



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCION**

**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

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

**TEMA**

**DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO CON CONCHA DE COCO Y HORMIGON**

**TUTOR**

**ING. ROBERTO DAVID VALLEJO CAMPOS, MSC.**

**AUTORES**

**JOSUE MARTINEZ QUINTO**

**NATHALY OSORIO GUERRA**

**GUAYAQUIL**

**2023**

**REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**FICHA DE REGISTRO DE TESIS**

**TÍTULO Y SUBTÍTULO:**

Prototipo de diseño de pavimento rígido de 4.5 Mpa. incorporando concha de coco en su amasado

**AUTOR/ES:**

Josué Humberto Martínez Quinto  
Nathaly Ruth Osorio Guerra.

**REVISORES O TUTORES:**

Ing. Roberto David Vallejo Campos, Msc.

**INSTITUCIÓN:**

Universidad Laica Vicente  
Rocafuerte de Guayaquil

**GRADO OBTENIDO:**

INGENIERO CIVIL

**FACULTAD:**

INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN

**CARRERA:**

INGENIERÍA CIVIL

**FECHA DE PUBLICACIÓN:**

2023

**N. DE PAGS:**

102

**ÁREAS TEMÁTICAS:** Arquitectura y Construcción

**PALABRAS CLAVE:** Hormigón, Pavimento, Diseño, Concha de Coco, Resistencia

**RESUMEN:**

Durante los últimos años en el país, la demanda del tránsito vial ha provocado que exista una mayor congestión vehicular, provocando problemas para el usuario que hace uso de las vías. Entre las principales problemáticas están: La falta de obras viales y el mantenimiento de vías existentes. Debido al alto costo de construcción y mantenimiento, se ha evaluado una

alternativa con el fin de dar solución a estas dificultades por lo que se ha implementado una metodología de diseño de pavimento rígido a partir de la adición de concha de coco, es por eso que el objetivo del presente trabajo de investigación es diseñar un pavimento rígido convencional y otro pavimento rígido a partir de la elaboración de mezclas patrones adicionando concha de coco en diferentes proporciones, con la finalidad de alcanzar un mayor comportamiento en resistencias mecánicas, obtener el porcentaje óptimo de adición a emplear y a su vez disminuir el impacto al medio ambiente, disminuyendo su costo de construcción y proporcionando a la losa de hormigón mayor rigidez y resistencia frente a cargas vehiculares prolongando la vida útil del pavimento. Esta investigación se utilizó un diseño de hormigón para la preparación de los especímenes con adición de concha de coco, se elaborarán cuatro muestras por edad (7, 14, 21, 28 días), dando así la cantidad de 64 cilindros y 64 vigas para cada porcentaje añadido.

<b>N. DE REGISTRO (en base de datos):</b>	<b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<b>SI</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>
<b>CONTACTO CON AUTORES:</b>  Josué Humberto Martínez Quinto  Nathaly Ruth Osorio Guerra	<b>Teléfono:</b>  +593938659909  +593995207334	<b>E-mail:</b>  <a href="mailto:josuehmq@hotmail.com">josuehmq@hotmail.com</a>  <a href="mailto:jmartinezq@ulvr.edu.ec">jmartinezq@ulvr.edu.ec</a>  <a href="mailto:nosoriog@ulvr.edu.ec">nosoriog@ulvr.edu.ec</a>  <a href="mailto:nrosoriog@gmail.com">nrosoriog@gmail.com</a>
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	Mgtr. Ing. Milton Andrade Laborde <b>Teléfono:</b> (04)259 6500 Ext. 241  <b>E-mail:</b> <a href="mailto:mandradel@ulvr.edu.ec">mandradel@ulvr.edu.ec</a>  Mgtr. Ing. Alexis Valle Benítez  <b>Teléfono:</b> (04)259 6500 Ext. 242  <b>E-mail:</b> <a href="mailto:avalleb@ulvr.edu.ec">avalleb@ulvr.edu.ec</a>	

# CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

## PROTOTIPO DE DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO DE 4.5 Mpa. INCORPORANDO CONCHA DE COCO EN SU AMASADO

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>5</b> %	<b>5</b> %	<b>1</b> %	<b>3</b> %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<1 %
<b>2</b>	<b>www.repositorio.usac.edu.gt</b> Fuente de Internet	<1 %
<b>3</b>	<b>Submitted to UISEK</b> Trabajo del estudiante	<1 %
<b>4</b>	<b>fdocuments.net</b> Fuente de Internet	<1 %
<b>5</b>	<b>qdoc.tips</b> Fuente de Internet	<1 %
<b>6</b>	<b>construccion suce.wordpress.com</b> Fuente de Internet	<1 %
<b>7</b>	<b>repository.unimilitar.edu.co</b> Fuente de Internet	<1 %
<b>8</b>	<b>alicia.concytec.gob.pe</b> Fuente de Internet	<1 %
<b>9</b>	<b>Submitted to Universidad Alas Peruanas</b> Trabajo del estudiante	<1 %

Excluir citas      Activo  
Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias < 5 words



## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES**

Los estudiantes egresados JOSUE HUMBERTO MARTINEZ QUINTO Y NATHALY RUTH OSORIO GUERRA, declara bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, Prototipo de diseño de pavimento rígido de 4.5 Mpa. incorporando concha de coco en su amasado, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Autor(es)

Firma:



**JOSUE HUMBERTO MARTINEZ QUINTO**  
C.I. 0940204365

Firma:



**NATHALY RUTH OSORIO GUERRA**  
C.I. 0951418193

## **CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación “DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO CON CONCHA DE COCO Y HORMIGON” 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 Proyecto de Investigación titulado: “ **DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO CON CONCHA DE COCO Y HORMIGON**”, presentado por el estudiante JOSUE HUMBERTO MARTINEZ QUINTO Y NATHALY RUTH OSORIO GUERRA como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



**ING. ROBERTO DAVID VALLEJO CAMPOS, MSC.**

C.I.: 0603791591

## **AGRADECIMIENTO**

Primero que todo doy gracias a Dios por haberme permitido llegar donde estoy ahora, por darme la fortaleza y voluntad necesaria para seguir adelante con mi objetivo. A mi Madre Nelly Guerra Veas que ha estado ahí siempre apoyándome incondicionalmente y darme ánimos para seguir continuando, la que me inculco siempre valores para seguir en el camino correcto y afrontar cualquier adversidad que se me ha presentado. A mi Padre Marco Osorio Jaya que ha estado recordándome siempre que ha estado para mí a pesar la distancia. A los docentes que han sido de mucha ayuda a lo largo de todo este trayecto tanto en lo educativo, como en lo moral y ético, con mención especial para nuestro tutor ING. Roberto Vallejo Campos, que nos ha guiado significativamente en este proceso.

