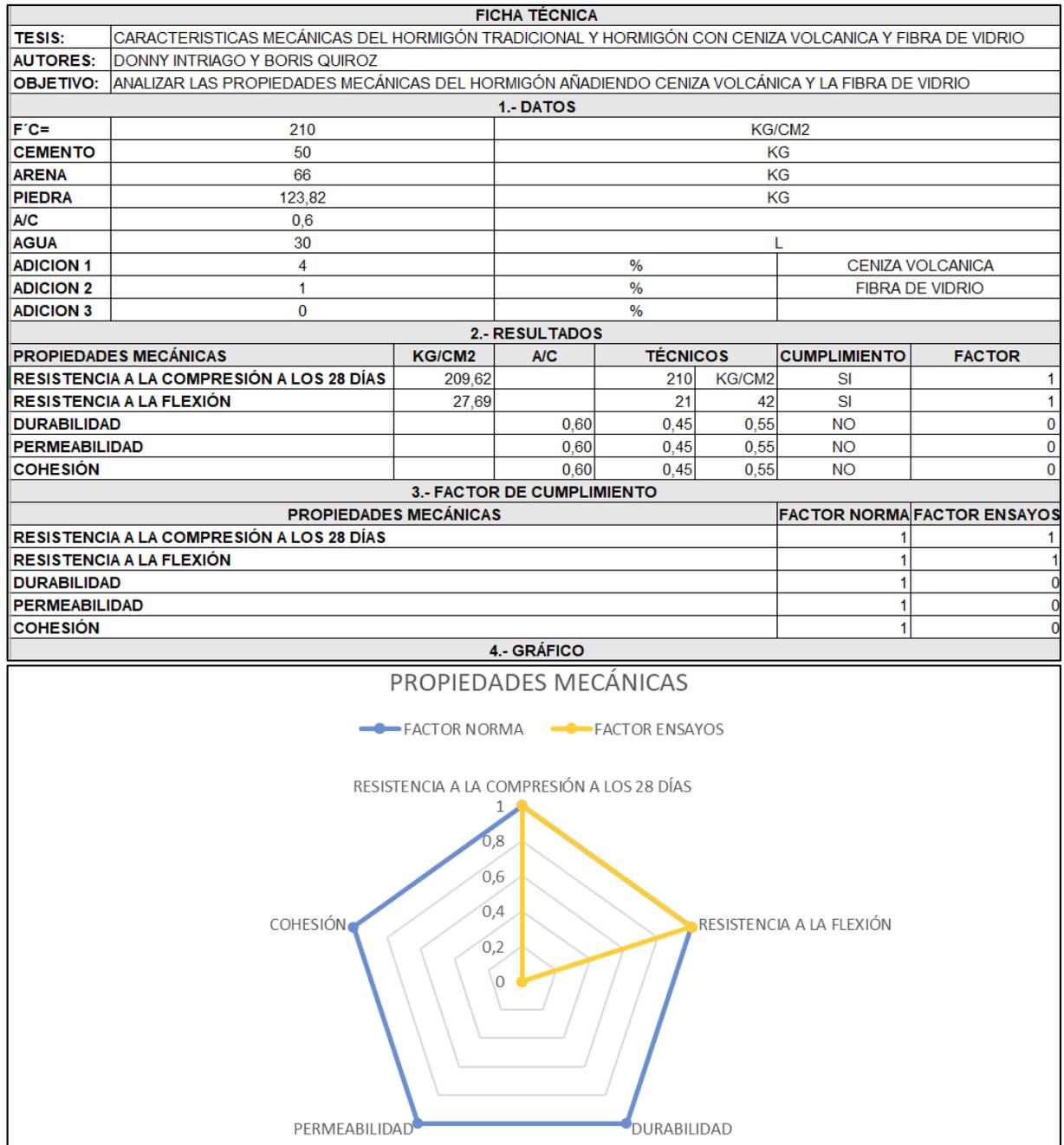
<b>TRABAJOS DE TITULACIÓN ANALIZADOS</b>				
<b>PROPIEDADES MECÁNICAS</b>	<b>ROMERO</b>	<b>AMAY</b>	<b>ROBAYO</b>	<b>BURGOS Y CHAVEZ</b>
	2021	2018	2022	2022
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	211,30	243,28	218,33	249,22
<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN</b>	27,91	32,14	28,91	32,92
<b>DURABILIDAD</b>	0,43	0,47	0,68	0,60
<b>PERMEABILIDAD</b>	0,43	0,47	0,68	0,60
<b>COHESIÓN</b>	0,43	0,47	0,68	0,60

**Elaborado por:** Ron, G. (2023).

### 4.1.3 Aplicación de la ficha técnica en proyectos de titulación analizados

Figura 18

Ficha técnica agregado ceniza volcánica y fibra de vidrio.



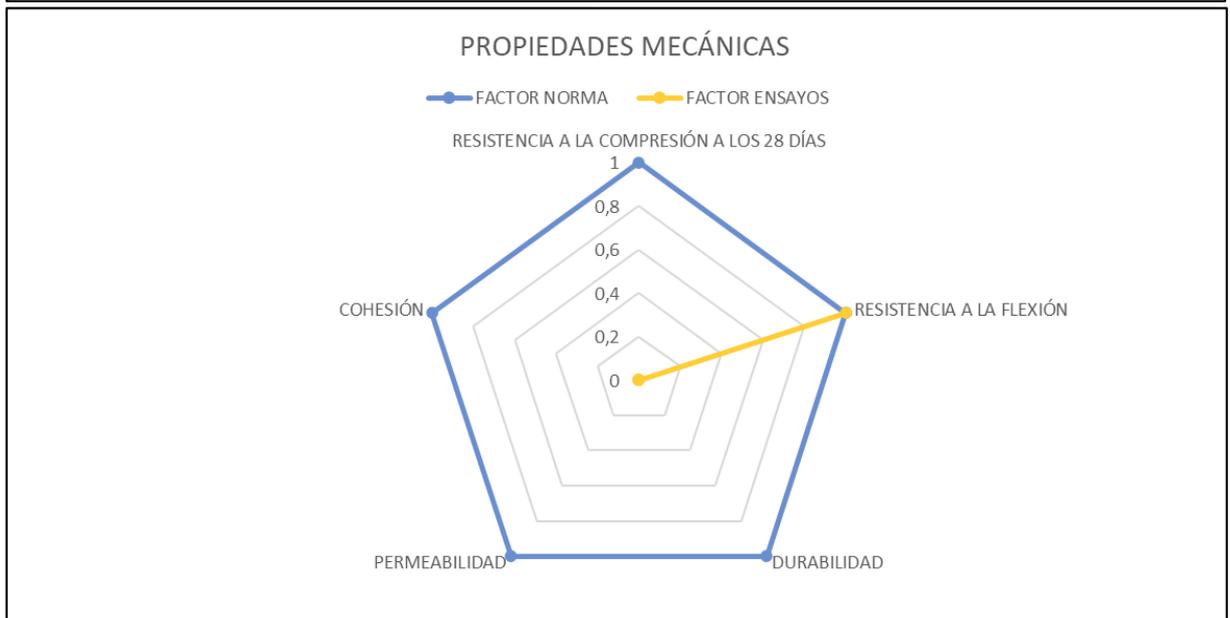
Elaborado por: Ron, G. (2023).