**Nathaly Ruth Osorio Guerra**

## **DEDICATORIA**

Principalmente a Dios porque me ha brindado seguir gozando de salud y sobre todo prevalecer en mi camino lleno de obstáculos, por darme la paciencia, perseverancia y compromiso para llevar a cabo mi ideal. Este triunfo se lo dedico a mi familia, que siempre me inculcó los mejores valores como son la superación, humildad, sacrificio y sobre todo valorar lo que tengo. Pero en especial a mis queridos Abuelos Sr. Segundo Manuel Osorio Terán & Sra. Juana María Jaya Mosquera que me enseñaron muchos valores y principios, un total ejemplo a seguir, me enseñó a perseguir mis sueños y lograrlos y aquí va su segundo deseo cumplido. A los docentes que estuvieron presente en toda la carrera universitaria que me brindaron su tiempo y valioso conocimiento. Y por último a mis amigas y amigos que de una u otra forma estuvieron apoyándome incondicionalmente, se los dedico.

**Nathaly Ruth Osorio Guerra**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi familia por darme la oportunidad de llegar a esta etapa de mi vida. A la perseverancia de mi madre de terminar este proyecto de investigación y mi carrera profesional posteriormente. A mi padre por la paciencia que tuvo y apoyarme a pesar de los errores cometidos. Y, por último, pero no menos importante, a mi hermana, que siempre me hizo acordar que la honestidad y la responsabilidad son los valores más importantes para triunfar en esta vida.

**Josué Humberto Martínez Quinto**

## **DEDICATORIA**

Le dedico este proyecto de investigación a mis padres como un reflejo de todo esfuerzo que me han dado para estudiar y terminar mi carrera profesional mostrando así el fruto de todo el tiempo, empeño y destreza que la carrera ha exigido durante su proceso.

**Josué Humberto Martínez Quinto**

# ÍNDICE GENERAL

1	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1	Tema:.....	2
1.2	Planteamiento del Problema:.....	2
1.3	Formulación del Problema: .....	2
1.4	Objetivo General .....	3
1.5	Objetivos Específicos.....	3
1.6	Hipótesis.....	3
1.7	Línea de Investigación Institucional/Facultad.....	3
2	MARCO TEÓRICO.....	4
2.1	Marco Referencial.....	4
2.2	Marco Conceptual .....	5
2.2.1	Pavimento Rígido.....	5
2.2.2	Subrasante. ....	6
2.2.3	Sub base.....	7
2.2.4	Base .....	9
2.2.5	Losa.....	12
2.2.6	Diseño AASHTO 93 .....	12
2.2.7	Funciones de las capas del Pavimento rígido.....	13
2.2.8	Tipos de pavimentos Rígidos .....	14
2.2.9	Definición del Hormigón .....	17
2.2.10	Definición del Cemento .....	17
2.2.11	Agua en el Hormigón .....	18
2.2.12	Agregados.....	18
2.2.13	Aditivos .....	18
2.2.14	Propiedades del concreto.....	19
2.2.15	Fibra de Coco o Concha de Coco.....	20
2.2.16	Características de la fibra de coco.....	21
2.2.17	Propiedades de la fibra de coco.....	21
2.2.18	Efectos de la fibra sobre el concreto .....	22
2.2.19	Densidad del concreto con fibra de coco.....	22
2.2.20	Resistencia a la comprensión del concreto con fibra de coco .....	23
2.2.21	Dosificación del concreto.....	23
2.3	Marco Legal .....	24
3	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
3.1	Enfoque de la Investigación .....	27

3.2	Alcance de la Investigación.....	27
3.3	Población y Muestra.....	27
3.4	Técnica e Instrumento .....	28
3.4.1	Metodología descriptiva y esquemática para la fabricación de prototipo de diseño de pavimento rígido de 4.5Mpa. incorporando concha de coco en su amasado.....	28
3.4.2	Proceso de fabricación de cilindros y vigas de hormigón sin adición de concha de coco	36
3.4.3	Curado de los especímenes.....	41
3.4.4	Muestreo y ensayos de especímenes de hormigón sin adición.....	42
3.4.5	Probetas de hormigón utilizando adición de concha de coco por porcentaje.....	42
3.4.6	Metodología descriptiva y esquemática para la fabricación de probetas de hormigón implementando concha de coco. ....	48
3.4.7	Proceso gráfico de la fabricación de probetas de hormigón adicionando concha de coco	48
3.4.8	Ensayo de rotura a la compresión simple .....	51
3.4.9	Ensayo de rotura a la flexión.....	54
3.5	Análisis de Resultados .....	56
3.5.1	Resultados de ensayos a la compresión: Hormigón sin adicción de Concha de Coco a la edad de 7 días .....	56
3.5.2	Resultados de ensayos a la compresión: Hormigón sin adicción de Concha de Coco a la edad de 14 días .....	57
3.5.3	Resultados de ensayos a la compresión: Hormigón sin adicción de Concha de Coco a la edad de 21 días .....	58
3.5.4	Resultados de ensayos a la compresión: Hormigón sin adicción de Concha de Coco a la edad de 28 días .....	59
3.5.5	Resultados de ensayos de resistencia a la compresión en las probetas con adición al 10% con concha de coco.....	60
3.5.6	Resultados de ensayo de resistencia a la flexión en las viguetas con adición al 10% con concha de coco .....	62
3.5.7	Resultados de ensayo de resistencia a la compresión en las probetas con adición al 15% con concha de coco .....	64
3.6	Resultados de ensayos de resistencia a la flexión viguetas con adición de concha de coco al 15% .....	66
3.6.1	Resultados de ensayos de resistencia a la compresión en las probetas con adición al 20% con concha de coco .....	68
3.6.2	Resultado de ensayo de resistencia a la flexión en las viguetas con adición al 20% con concha de coco .....	70
3.6.3	Resultados de ensayo de resistencia a la compresión en las probetas con adición al 25% con concha de coco. ....	72
3.6.4	Resultados de ensayo de resistencia a la flexión en las viguetas con adición al 25% con concha de coco. ....	74
4	CONCLUSIONES .....	81