De los valores ingresados, se grafican con líneas color amarilla un triángulo, el cual indica que este ensayo, solamente cumplió con los parámetros de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, siendo el centro del pentágono base el tercer vértice de la figura geométrica.

**Figura 19**

*Ficha técnica agregado de cáscara de cereales.*

FICHA TÉCNICA						
TESIS:	CARACTERISTICAS MECÁNICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL AGREGANDO CÁSCARA DE CEREALES					
AUTORES:	DENNIS CUADRADO AYALA					
OBJETIVO:	COMPARAR LAS CARACTERISITCAS MECÁNICAS DE LAS MEZCLAS DE HORMIGÓN CON CÁSCARAS DE TRIGO Y CEBADA, CON LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LAS MEZCLAS DE HORMIGÓN CICLÓPEO 210 KG/CM2					
1.- DATOS						
F'c=	210				KG/CM2	
CEMENTO	50				KG	
ARENA	160,34				KG	
PIEDRA	236,21				KG	
A/C	0,57					
AGUA	28,74				L	
ADICION 1	5		%			CEREAL
ADICION 2	0		%			
ADICION 3	0		%			
2.- RESULTADOS						
PROPIEDADES MECÁNICAS	KG/CM2	A/C	TÉCNICOS		CUMPLIMIENTO	FACTOR
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS	196,60		210	KG/CM2	NO	0
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	25,97		21	42	SI	1
DURABILIDAD		0,57	0,45	0,55	NO	0
PERMEABILIDAD		0,57	0,45	0,55	NO	0
COHESIÓN		0,57	0,45	0,55	NO	0
3.- FACTOR DE CUMPLIMIENTO						
PROPIEDADES MECÁNICAS					FACTOR NORMA	FACTOR ENSAYOS
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS					1	0
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN					1	1
DURABILIDAD					1	0
PERMEABILIDAD					1	0
COHESIÓN					1	0
4.- GRÁFICO						

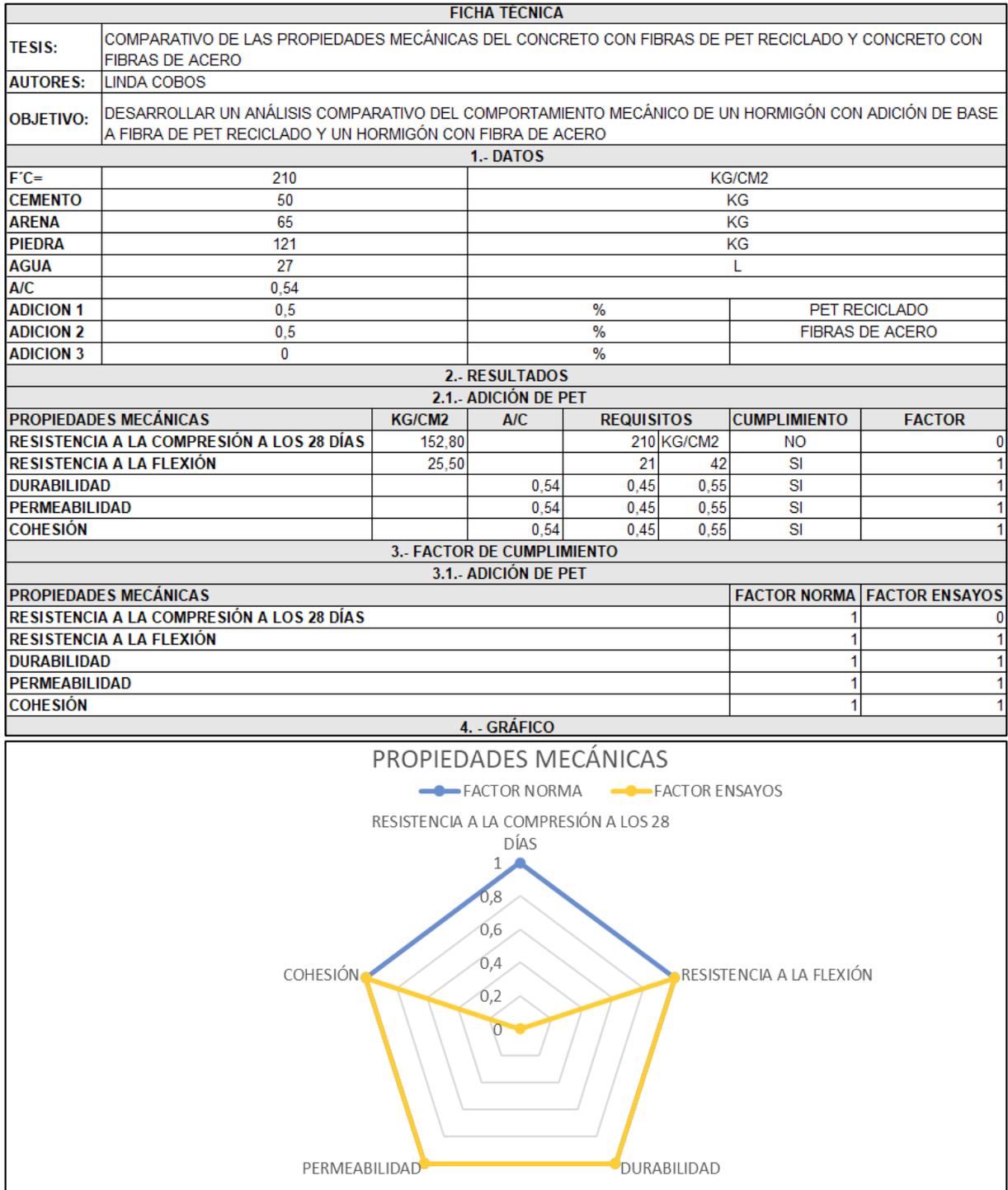


**Elaborado por:** Ron, G. (2023).

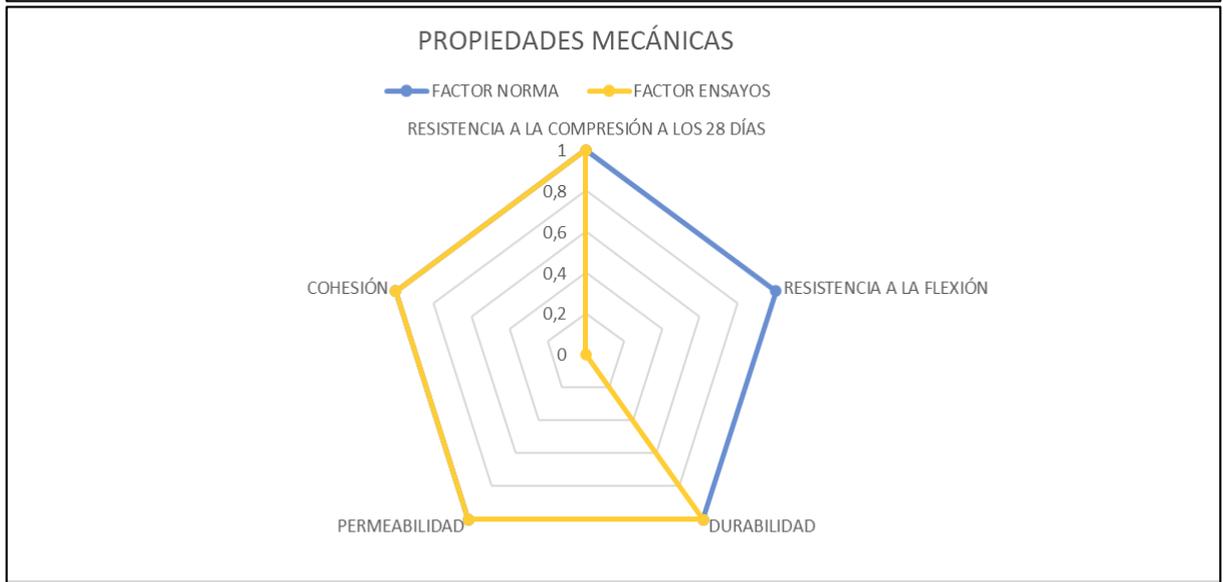
De los valores ingresados, se grafica una línea color amarilla, la cual indica que este ensayo, solamente cumplió con el parámetro de resistencia a la flexión.

**Figura 20**

*Ficha técnica agregado de Fibras de PET reciclado y fibras de acero.*



2.- RESULTADOS							
2.2.- ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO							
PROPIEDADES MECÁNICAS	KG/CM2	A/C	REQUISITOS		CUMPLIMIENTO	FACTOR	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS	219,00		210	KG/CM2	SI	1	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	19,41		21	42	NO	0	
DURABILIDAD		0,54	0,45	0,55	SI	1	
PERMEABILIDAD		0,54	0,45	0,55	SI	1	
COHESIÓN		0,54	0,45	0,55	SI	1	
3.- FACTOR DE CUMPLIMIENTO							
3.2.- ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO							
PROPIEDADES MECÁNICAS						FACTOR NORMA	FACTOR ENSAYOS
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS						1	1
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN						1	0
DURABILIDAD						1	1
PERMEABILIDAD						1	1
COHESIÓN						1	1
4.- GRÁFICO							

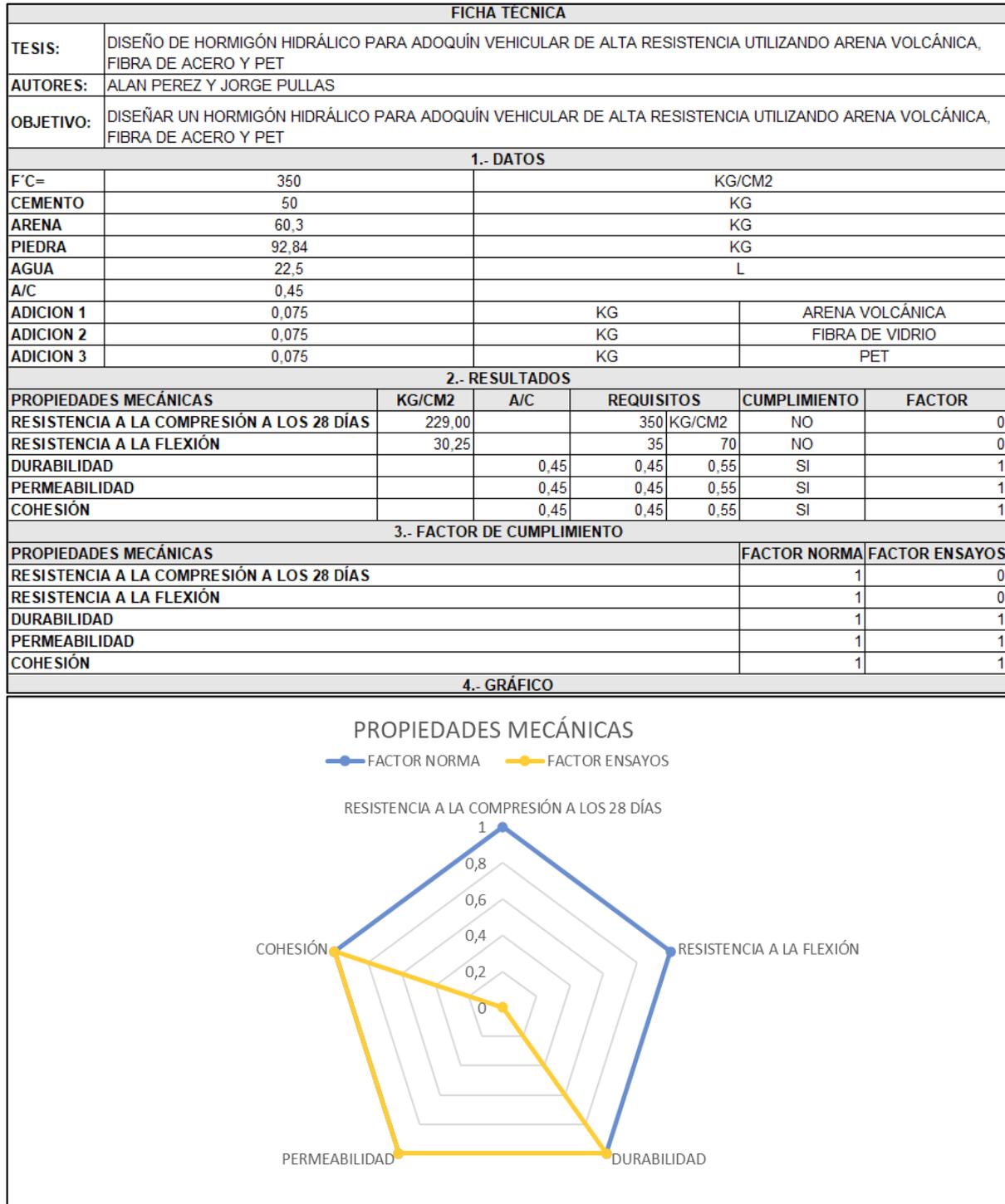


Elaborado por: Ron, G. (2023).

De los valores ingresados, en la primera gráfica se puede observar que se grafican con líneas color amarilla una figura geométrica de 4 puntos, la cual indica que el ensayo con agregado de PET reciclado, cumplió con los parámetros de resistencia a la flexión, durabilidad, permeabilidad y cohesión. Por otra parte, en la segunda gráfica se observa que, en el resultado del ensayo con fibra de acero, su figura geométrica demuestra el cumplimiento en los parámetros de permeabilidad, durabilidad, cohesión, y resistencia a la flexión.