5	RECOMENDACIONES .....	82
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	83
7	Bibliografía .....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: 403-1.1 Limites de Granulometría Sub-bases .....	8
Tabla 2: 404-1.1 Limites de Granulometría Base Clase 1 .....	10
Tabla 3: 404-1.2 Limites de Granulometría Base Clase 2 .....	10
Tabla 4: 404-1.3 Limites de Granulometría Base Clase 3 .....	11
Tabla 5: 404-1.4 Limites de Granulometría Base Clase 4 .....	11
Tabla 6: Propiedades de la fibra del Coco.....	22
Tabla 7: Diseño de hormigón con resistencia a la flexión de 4.5 Mpa. ....	29
Tabla 8: Paso 1 y 2 del diseño de hormigón con resistencia a la flexión de 4.5Mpa.....	30
Tabla 9: Paso 3 del diseño de hormigón con resistencia a la flexión de 4.5Mpa. ....	31
Tabla 10: Paso 4,5y6 del diseño de hormigón con resistencia a la flexión de 4.5Mpa.....	32
Tabla 11: Paso 7 del diseño de hormigón con resistencia a la flexión de 4.5Mpa.....	33
Tabla 12: Paso 7 del diseño de hormigón con resistencia a la flexión de 4.5Mpa para Cilindros .....	34
Tabla 13: Paso 7 del diseño de hormigón con resistencia a la flexión de 4.5Mpa para Viguetas35	
Tabla 14: Diseño de hormigón para probeta reemplazando el 10%, 15%, 20%, 25% de concha de coco por agregado grueso (piedra triturada).....	43
Tabla 15: Diseño de hormigón para probeta reemplazando el 10% de concha de coco por agregado grueso .....	44
Tabla 16: Diseño de hormigón para probeta reemplazando el 15% de concha de coco por agregado grueso .....	44
Tabla 17: Diseño de hormigón para probeta reemplazando el 20% de concha de coco por agregado grueso .....	45
Tabla 18: Diseño de hormigón para probeta reemplazando el 25% de concha de coco por agregado grueso .....	45
Tabla 19: Diseño de hormigón para vigueta reemplazando el 10%, 15%, 20%, 25% de concha de coco por agregado grueso (piedra triturada).....	46
Tabla 20: Diseño de hormigón para probeta reemplazando el 10% de concha de coco por agregado grueso .....	46
Tabla 21: Diseño de hormigón para probeta reemplazando el 15% de concha de coco por agregado grueso .....	47
Tabla 22: Diseño de hormigón para probeta reemplazando el 20% de concha de coco por agregado grueso .....	47
Tabla 23: Diseño de hormigón para probeta reemplazando el 25% de concha de coco por agregado grueso .....	48
Tabla 24: Resultados de ensayos a la compresión en cilindros: Hormigón sin adicción de Concha de Coco a la edad de 7 días .....	56
Tabla 25: Resultados de ensayos a la compresión en cilindros: Hormigón sin adicción de Concha de Coco a la edad de 14 días .....	57
Tabla 26: Resultados de ensayos a la compresión en viguetas: Hormigón sin adicción de Concha de Coco a la edad de 14 días .....	57

Tabla 27: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón sin adicción de Concha de Coco a la edad de 21 días .....	58
Tabla 28: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón sin adicción de Concha de Coco a la edad de 21 días .....	58
Tabla 29: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón sin adicción de Concha de Coco a la edad de 28 días .....	59
Tabla 30: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón sin adicción de Concha de Coco a la edad de 28 días .....	59
Tabla 31: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 7 días .....	60
Tabla 32: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 14 días .....	60
Tabla 33: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 21 días .....	61
Tabla 34: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 28 días .....	61
Tabla 35: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 7 días .....	62
Tabla 36: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 14 días .....	62
Tabla 37: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 21 días .....	63
Tabla 38: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 28 días .....	63
Tabla 39: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 7 días .....	64
Tabla 40: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 14 días .....	64
Tabla 41: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 21 días .....	65
Tabla 42: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 28 días .....	65
Tabla 43: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 7 días .....	66
Tabla 44: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 14 días .....	66
Tabla 45: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 21 días .....	67
Tabla 46: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 28 días .....	67
Tabla 47: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 7 días .....	68

Tabla 48: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 14 días .....	68
Tabla 49: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 21 días .....	69
Tabla 50: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 28 días .....	69
Tabla 51: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 7 días .....	70
Tabla 52: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 14 días .....	70
Tabla 53: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 21 días .....	71
Tabla 54: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 28 días .....	71
Tabla 55: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 7 días .....	72
Tabla 56: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 14 días .....	72
Tabla 57: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 21 días .....	73
Tabla 58: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 28 días .....	73
Tabla 59: Resultados de ensayos a la flexión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 7 días .....	74
Tabla 60: Resultados de ensayos a la flexión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 14 días .....	74
Tabla 61: Resultados de ensayos a la flexión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 21 días .....	75
Tabla 62: Resultados de ensayos a la flexión en cilindros: Hormigón con adicción de Concha de Coco a la edad de 14 días .....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Imagen representativa de elementos sin transferencias de cargas .....	5
<b>Figura 2:</b> Imagen representativa de elementos sin transferencias de cargas .....	14
<b>Figura 3:</b> Imagen representativa de elementos con transferencias de cargas .....	15
<b>Figura 4:</b> a. Imagen representativa de pavimento hidráulico con refuerzo de acero no estructural.....	16
<b>Figura 5:</b> Modelos de molde de cilindros de 0.15x0.30cm con placa de asiento con un ángulo de 90° .....	36
<b>Figura 6:</b> Modelos de molde de vigas para pruebas de ensayo de concreto.....	37
<b>Figura 7:</b> Dosificación de agregado fino (arena) para elaboración de especímenes de hormigón para ensayo.....	38
<b>Figura 8:</b> Dosificación de agregado grueso (piedra triturada 3/4´´) para especímenes de hormigón para ensayo .....	38
<b>Figura 9:</b> Dosificación de cemento para especímenes de hormigón .....	39
<b>Figura 10:</b> Preparación de hormigón para especímenes de hormigón.....	39
<b>Figura 11:</b> Preparación y colocación de hormigón para especímenes de hormigón y compactando 25 hincadas con una varilla de acero lisa.....	40
<b>Figura 12:</b> Preparación y colocación de hormigón para especímenes de hormigón. ....	40
<b>Figura 13:</b> Colocación de hormigón en moldes de vigas. ....	41
<b>Figura 14:</b> Muestras sumergidas en agua para curado. ....	42
<b>Figura 15:</b> Dosificación de agregado fino (arena) para probetas de hormigón con adición de concha de coco .....	49
<b>Figura 16:</b> Dosificación de agregado grueso (piedra triturada 3/4´´) para bloque de hormigón con adición de concha de coco.....	49
<b>Figura 17:</b> Trituración manual de concha de coco .....	50
<b>Figura 18:</b> Mezcla de agregado fino, agregado grueso y concha de coco triturada.....	50
<b>Figura 19:</b> Preparación y mezcla de hormigón con adición de concha de coco.....	50
<b>Figura 20:</b> Muestra de cilindros del 10% y 15% de agregado de Concha de Coco .....	51
<b>Figura 21:</b> Dimensionamiento grafico de la muestra de Cilindro.....	52
<b>Figura 22:</b> Ensayo de compresión a probeta con adición de concha de coco al 15% .....	53
<b>Figura 23:</b> Lectura de rotura a la compresión con adición de concha de coco al 15% .....	53
<b>Figura 24:</b> Dimensionamiento gráfico de la muestra de Vigueta.....	54
<b>Figura 25:</b> Prueba de ensayo de viga .....	55
<b>Figura 26:</b> Ensayo para determinar la resistencia a la flexión.....	55
<b>Figura 27:</b> Grafico comparativo de resultados de ensayos de resistencia a la compresión según adición de concha de coco.....	76
<b>Figura 28:</b> Grafico comparativo de resultados de ensayos de resistencia a la flexión según adición de concha de coco.....	77
<b>Figura 29:</b> Grafico comparativo de resultados de ensayos de resistencia a la compresión sin adición vs con adición de concha de coco.....	78

**Figura 30:** Grafico comparativo de resultados de ensayos de resistencia a la flexión sin adición vs con adición de concha de coco ..... 79

## INTRODUCCIÓN

Hace varios años el sector de la construcción viene innovando y mejorando sus procesos constructivos, además de las herramientas y materiales que se emplea para la construcción de vías de pavimento rígido adaptándose a los requerimientos económicos y funcionales que nos exige la Ingeniería en cuanto a diseño y construcción se refiere.

Pese a estas nuevas formas de ejecución y uso de nuevas tecnologías, siguen existiendo los problemas de agrietamiento y fisuras en distintas vías a nivel nacional e internacional, causadas muchas veces no solo por temas de materiales o procesos sino por los constantes cambios climáticos a los que se encuentra sometida la losa de hormigón.

Es por ello que el uso de aditivos artificiales para evitar dichos problemas se ha masificado, a pesar de sus costos elevados, pasando a segundo plano el cuidado del medio ambiente.

El presente trabajo propone el uso de la concha de coco, previo análisis de su influencia, ante la trabajabilidad y la mejora de la resistencia a la compresión y flexión del concreto, como aditivos naturales.

Esta investigación comprende cuatro capítulos: El planteamiento de estudio con la realidad problemática, los objetivos tanto principales como específicos, la justificación de trabajo, el planteamiento de la hipótesis y la descripción de las variables. Seguido de los antecedentes y las bases teóricas y legales y como conclusión está el análisis con la metodología aplicada de acuerdo con el rigor académico exigido en el proceso de investigación.

De acuerdo con los resultados se llegó a la conclusión que el 15% de la adición de la concha de coco como agregado en el hormigón tuvo la mayor resistencia a la flexión y compresión.

# CAPÍTULO I

## 1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 Tema:

Prototipo de diseño de pavimento rígido de 4.5 Mpa. Incorporando concha de coco en su amasado

### 1.2 Planteamiento del Problema:

Parte de una estructura de pavimento rígido es la losa de hormigón que cumple con la función de carpeta de rodadura, esta losa de hormigón de armado que sufre diferentes fallas y rupturas por diferentes factores, entre los más comunes son las fisuras longitudinales creadas por tensiones de sobrecarga en la losa y; erosiones por bombeo y escalonamiento esto ocasionadas por la filtración de agua en la estructura.

Estas problemáticas son provocadas por diferentes factores que lleva el diseño, entre los más destacable son las propiedades mecánicas del hormigón, afecta de manera directa por ser uno de los principales materiales en el diseño de estos pavimentos.

Es por eso que los desperdicios de concha de coco son un material que contaminan el medio ambiente, es por lo que nuestro proyecto de titulación consiste en quitar este elemento contaminante de nuestro entorno y utilizarlo como opción en la elaboración de un hormigón de alto desempeño, aprovechando las características mecánicas que tiene la corteza de este fruto para implementar en el diseño de pavimentos rígidos y compararlos como el diseño convencional de 4.5 Mpa.

### 1.3 Formulación del Problema:

¿De qué manera influye el uso de concha de coco como agregado en la mezcla de hormigón para la elaboración de pavimento rígido?

#### **1.4 Objetivo General**

Diseñar un prototipo de hormigón utilizando concha de coco como agregado grueso a la mezcla para el diseño de la capa de rodadura de un pavimento rígido

#### **1.5 Objetivos Específicos**

- Comparar las características mecánicas del hormigón tradicional versus el hormigón con adición con concha de coco.
- Determinar la dosificación de la capa de rodadura de un pavimento rígido utilizando concha de coco como agregado
- Recabar los resultados obtenidos del laboratorio y analizar si es conveniente utilizar el hormigón con concha de coco.

#### **1.6 Hipótesis**

Utilizando la concha de coco como agregado en la mezcla de amasado, se buscará obtener un hormigón de mayor resistencia y desempeño.

#### **1.7 Línea de Investigación Institucional/Facultad.**

**Dominio:** Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables

**Línea institucional:** Territorio, Medio ambiente y materiales innovadores para la construcción

**Línea de facultad:** Materiales de construcción

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Marco Referencial

Según (Rojas Torres, 2015) concluye que en su investigación “demostrar que la contaminación del medio ambiente, puede ser reducida por medio del reciclaje, convirtiéndola en una de las soluciones más eficientes, ha venido evolucionando. Se comprobó que la utilidad que brinda la fibra de coco en el uso de la construcción, donde la fibra de coco ha sido considerada como un material de refuerzo, esto ha sido enfatizado y concluido a nivel mundial por sin número de investigadores, esto ha permitido ahorrar en material y disminuir la explotación de materiales no renovables usados en el medio constructivo.”

Esta investigación también afirma “que el hormigón desarrollado con fibra de coco pueden ser una alternativa para la construcción de cerramientos, aceras, bordillos, estos tipos de hormigones son ecológicos, livianos, que los hormigones convencionales utilizados tradicionalmente en nuestro País”

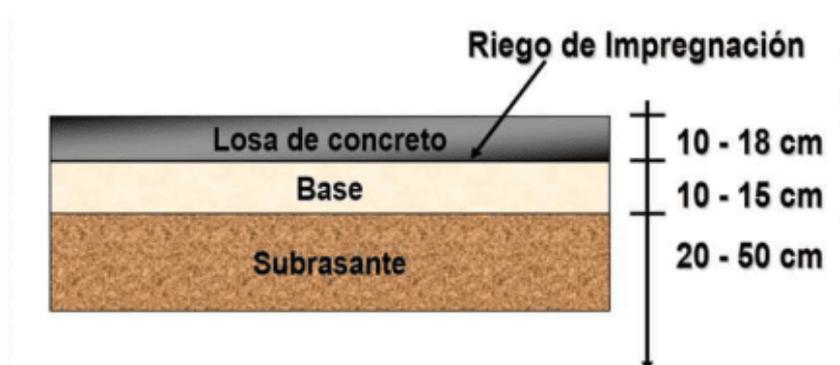
Percy Fernández Acosta en su tesis elaborada para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil titulada: *“Incorporación de fibra de coco para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  para pavimentos rígidos Lima, 2019”* sustentada en la Universidad Cesar Vallejo, cuyo objetivo fue “determinar la influencia de la incorporación de fibra de coco en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  para pavimentos rígidos”. El diseño de investigación fue y explicativo de enfoque cualitativa, donde su población está estructurada por el concreto  $f'c=210\text{kg/cm}$  diseñado con y sin incorporación de fibra de coco, y se concluyó lo siguiente: que sus resultados obtenidos en el laboratorio de ensayos del concreto tanto en

estado fresco como endurecido, afirman que la incorporación de fibra de coco afecta de manera positiva y negativa en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Por un lado, las propiedades mecánicas influyen de manera negativa con respecto a la resistencia a la compresión y de manera positiva con respecto a la resistencia a la flexión. Por otro lado, en cuanto a las propiedades físicas, se determinó que, a más porcentaje incorporado, el concreto es menos trabajable. Tomando que la investigación tiene como objetivo la pavimentación, es importante destacar que la resistencia a la flexión es muy importante en este tipo de estructura, por lo que es preciso indicar que el concreto incorporado con fibra de coco cumple con las condiciones para ser utilizados para crear un diseño de pavimento. (Fernández Acosta, 2019)