**Figura 21**

*Ficha técnica agregado de arena volcánica, fibra de acero y PET.*

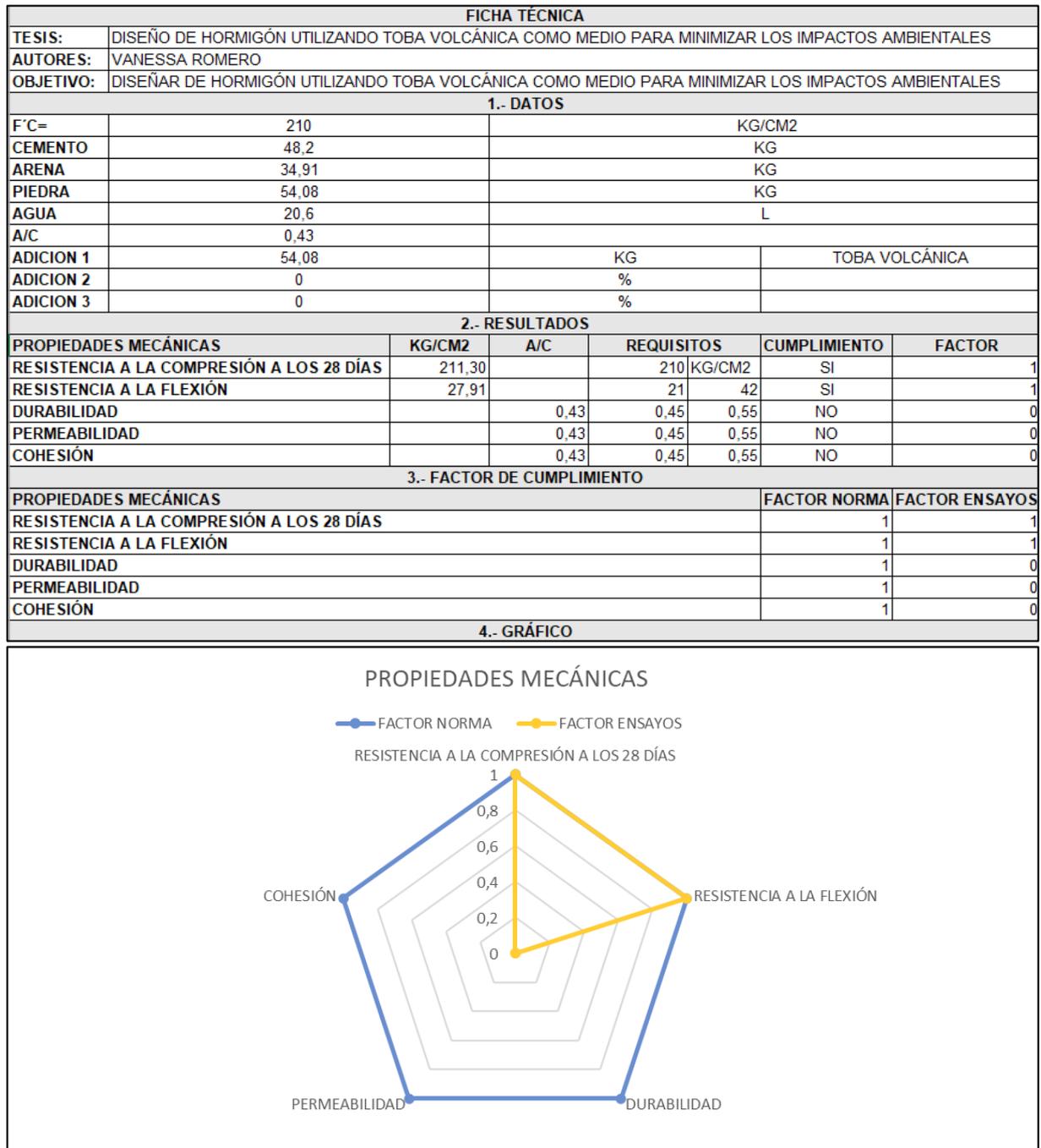


**Elaborado por:** Ron, G. (2023).

De los valores ingresados, se puede observar que se grafican con líneas color amarillo una figura geométrica romboide, la cual indica que el ensayo solo cumple con los parámetros de durabilidad, permeabilidad y cohesión.

**Figura 22**

*Ficha técnica agregado de toba volcánica.*



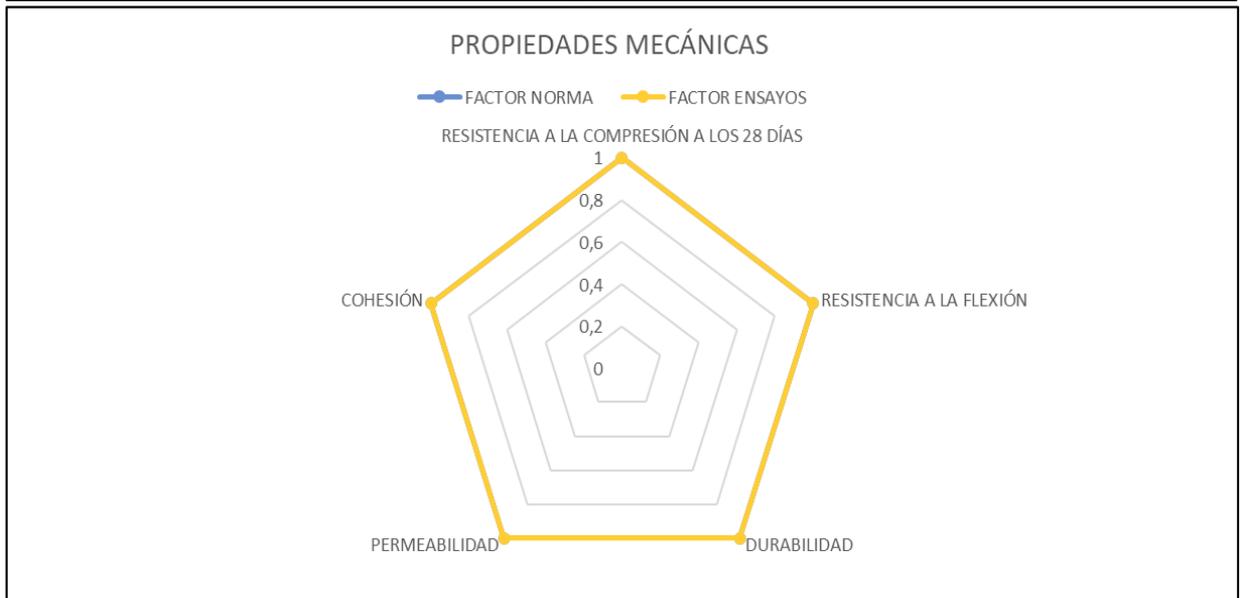
**Elaborado por:** Ron, G. (2023).