## 2.2 Marco Conceptual

### 2.2.1 Pavimento Rígido

Los pavimentos rígidos consisten en una losa de hormigón armado o simple, siendo apoyados sobre una base y/o Subbase. Esta losa absorbe la mayor parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que genera una buena distribución de las cargas de las ruedas de los vehículos transportados, esto es ocasionado por la rigidez y por su elevado módulo de elasticidad, dando como resultados las tensiones muy bajas en la subrasante. (Farinango, 2014)



**Figura 1:** Imagen representativa de elementos sin transferencias de cargas  
**Fuente:** (Farinango, 2014)

Los pavimentos rígidos siempre están sujetos a los siguientes esfuerzos:

- Esfuerzos de compresión y tensión que resultan de la deflexión de las losas bajo las cargas de las ruedas.
- Esfuerzos directos de compresión y cortadura, causados por las cargas de las ruedas.
- Esfuerzo de compresión y tensión causados por la expansión, contracción y por efectos de los cambios de temperatura
- Esfuerzos abrasivos causados por las llantas de los vehículos

### 2.2.2 Subrasante.

Es la capa de terreno que sirve como un soporte a toda la estructura del pavimento rígido. Esta debe tener características y propiedades específicas donde a partir de aquellas se logra elaborar el diseño estructural del pavimento. Esta capa por lo general, está formada por secciones de relleno o de corte. (Robles Robles, 2018)

Según MOP-001-F 2002, Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, en el capítulo 400, de la Sección 402: Mejoramiento de la Subrasante; dice “Deberá ser suelo granular, material rocoso o combinaciones de ambos, libre de material orgánico y escombros, y salvo que se especifique de otra manera, tendrá una granulometría tal que todas las partículas pasarán por un tamiz de cuatro pulgadas (100 mm.) con abertura cuadrada y no más de 20 por ciento pasará el tamiz N.º 200 (0,075 mm), de acuerdo al ensayo AASHO-T.11 (...). La mayor parte del material que pase por el tamiz N.º 40 (0.425 mm) deberá tener un índice de plasticidad no mayor a nueve y un límite líquido hasta 35% siempre que el valor del CBR sea mayor al 20%, tal como se determina en el ensayo AASHO-T-91.” (MOP-001-F-2002, 2022)

De no cumplir ninguna de las especificaciones dadas para el mejoramiento de la subrasante, el suelo seleccionado será transportado desde el sitio de la excavación e incorporado directamente a la obra. Su Tolerancia indica que antes de la colocación de las siguientes capas la subbase, la base y la superficie de rodadura, en este caso la capa de hormigón, la subrasante no deberá variar en ningún lugar de la cota y secciones transversales establecidas, en más de 2 cm. (MOP-001-F-2002, 2022)

### 2.2.3 Sub base

La sub base funciona como capa de drenaje para proteger la estructura superior. De esta forma, controla la ascensión capilar del agua, siendo considerable en zonas que se presentan heladas, ya que el agua dentro de los poros capilares, al congelarse, aumenta su volumen un aproximado de 30%, generando daños en la estructura. (Sotil Levy & Zegarra Riveros, 2015)

Las subbases se clasifican de acuerdo a sus materiales a emplearse. Estos agregados deberán tener la porción que pase el tamiz N.º 40 donde debe tener un índice de plasticidad menor a 6 y un límite líquido máximo de 25 coeficiente, y un de desgaste máximo de 50% de acuerdo con los ensayos de abrasión de los Ángeles. Su capacidad de CBR es igual o mayor al 30% que debe soportar. (MOP-001-F-2002, 2022)

- Clase 1: Estas subbases están construidas por agregados de trituración de gravas o rocas y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 1, en la tabla 403-1.1. El 30% como mínimo del agregado tiene que estar triturado.
- Clase 2: Están construidas con agregados obtenidos por cribado o trituración en yacimientos de gravas o piedras fragmentadas naturalmente y graduados

uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 2, en la tabla 403-1.1.

- Clase 3: Están construidas con agregados naturales y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, en la tabla 403-1.1.

*Tabla 1: 403-1.1 Límites de Granulometría Subbases*

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm.)	100	70 - 100	--
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

**Fuente:** (MOP-001-F-2002, 2022)

Según MOP-001-F 2002, Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, en el capítulo 400, de la Sección 403: Sub Bases; sus ensayos y tolerancia explica que: “Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de subbase los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T – 147 (...). La capa de su base terminada, el espesor deberá variar en más de 2 cm con el espesor indicado, sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado. Estos espesores serán medidos luego de la compactación final de la capa, cada 100 metros de longitud en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia marcada, se efectuarán las mediciones

adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente.” (MOP-001-F-2002, 2022)

Cuando la superficie de la subbase esté acabada, debe ser comprobada mediante nivelaciones y sus cotas no pueden variar en más de dos centímetros.

#### 2.2.4 Base

Es una capa de espesor definido de materiales sujetos a determinadas especificaciones, está por encima de la subbase o la subrasante para soportar la capa de rodadura o capas de superficies.

Las bases también están clasificadas en clases y tipos de materiales según su criterio de granulometría. Su límite líquido de la fracción debe pasar por el tamiz N.º 40 y tiene que ser menor de 25 y su índice de plasticidad menor 6. Su porcentaje de CBR y valor de soporte será igual o mayor a 80% y su desgaste por abrasión de los agregados debe ser menor al 40%

“Los agregados serán elementos resistentes, sólidos, limpios, exentos de suciedad, polvo, arcilla u otras materias extrañas. (MOP-001-F-2002, 2022)

- Clase 1: Estas bases están constituidas por agregados finos y gruesos triturados al 100% y graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados para los Tipos A y B en la Tabla 404-1.1.

Tabla 2: 404-1.1 Límites de Granulometría Base Clase 1

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	
	Tipo A	Tipo B
2" (50.8 mm.)	100	--
1 1/2" (38,1mm.)	70 - 100	100
1" (25.4 mm.)	55 - 85	70 - 100
3/4"(19.0 mm.)	50 - 80	60 - 90
3/8"(9.5 mm.)	35 - 60	45 - 75
Nº 4 (4.76 mm.)	25 - 50	30 - 60
Nº 10 (2.00 mm.)	20 - 40	20 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 25	10 - 25
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 12	2 - 12

Fuente: (MOP-001-F-2002, 2022)

- Clase 2: Estas bases están constituidas por fragmentos de grava o roca trituradas, cuya fracción de agregado grueso será cribado al menos un 50% en peso y graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.2.

Tabla 3: 404-1.2 Límites de Granulometría Base Clase 2

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
1" (25.4 mm.)	100
3/4"(19.0 mm.)	70 - 100
3/8"(9.5 mm.)	50 - 80
Nº 4 (4.76 mm.)	35 - 65
Nº 10 (2.00 mm.)	25 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	15 - 30
Nº 200 (0.075 mm.)	3 - 15

Fuente: (MOP-001-F-2002, 2022)

- Clase 3: Estas bases están constituidas por fragmentos de grava o roca trituradas, cuya fracción de agregado grueso será cribado al menos un 25% en peso y graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.3.

*Tabla 4: 404-1.3 Límites de Granulometría Base Clase 3*

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>
3/4"(19.0 mm.)	100
Nº 4 (4.76 mm.)	45 - 80
Nº 10 (2.00 mm.)	30 - 60
Nº 40 (0.425 mm.)	20 - 35
Nº 200 (0.075 mm.)	3 - 15

**Fuente:** (MOP-001-F-2002, 2022)

- Clase 4: Estas bases están constituidas por fragmentos de grava o roca trituradas naturalmente y graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.4.

*Tabla 5: 404-1.4 Límites de Granulometría Base Clase 4*

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>
2" (50.8 mm.)	100
1" (25.4 mm.)	60 - 90
Nº 4 (4.76 mm.)	20 - 50
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15

**Fuente:** (MOP-001-F-2002, 2022)

Según MOP-001-F 2002, Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, en el capítulo 400, de la Sección 404: Bases; sus ensayos y tolerancia explica que: “La granulometría del material de base será comprobada mediante el ensayo

INEN 696 y 697 (AASHTO T-11 y T 27), el mismo que se llevará a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en el camino (...) Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T-147.o T-191. (...) Estos espesores y la densidad de la base, serán medidos luego de la compactación final de la base, cada 100 metros de longitud, en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia indicada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente.” (MOP-001-F-2002, 2022)

Cuando la superficie de la subbase esté acabada, debe ser comprobada mediante nivelaciones y sus cotas no pueden variar en más de 1.5 centímetros.

### 2.2.5 Losa

Es la parte superior del pavimento construida con concreto, debido a su rigidez, la losa es donde se distribuyen sus esfuerzos, generando que la base y sub base soporten un menor porcentaje de las cargas. (Sotil Levy & Zegarra Riveros, 2015)

Esta losa es diseñada en función de la subrasante, las sub bases o bases del pavimento. Uno lo de los métodos más conocidos es el Diseño de AASHTO 93

### 2.2.6 Diseño AASHTO 93

AASHTO es una asociación de estados unidos sin fines de lucro, representa los cinco modos de transporte: aire, autopistas, transporte público, ferrocarril y agua, su objetivo principal es fomentar el desarrollo, la operación y el mantenimiento de un sistema integrado de transporte nacional, es un líder internacional en el establecimiento de

estándares técnicos para todas las fases del desarrollo de sistemas de carreteras los estándares se emiten para el diseño, construcción de carreteras y puentes, materiales y muchas otras áreas técnicas (AASHTO, 1993)

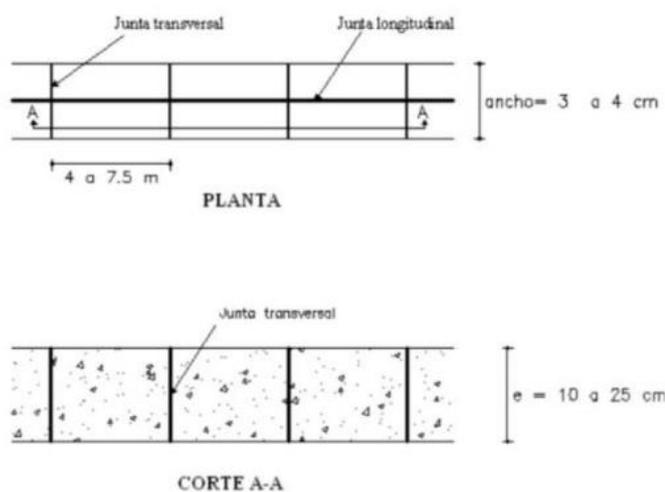
La metodología AASHTO se basa en dos fundamentos, el tránsito que lleva a la falla del pavimento es función del número estructural, de la resistencia de la subrasante, de la pérdida deseada de índice de servicio y de la confiabilidad elegida, el otro es que incluye la posibilidad de que se reduzca el periodo de diseño por la presencia de suelos de subrasante expansivos; además define los siguientes conceptos (Robles Robles, 2018).

#### 2.2.7 Funciones de las capas del Pavimento rígido

- Ayudar a controlar los cambios físicos que puede sufrir la subrasante y así la estructura de pavimento no será afectada
- Facilitar los trabajos a la hora de la colocación del pavimento.
- Una de las funciones más importantes sobre las capas es ayudar en el bombeo de las juntas, grietas y en los extremos del pavimento
- Ayudar a controlar los cambios físicos que puede llegar a sufrir la subrasante y así la estructura de pavimento no será afectado
- Mejora el drenaje y reduce la acumulación de agua que se puede encontrar bajo el pavimento.
- Las funciones de una losa de concreto tienen como objetivo que los pavimentos flexibles, en la función estructural mantienen y transmite las cargas que le apliquen en un mismo nivel

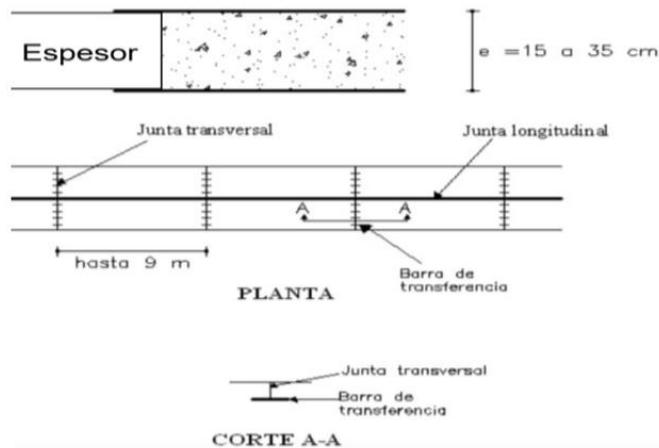
### 2.2.8 Tipos de pavimentos Rígidos

Sin pasadores. - Estos pavimentos que nos presentan refuerzos, ni pasadores para distribuir las carga. Su transición de cargas funciona el espaciamiento de las juntas debe ser corto. Este tipo de pavimento se lo utiliza para un tráfico ligero y con un clima templado. Se coloca directamente sobre la subrasante. Estas constituidas por losas menores de 6m, de largo y 3,5m de ancho. (BAZAN GONZALEZ & HOLGUIN VERA, 2021)



**Figura 2:** Imagen representativa de elementos sin transferencias de cargas  
**Fuente:** (BAZAN GONZALEZ & HOLGUIN VERA, 2021)

**Con Pasadores.** - Son barras pequeñas de acero liso, que consiste en ayudar a transmitir las cargas de losa o losas de forma continua. Estos pasadores se los coloca en la sección transversal del pavimento. Este mecanismo que se utiliza es para que no se produzcan dislocamiento verticales diferenciales o también llamados escalonamientos. (BAZAN GONZALEZ & HOLGUIN VERA, 2021)