De los valores ingresados, se grafican con líneas color amarillo un triángulo, el cual indica que este ensayo, solamente cumplió con los parámetros de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

**Figura 23**

*Ficha técnica agregado de ripio.*

FICHA TÉCNICA						
TESIS:	ESTUDIO DE LOS MATERIALES PIEDRA Y ARENA UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL HORMIGÓN EN EL CANTÓN LA TRONCAL PROV DEL CAÑAR					
AUTORES:	OSWALDO AMAY					
OBJETIVO:	DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS MATERIALES PIEDRA Y ARENA UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL HORMIGÓN EN EL CANTÓN LA TRONCAL PROV DEL CAÑAR					
1.- DATOS						
F'c=	240				KG/CM2	
CEMENTO	50,29				KG	
ARENA	161,02				KG	
PIEDRA					KG	
AGUA	23,85				L	
A/C	0,47					
ADICION 1	0		%			
ADICION 2	0		%			
ADICION 3	0		%			
2.- RESULTADOS						
PROPIEDADES MECÁNICAS	KG/CM2	A/C	REQUISITOS		CUMPLIMIENTO	FACTOR
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS	243,28		240	KG/CM2	SI	1
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	32,14		24	48	SI	1
DURABILIDAD		0,47	0,45	0,55	SI	1
PERMEABILIDAD		0,47	0,45	0,55	SI	1
COHESIÓN		0,47	0,45	0,55	SI	1
3.- FACTOR DE CUMPLIMIENTO						
PROPIEDADES MECÁNICAS			FACTOR NORMA	FACTOR ENSAYOS		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS			1	1		
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN			1	1		
DURABILIDAD			1	1		
PERMEABILIDAD			1	1		
COHESIÓN			1	1		
4.- GRÁFICO						

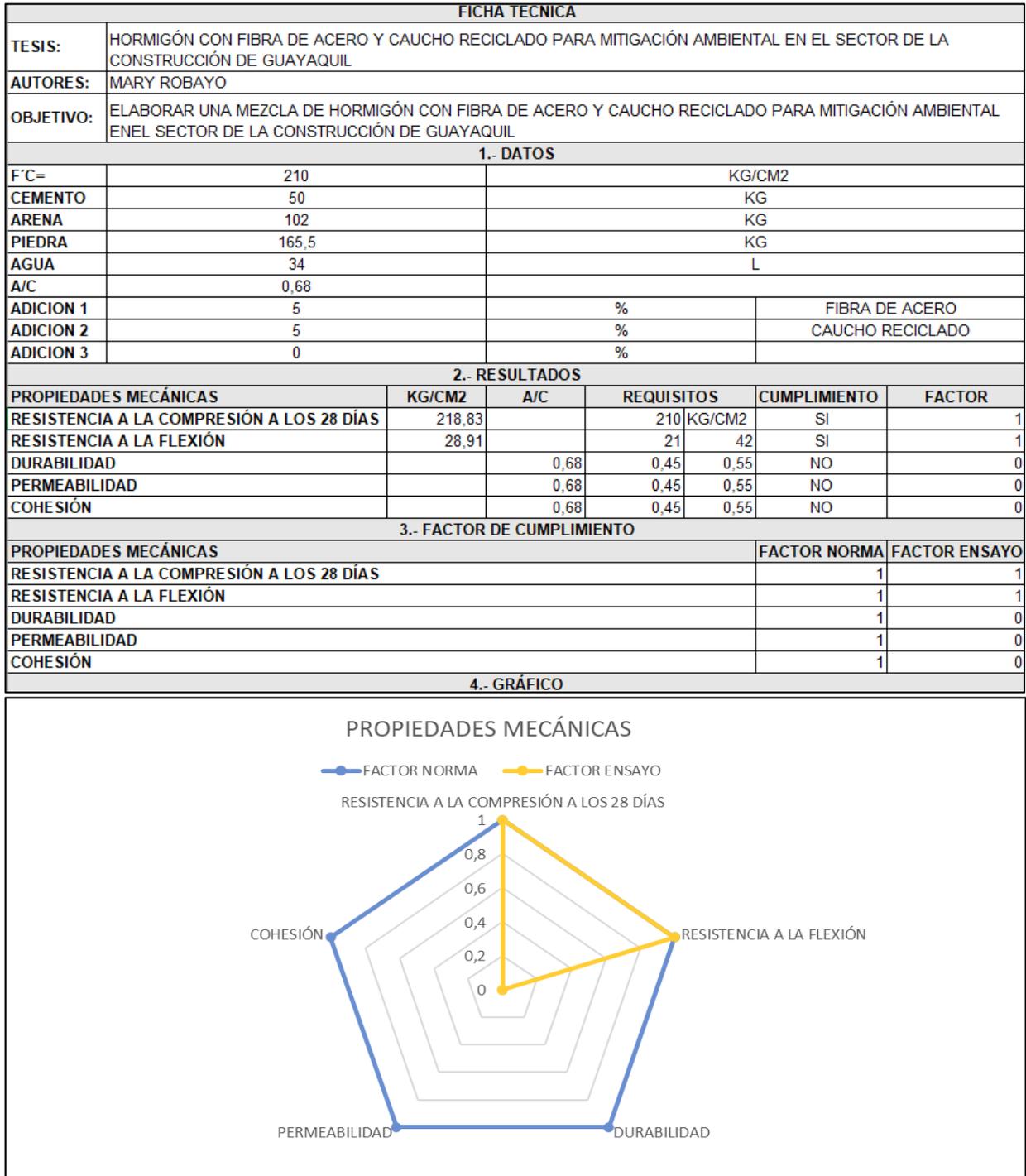


**Elaborado por:** Ron, G. (2023).

De los valores ingresados, se grafican con líneas color amarillo un polígono completo, el cual indica que este ensayo, ha cumplido con todos los parámetros de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, durabilidad, permeabilidad y cohesión.