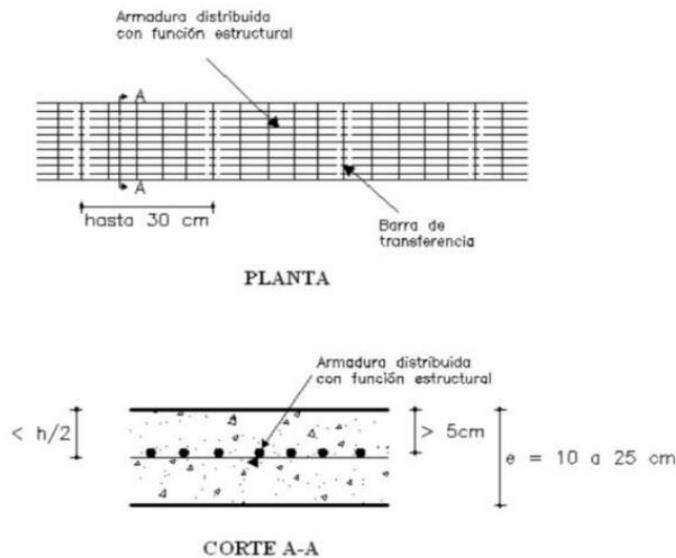


**Figura 3:** Imagen representativa de elementos con transferencias de cargas  
**Fuente:** (BAZAN GONZALEZ & HOLGUIN VERA, 2021)

**Pavimento de concreto simple.** – El pavimento más económico porque su forma de hacer es de menos costo y fácil de hacer. Está compuesto por losas rectangulares, que pueden variar, se componen de juntas longitudinales y juntas de contracción de alabeo entre los carriles donde su ancho o largo no debe de ser superior a 5m eso para evitar fisuras por la retracción del hormigón. (BAZAN GONZALEZ & HOLGUIN VERA, 2021)

**Hormigón Armado.** – Consiste en losas espaciadas (6.1m hasta 36.6m), mantienen cerradas las fisuras de contracción y se colocan de manera que se pueda controlar la losa.

**Con refuerzo de acero no estructural.** - su función es evitar los agrietamientos y resistir las tensiones de contracción del hormigón sin ser un elemento estructural. Ubicándose en el tercio superior de la sección transversal y no menos de 5cm bajo de la superficie. Ver figura



**Figura 4:** a. Imagen representativa de pavimento hidráulico con refuerzo de acero no estructural.

**Fuente:** (BAZAN GONZALEZ & HOLGUIN VERA, 2021)

**Armado con fibra.** – Este tipo de pavimento mezclado con fibra se viene dando desde hace unas décadas, su costo es elevado, pero se lo compensa con sus características, con la disminución del espesor del pavimento de un 30% dando aumento a la tracción y a la fatiga, mejor comportamiento a flexo-tracción, resistencia al impacto y durabilidad. Se puede usar diferentes tipos de fibras como metálicas, propileno, acero, naturales, etc. Obteniendo muy buenos resultados en pavimentos sometidos.

**Pavimento de hormigón compactado con rodillo.** – es un hormigón con un bajo contenido de agua ( $a/c=0.35-0.40$ ), el cemento puede estar compuesto de un alto porcentaje de ceniza esto ayudaría a que sea mejor el trabajo, este tipo de construcción se compactan enérgicamente con rodillos vibratorios y de neumáticos. Una vez compactado y curado se puede abrir el tráfico con un comportamiento similar al pavimento tradicional. Estas superficies compactadas no suelen quedar en condiciones para altas velocidades.

**Pavimento de hormigón pre o postensado.** – debido a la compresión que se les dé a las losas quedan sometidas por medio de tensores de acero, esto permite construir losas de 120m de longitud y reducir el espesor del orden de un 50%.

### **2.2.9 Definición del Hormigón**

El concreto u hormigón, es un material homogéneo compuesto por pasta y agregados. El primero es una mezcla de agua y cemento, el cual une a los agregados finos y gruesos (arena y piedra) resultando un material resistente a la compresión. El concreto este compuesto por: cemento, agua, aire, agregados gruesos y finos; y aditivos. Cada uno de ellos tienen un rol muy importante en el comportamiento de hormigón en sus diferentes estados, aportando diversas características para su resistencia. (Montalvo Guevara, 2015)

### **2.2.10 Definición del Cemento**

El cemento es la esencia del concreto. es un material aglomerante, que, con la ayuda del agua, tiene la capacidad de unir a los demás agregados del concreto y formar la pasta. Esto sucede gracias a un proceso conocido como hidratación, el cual se da al entrar en contacto con el agua. El cemento posee cuatro compuestos importantes: el silicato tricálcico, el silicato di cálcico, aluminato tricálcico y ferro aluminato tetracálcico. También existen diversos tipos de cementos en el mercado:

- **Tipo I.-** Cemento de uso general. Es utilizado en construcción en donde no se necesiten solicitaciones específicas del concreto.
- **Tipo II.-** Este cemento presenta la propiedad de media resistencia a los sulfatos y se puede utilizar en las cimentaciones que se encuentran expuestas a una baja de concentración de sulfatos que pueden estar contenidos en suelos o aguas subterráneas.

- **Tipo III.-** El cemento tipo III se caracteriza por desarrollar alta resistencia temprana entre los 3 y 7 días. Esto se debe a que este tipo de cemento, durante la molienda es más fino. Su utilización es a necesidades específicas en la construcción, por ejemplo, cuando es necesario retirar los encofrados lo más pronto posible.
- **Tipo IV.-** Este cemento es conocido por presentar baja calor de hidratación, proceso que ocurre al entrar en contacto con el agua. Generalmente, se utiliza para vaciados de gran volumen.
- **Tipo V.-** El cemento tipo V se utiliza cuando se requiere altas resistencia a los sulfatos, esto es muy usado en construcciones cerca de las playas donde hay mucha presencia de agentes salinos.

#### **2.2.11 Agua en el Hormigón**

Al unirse al cemento, ocurre la hidratación produciendo así la pasta. Por otro lado, también es utilizada en la producción del hormigón debe ser potable, es decir, que no tenga alto contenido de sales, ácidos, álcalis y materias orgánicas. Además, su función como hidratante, ayuda a la mejora de la trabajabilidad de la mezcla.

#### **2.2.12 Agregados**

Los agregados se dividen en Agregados Gruesos que son un material retenido en el tamiz N4 (4.75-mm) también conocido como la piedra. Y los Agregados Finos que son partículas pasantes del tamiz N4, conocido como arena.

#### **2.2.13 Aditivos**

Los aditivos son los componentes que tienen como función principal la mejora de las propiedades del concreto. Se clasifican en:

- **Acelerantes.** – Se encargan de acortar el tiempo de fragua del concreto.
- **Retardadores.** - Alargan el tiempo de fragua del concreto.

- **Incorporadores de Aire.** – Aditivo que se encarga de agregar burbujas de aire al concreto, esto generalmente se utiliza en zonas se presentan heladas.
- **Plastificantes.** – Aditivos que disminuyen el contenido de agua en el concreto y aumentan considerablemente la facilidad de colocación, consolidación y acabado del concreto fresco.

#### **2.2.14 Propiedades del concreto**

El concreto posee dos estados: el estado fresco y el estado sólido. Cada uno posee distintas propiedades:

##### **Concreto Fresco**

**Trabajabilidad.** - Se define como la facilidad de colocación, consolidación y acabado del concreto en estado fresco. La trabajabilidad es llevada a cabo mediante el ensayo conocido como el cono de Abrams, el cual arrojará como resultado una medida cuantitativa conocida como Slump. Esto garantiza una óptima colocación del concreto que se debe trabajar.