**Figura 24**

*Ficha técnica agregado de fibra de acero y caucho reciclado.*

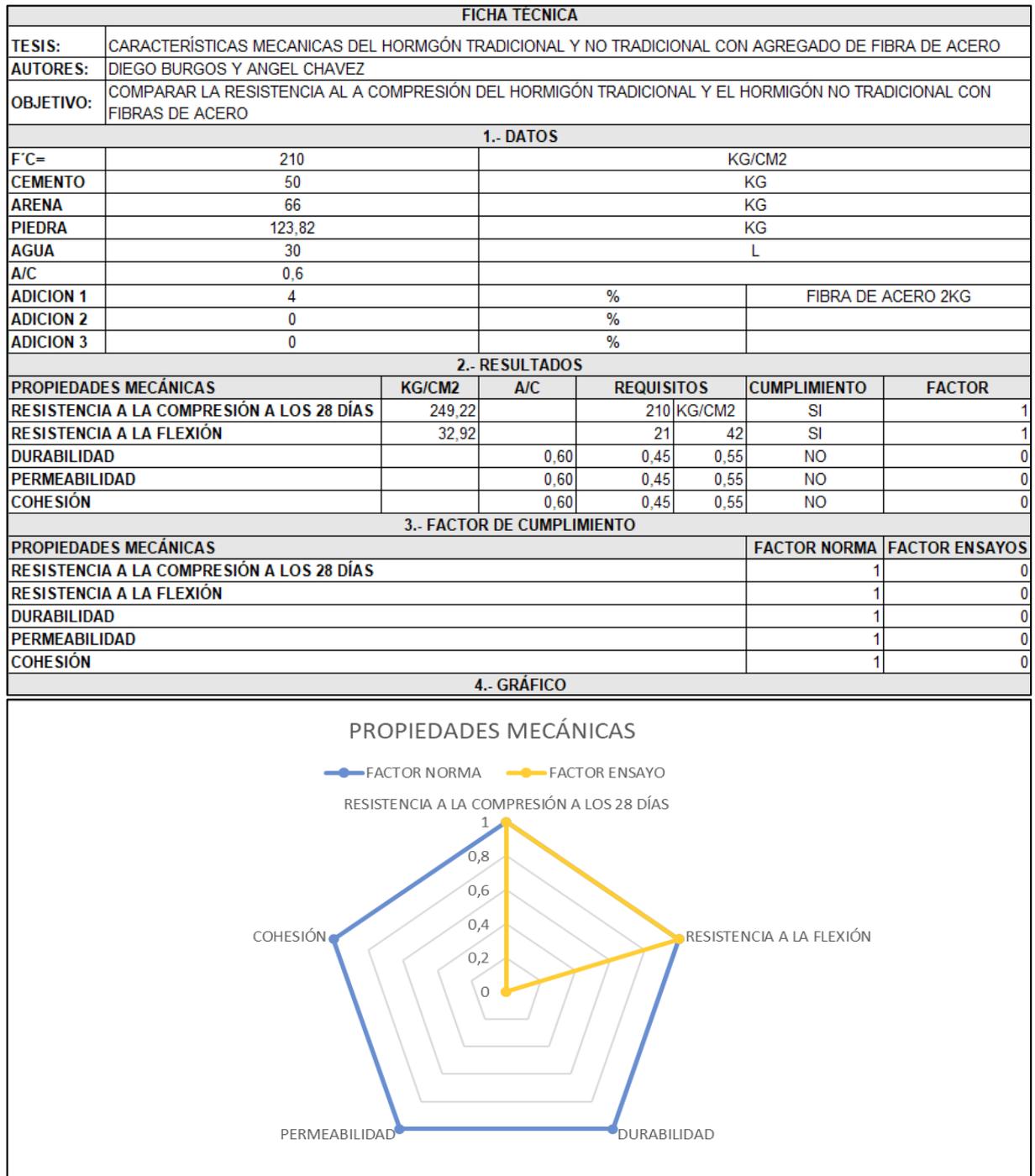


**Elaborado por:** Ron, G. (2023).

De los valores ingresados, se grafican con líneas color amarillo un triángulo, el cual indica que este ensayo, solamente cumplió con los parámetros de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

**Figura 25**

*Ficha técnica agregado de fibra de acero.*



**Elaborado por:** Ron, G. (2023).

De los valores ingresados, se grafican con líneas color amarillo un triángulo, el cual indica que este ensayo, solamente cumplió con los parámetros de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

## CONCLUSIONES

Se pudo realizar la caracterización de la ficha técnica para evaluar las características de durabilidad, resistencia a la flexión, resistencia a la compresión, cohesividad y la permeabilidad de los diferentes elementos de hormigón con agregados alternativos para la certificación del cumplimiento en el resultado de sus ensayos acorde a la normativa tradicional.

Luego de realizado este trabajo de investigación se puede concluir que la selección de las tesis del repositorio digital de la ULVR y el análisis técnico elaborado ha permitido elaborar una guía de observación y ficha técnica la cual contiene parámetros de análisis de la mecánica de los materiales.

El tener una ficha técnica de evaluación donde se pueda visualizar mediante una gráfica, los parámetros técnicos para contrastar las características físicas y mecánicas de: durabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, cohesión de los agregados y permeabilidad del hormigón, permite un mejor análisis técnico para tomar decisiones sobre la incorporación de agregados alternativos.

El uso de ficha técnica propuesta en este trabajo ha permitido observar mediante un gráfico radial, como los especímenes de hormigón con agregados alternativos dieron o no cumplimiento de normas técnicas en los ensayos realizados.

La grafica obtenida deja observar el cumplimiento al 100% de la norma, lo que permite tomar decisiones de orden gerencial y técnica al momento de adicionar agregados alternativos dentro de la mezcla de hormigón.

Se pudo confirmar mediante análisis realizados por profesionales de la Ingeniería civil, que el tener una ficha técnica para realizar un análisis de los agregados alternativos permite realizar una mejor toma de decisiones al momento de incorporar agregados alternativos en la mezcla de hormigón

## RECOMENDACIONES

Para futuros trabajos donde se plantee ampliar la ficha técnica propuesta se recomienda seleccionar trabajos del repositorio digital, los cuales contengan propiedades mecánicas del hormigón fresco y no solo del diseño de la mezcla y del hormigón endurecido.

La ficha propuesta puede ser desarrollada en aplicaciones móviles con nuevas tecnologías y algoritmos que permitan mayor precisión en la gráfica obtenida.

Se recomienda socializar con los estudiantes de la unidad de titulación que deseen desarrollar sus trabajos de investigación en hormigones tradicionales o no tradicionales, para que hagan uso de la ficha técnica propuesta en este trabajo, para que así guíen sus ensayos basados en los parámetros técnicos requeridos en la misma y se pueda dar más aporte a la investigación y la ciencia.

El presente trabajo contribuye a un mejor control de calidad por lo que se recomienda emplearlo en instituciones públicas y privadas que estén relacionadas con el desarrollo e innovaciones de nuevas tecnologías asociadas al hormigón.

Se recomienda a la academia que pueda implementar el uso de la ficha técnica al momento de realizar prácticas en sus laboratorios con los estudiantes de la carrera de ingeniería civil, para poder comprobar los parámetros técnicos de resistencia de diversos agregados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angelino D (2019) - “Análisis comparativo entre la ductilidad de un concreto patrón  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  y un concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  adicionado con  $0.6\text{ kg/m}^3$  y  $1.0\text{ kg/m}^3$  de fibras sintéticas, cusco – 2019”

A. Poorarbabi, M. A. (12 de marzo de 2020). *Ain Shams Engineering Journal*.

Obtenido de Ain Shams Engineering Journal:

[https://pdf.sciencedirectassets.com/270550/1-s2.0-S2090447920X00050/1-s2.0-S2090447920300423/main.pdf?X-Amz-Security-](https://pdf.sciencedirectassets.com/270550/1-s2.0-S2090447920X00050/1-s2.0-S2090447920300423/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEiX%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQDIBiTD6pnTNEZ3OnIU7InWfoxEuZHxWU%2F%2F7ni9C%2FH%2BTQIgl7EA)

[Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEiX%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQDIBiTD6pnTNEZ3OnIU7InWfoxEuZHxWU%2F%2F7ni9C%2FH%2BTQIgl7EA](https://pdf.sciencedirectassets.com/270550/1-s2.0-S2090447920X00050/1-s2.0-S2090447920300423/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEiX%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQDIBiTD6pnTNEZ3OnIU7InWfoxEuZHxWU%2F%2F7ni9C%2FH%2BTQIgl7EA)

Aucca y Carbajal (2021) “Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto tradicional, con respecto a un concreto traslucido, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes”. Disponible en: <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/4432>

Avellaneda, Andrea. (2019). RELACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON PRESENCIA DE FIBRAS METÁLICAS CON MATERIALES DEL RIO BARRAGÁN -UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA – FAEDIS PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL BOGOTÁ D.C., JULIO DE 2019 Recuperado <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/32457/avellaneda%20sanchezandreadelpilar2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Baca N. (2019) “Estudio comparativo de las propiedades físico – mecánicas del mortero de cemento Pórtland tipo Ip elaborado con residuos de mármol en porcentajes del 10%, 15% y 20% producto de la explotación de la cantera de Cullpahuanca – Quispicanchi – Cusco” Disponible en: <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/3827>

Becker, Edgardo (2018). DURABILIDAD DEL HORMIGÓN Comportamiento del Hormigón Estructural Durante su Vida de Servicio Recuperado  
<https://docplayer.es/5535951-Durabilidad-del-hormigon.html>

Berdejo, Patricia (enero del 2020) “La innovación necesaria - Cómo-diseñar correctamente una ficha técnica de producto.

Burgos D. y Chávez A. (2022) - “Características mecánicas del hormigón tradicional y hormigón no tradicional con agregado de fibra de acero”.

Bustamante C. (2021) - “Análisis comparativo de mezclas de hormigón con ripio y mezclas de hormigón tradicional”.  
Disponibile en: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4780>

Cagua Gómez, B. J. (2019). *Influencia del Potencial Hidrógeno (pH) y la concentración de Nitratos presentes en el agua de mezclado sobre el comportamiento Físico – Mecánico del Hormigón: Estudio en Laboratorio*. Quito: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17062>.

*Clase Construcción y Estructura*. (2018). Obtenido de Náutica 2015:  
[https://wiki.ead.pucv.cl/images/5/5a/Clase\\_2\\_construcci%C3%B3n\\_1\\_n%C3%A1utica\\_2015\\_Hormig%C3%B3n.pdf](https://wiki.ead.pucv.cl/images/5/5a/Clase_2_construcci%C3%B3n_1_n%C3%A1utica_2015_Hormig%C3%B3n.pdf)

Constitución de la República del Ecuador [Const]. (2008). *Registro Oficial 449 de 20-oct.-2008*. Quito: Asamblea Nacional Constituyente de Montecristi. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador.pdf>

Cornejo Alarcón, Jorge - “Análisis comparativo de la magnitud de las características físico mecánicas y costo de materiales de un concreto con adición de viruta de caucho reciclado en porcentajes de 5, 7.5 y 10% del agregado fino, ciudad del Cusco; respecto al concreto patrón de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ” (2019).

Disponible en: <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/3156>

Construtechnik Ltda. – Santiago, CHILE. (3 de marzo de 2020). *PDF*. Obtenido de PDF: <https://www.scielo.cl/pdf/ric/v35n1/0718-5073-ric-35-01-84.pdf>

Consuegra, Liset. & Rodríguez García, Carlos. (2022). Factores que influyen en la resistencia a la compresión del hormigón. Estado del arte. Universidad Camilo Cienfuegos de Matanzas., Cuba. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 16, núm. 3, pp. 1-11, 2022

Cuadrado D. (2022) - “Características mecánicas del hormigón tradicional y no tradicional agregando cáscara de cereales”.

Chávez J. y Pincay C. (2018) - “Estudio comparativo del comportamiento mecánico entre placas decorativas de piedra natural y placas decorativas a base de mezcla de hormigón con inclusión de vidrio reciclado”.

Disponible en: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/2594>

Decreto ejecutivo 742. (2019). *procuraduria.utpl.edu.ec*. Recuperado el 2021, de [procuraduria.utpl.edu.ec](http://procuraduria.utpl.edu.ec) web site:  
<https://procuraduria.utpl.edu.ec/sitios/documentos/NormativasPublicas/REGLAMENTO%20GENERAL%20A%20LA%20LEY%20ORGANICA%20DE%20EDUCACION%20SUPERIOR.pdf>

Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas. Recuperado <https://www.redalyc.org/journal/1939/193972950003/html/>  
Guerrero Estupiñan, N. A., & Palas De La Torre, J. C. (2023). *Linea de investigación*.

Huayta J. (2019) - “Análisis comparativo entre la resistencia a la compresión del concreto tradicional y concreto modificado con cal de conchas de abanico”.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/29956>

Huamán M. y Rodríguez T. (2022) - “Comparación de propiedades físicas y mecánicas del hormigón tradicional y el hormigón con fibras metálicas recicladas”.  
Disponibile en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/5656>

Intriago, D., & Quiroz, B. A. (2022). *CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL HORMIGÓN TRADICIONAL Y HORMIGÓN CON CENIZA VOLCÁNICA Y FIBRA DE VIDRIO*. Guayaquil.

K. Ali-Benyahia, Z.-M. S. (19 de Enero de 2018). *Case Studies in Construction Materials*. Obtenido de *Case Studies in Construction Materials*:  
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S221450951630095X?token=6344CD1222C72C3CF198832D0EA6E708DB7D9CBCD191FF952E6E2BB78CA9A3AABA6D25F45BD5951751E08D70EE2E81CC&originRegion=us-east-1&originCreation=20221009201241>

López Jaime - “Análisis comparativo de resistencias de una mezcla estándar de concreto con agregados alternos y convencionales” (2018)  
Disponibile en: <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/1787>

M.T. Cristofaro, S. V. (19 de septiembre de 2019). *Journal of Building Engineering.PDF*. Obtenido de *Journal of Building Engineering. PDF*:  
<file:///C:/Users/mike1/OneDrive/Im%C3%A1genes/%C3%81bum%20de%20c%C3%A1mara/metodo%20de%20sonreb.pdf>

Mokos, P. G. (10 de diciembre de 2020). *Springer Link*. Obtenido de *Springer Link*:  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00521-019-04663-2>

Moreno Anselmi, Luis Ángel, Ospina García, Miguel Ángel, & Rodríguez Polo, Kelly Andrea. (2019). Resistencia de concreto con agregado de bloque de arcilla triturado como reemplazo de agregado grueso. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(4), 635-642. Recuperado <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000400635>

Moreno, M. (2019). *Tema 1: Introducción a las estructuras de hormigón*. Málaga-España: riuma.

Muñoz Salinas, Francisco & Mendoza Escobedo, Carlos – La Durabilidad es la capacidad prevista en su diseño estructural

Nathalie, N. M., & Rubén, P. B. (2019). *Dspace*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18540/1/T-UCE-0011-ICF-127.pdf>

Nina, A., & Quispe, E. (2020). “*EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PATOLOGIAS*”. cusco-peru.

Pérez y Ochoa (2021- “Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un mortero adicionado con ceniza de cáscara de arroz con respecto a un mortero patrón de calidad  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ ”.

Reasco, a. g. (2022). *TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERIA CIVIL MENCIÓN ESTRUCTURAS*. QUITO.

Recuperado <https://www.redalyc.org/pdf/467/46770203.pdf>

Recuperado: [cielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S20073011201200020004#:~:text=La%20durabilidad%20es%20la%20capacidad,previstas%20en%20su%20diseño%20estructural](https://cielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S20073011201200020004#:~:text=La%20durabilidad%20es%20la%20capacidad,previstas%20en%20su%20diseño%20estructural).

Recuperado: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4300/1/Torres%20Cueva%20Luis%20Alfredo.pdf>

Recuperado: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1576/PS%20Mattio%2C%20Mar%C3%ADa%20Eugenia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Recuperado: <https://www.integratecnologia.es/la-innovacion-necesaria/como-disenar-correctamente-fichas-tecnicas-de-producto/>

Reyes, A. (s.f.). *twilight.mx*. Obtenido de twilight.mx: <https://twilight.mx/manuales/HT-225A-89-HT-225A.pdf>

- Rondo A. (2021) “Estudio de las propiedades del concreto de alta resistencia  $f'c=600\text{kg/cm}^2$ , adicionando microsílíce, nanosílíce y superplastificante – Trujillo – 2021”  
Disponibile en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84213>
- Romero V. (2021) - “Diseño de hormigón utilizando toba volcánica como medio para minimizar los impactos ambientales”.
- Saavedra y Ccorimanya (2019) - “Análisis comparativo del módulo de elasticidad a compresión y peso volumétrico de concretos convencionales y concretos ligeros fabricados con perlas de poliestireno expandido (PPE)”  
Disponibile en: <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/3281>
- Salvatierra Espinoza, A. B., & Valle Benítez, A. W. (2021). *Diseño de un mortero hidráulico, utilizando cemento blanco como aglomerante de los agregados.*
- Salvatierra Espinoza, Alex B., Pérez Martínez, Armenio, & Rodríguez Fernández, Aimara. (2022). Estructura de mercado del cemento en ecuador de 2010 a 2020. *Economía Coyuntural*, 7(1), 33-52. Epub 00 de marzo de 2022. <https://doi.org/1056274/ec.2022.v.7n1.2>
- Salvador, D. Y. (2021). Análisis comparativo de la resistencia a la flexión de concreto simple con fibras de cabuya, Trujillo, 2020 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte.  
<https://hdl.handle.net/11537/28353>
- Subcomité, A. (14 de febrero de 2019). *ASTM INTERNATIONAL*. Obtenido de ASTM INTERNATIONAL: [https://www.astm.org/c0805\\_c0805m-18.html](https://www.astm.org/c0805_c0805m-18.html)
- Torres, Luis Alfredo. (2022). Análisis de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Hormigón utilizando como agregados concreto reciclado. Universidad Estatal del Sur de Manabi.

Universidad laica vicente rocafuerte. (10 de febrero de 2019). *universidad laica vicente rocafuerte*. Recuperado el 2020, de universidad laica vicente rocafuerte web site:

[https://www.ulvr.edu.ec/static/uploads/pdf/file\\_1556661631.pdf](https://www.ulvr.edu.ec/static/uploads/pdf/file_1556661631.pdf)

VALDEZ, I. A. (2019). *PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR*.

Obtenido de PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR:

<///C:/Users/User/Downloads/Tesis%20Issam%20Saif.pdf>

Velez. Ligia. (2010). Permeabilidad y Porosidad en Concreto. Rev. Tecno Lógicas No. 25, ISSN 0123-7799, diciembre de 2010, pp. 169-187 Facultad de Tecnologías, INSTITUTO

TECNOLÓGICOMETROPOLITANO. Recuperado: <file:///C:/Users/Usuario%20Corporativo/Downloads/Dialnet-PermeabilidadYPorosidadEnConcreto-5062984.pdf>

Vega M. (2019) - "Análisis comparativo de la resistencia a la compresión del concreto utilizando cementos adicionados sometidos a acción de sulfatos – Ancón, 2019"

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47181>

## ANEXOS

### Anexo 1.- Formato de ficha técnica.

FICHA TÉCNICA					
<b>TESIS:</b>					
<b>AUTORES:</b>					
<b>OBJETIVO:</b>					
1.- DATOS					
F´C=		KG/CM2			
CEMENTO		KG			
ARENA		KG			
PIEDRA		KG			
A/C					
AGUA		L			
ADICION 1		%			
ADICION 2		%			
ADICION 3		%			
2.- RESULTADOS					
PROPIEDADES MECÁNICAS	KG/CM2	A/C	REQUISITOS TÉCNICOS	CUMPLIMIENTO	FACTOR
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS					0
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN					0
DURABILIDAD					0
PERMEABILIDAD					0
COHESIÓN					0
3.- FACTOR DE CUMPLIMIENTO					
PROPIEDADES MECÁNICAS				FACTOR NORMA	FACTOR ENSAYOS
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS				1	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN				1	
DURABILIDAD				1	
PERMEABILIDAD				1	
COHESIÓN				1	
4.- GRÁFICO					
<p style="margin: 0;"><b>PROPIEDADES MECÁNICAS</b></p> <p style="margin: 0; font-size: small;"> <span style="color: blue;">—●—</span> FACTOR NORMA    <span style="color: orange;">—●—</span> FACTOR ENSAYOS         </p> <p style="margin: 0; font-size: x-small;">           RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS            RESISTENCIA A LA FLEXIÓN            DURABILIDAD            PERMEABILIDAD            COHESIÓN         </p>					

Elaborado por: Ron, G. (2023).

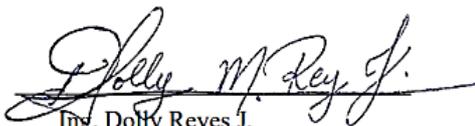
**Anexo 2.- Certificado Ing. Reyes Jaime.**

Guayaquil, 07 de agosto del 2023

***A QUIEN INTERESE:***

Yo, DOLLY MIKE REYES JAIME, con cédula de identidad No. 0914684972, de profesión **INGENIERA CIVIL** certifico que la **FICHA TÉCNICA PARA EL ANÁLISIS COMPARATIVO DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN CON AGREGADOS ALTERNATIVOS**, elaborada por la Srta. **GIULIANA ANDREA RON ROMERO** es un gran aporte a la sociedad para realizar un análisis técnico de diversos agregados alternativos, y la toma de decisiones al momento de realizar la incorporación de estos agregados en la mezcla de hormigón.

Atentamente,

  
Ing. Dolly Reyes J.  
C.I. 0914684972

### **Anexo 3.- Certificado Ing. Acosta Arcos.**

Guayaquil, 10 de agosto del 2023

## **CERTIFICADO**

**A quien interese:**

Yo, **VICTOR MANUEL ACOSTA ARCOS**, de profesión **INGENIERO CIVIL** con número de identificación **1720667532**, certifico que he revisado la **Ficha Técnica para el Análisis Comparativo de Elementos de Hormigón con Agregados Alternativos**, elaborada por la Srta. **GIULIANA ANDREA RON ROMERO** con número de identificación **0926960725**, y considero que esta permite realizar un mejor análisis técnico para tomar decisiones sobre la incorporación de agregados alternativos dentro de la mezcla de hormigón en las construcciones, siendo un gran aporte para la humanidad.

Atentamente,



---

Ing. Victor Manuel Acosta Arcos.  
C.I: 1720667532

**Anexo 4.-** Certificado Ing. Salvatierra Espinoza.

Guayaquil, 11 de agosto del 2023

**A QUIEN INTERESE:**

Yo, **ALEX BOLIVAR SALVATIERRA ESPINOZA**, con cédula de identidad No. 0913059531, de profesión **INGENIERO CIVIL** certifico que la **FICHA TÉCNICA PARA EL ANÁLISIS COMPARATIVO DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN CON AGREGADOS ALTERNATIVOS**, elaborada por la Srta. **GIULIANA ANDREA RON ROMERO** permite realizar un mejor análisis técnico para la toma de decisiones al momento de realizar la incorporación de agregados alternativos en de la mezcla de hormigón.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
**ALEX BOLIVAR  
SALVATIERRA  
ESPINOZA**

---

Ing. Alex Salvatierra E., MBA