**Sangrado.** - Es la aparición de una lámina de agua en la superficie de la mezcla recién colocada. Esto es causado por el asentamiento de las partículas sólidas y al mismo tiempo, la subida del agua hacia la superficie.

**Tiempo de Fraguado.** - El tiempo de fraguado es lo que demora el concreto en llegar a su estado endurecido. El fraguado puede ser medido mediante la aguja de Vicat.

##### **Concreto sólido**

**Resistencia.** - Es la capacidad que tendrá el concreto de resistir a las diferentes sollicitaciones siendo principales: Resistencia a la compresión, flexión y tracción. Estas resistencias trabajan en conjunto con el concreto para darle un mejor comportamiento y está ligada estrechamente con la relación agua-cemento.

**Impermeabilidad y estanquidad.** – La primera viene a ser la capacidad del concreto de resistir a la penetración del agua y la segunda es la habilidad para retener el agua.

**Estabilidad de volumen y control de fisuración.** - El concreto es un material que constantemente cambia su volumen, puede dilatarse y contraerse, debido a estos distintos factores, tales como la temperatura, humedad y esfuerzos de tracción interna. Estas variaciones producen fisuraciones.

### **2.2.15 Fibra de Coco o Concha de Coco**

Según (Camacllanqui Ccoillar & Rivera Cervantes, 2021) la fibra de coco viene de una rama de familias con tantas fibras en el mundo que son consideradas como las más duras a nivel mundial. Estas fibras poseen baja conductividad al calor, compuestas por celulosa, resistencia a la humedad como al agua y resistencia al impacto. Esto lo hace un material muy adecuado en la construcción como en otros usos de la ingeniería. La fibra de coco también tiene formas redondas, delgadas y cilíndricas. Tiene un aroma tal cual es nombrada, y al momento de secarse cambia de color. Su fibra posee una longitud promedio variante entre 15 y 25 cm.

(Poncé Loor, 2018) Señala que es importante resaltar la importancia de construir cubiertas con una alternativa sostenible como lo es la fibra de coco, ya que el propósito de esto es tener alternativas seguras para las personas que estén dispuesta a construir con este tipo de materiales innovadores.

Actualmente se está realizando estudios para obtener mejores resultados en mecanismos de construcción, para probar la capacidad de resistencia estructural de la cubierta con material de fibra de coco para poder utilizarlo en la construcción de viviendas y uso de hormigón armado.

“La capacidad de refuerzo de una fibra depende del grado en que son transferidos los esfuerzos desde la matriz, al grado que a la vez está regido por las características intrínsecas de la fibra, como: resistencia a la tensión más resistente que la matriz; capacidad de resistir deformaciones en que la matriz se agrieta; módulo de elasticidad alto para aumentar el esfuerzo que soporten en un elemento bajo carga, siempre y cuando las fibras y la matriz se conserven totalmente adheridas; adherencias adecuada con la pasta de cemento; relación de Poisson menor que la de la matriz para aumentar la fricción de adherencia; y la relación longitud/diámetro adecuada para conservar su capacidad de absorción de esfuerzos” (Lara, 2017)

#### **2.2.16 Características de la fibra de coco**

De acuerdo con (Martínez , 2016) , la fibra de coco tiene estas características naturales:

- Capacidad de control sobre la erosión.
- La fibra de coco contiene gran cantidad de lignina, por lo que es más fuerte.
- No es combustible.
- . Ligero y de fácil manejo.
- Absorbe mejor la humedad en comparación con los productos como el polipropileno.
- Tiene buen drenaje.
- Es reciclable, renovable y no tiene efectos contaminantes
- Baja densidad aparente.
- La fibra de coco es resistente al agua salada.
- Contiene una alta capacidad de retención de agua y aire.

#### **2.2.17 Propiedades de la fibra de coco**

Al igual que las fibras polipropileno, la fibra de coco también contiene propiedades que hacen que su uso en la construcción sea factible. Esto es posible a que la fibra es

capaz de distribuirse en forma uniforme en el concreto haciendo que el concreto obtenga un refuerzo secundario que mejore su resistencia.

*Tabla 6: Propiedades de la fibra del Coco*

<b>Propiedades</b>	<b>Valor</b>
PH	4.7 a 6.6
Conductividad eléctrica (ms/cm)	650
Densidad relativa (agua=1g/cm <sup>3</sup> )	1.3
Alongamiento en la ruptura (%)	23.9 a 51.4
Módulo de elasticidad (Mpa)	95 a 118
Conductividad Térmica (w/Mk)	0.043 a 0.045
Resistencia a la tracción (Mpa)	10.04

**Fuente:** (Martínez , 2016)

Estas propiedades permiten que la fibra se puede utilizar tanto en la construcción como en la arquitectura, ya que está siendo utilizada para revestimientos, mampostería, paneles y concreto. (Martínez , 2016)

### **2.2.18 Efectos de la fibra sobre el concreto**

El efecto de la fibra hace que el concreto se mantiene enlazado, lo cual indica que se logró una buena adherencia de la fibra sobre la matriz. A nivel de campo, esta acción se conoce como puenteo que genera la fibra, lo cual impide que la grieta aumente sus dimensiones y se cree más fisuras. (Fernandéz Acosta, 2019)

### **2.2.19 Densidad del concreto con fibra de coco**

Según “Con la incorporación de fibra de coco en un 1.5% de volumen de concreto y una longitud de 1.2cm los resultados del peso específico del concreto anexando fibra de coco es menor con respecto al del concreto convencional”. (Martínez , 2016)

### **2.2.20 Resistencia a la comprensión del concreto con fibra de coco**

Con la incorporación de fibra de coco en un 1.5% la resistencia a la comprensión y menor con respecto a la obtenida incorporando 0.5% de fibra de coco”. (Martínez , 2016)

#### **2.2.20.1 Resistencia a la flexión del concreto con fibra de coco**

Al incorporar fibra de coco con un porcentaje equivalente al 0.5% del volumen del concreto la resistencia a la flexión aumenta en un 1.67% con respecto a la resistencia del concreto convencional. (Martínez , 2016)

### **2.2.21 Dosificación del concreto**

“La dosificación de la fibra de coco está referida al porcentaje de fibra que se tiene que incorporar a la mezcla cuyas proporciones ya están definidas a partir de dosificaciones del concreto. Tomando como referencia y fondo de argumentación a investigaciones similares a esta antes realizadas; para que el concreto se vea beneficiado con la incorporación de la fibra las proporciones recomendadas se encuentran comprendidas entre 0.5% y 2% de fibra con respecto al volumen de una unidad cubica de concreto. A partir de dichos porcentajes, para esta investigación se trabaja con una dosificación cuyos porcentajes son de 0.50%, 1.00% y 1.5%”. (Fernández Acosta, 2019)

### **2.3 Marco Legal**

Los documentos mencionados en esta sección han la pauta para la experimentación y elaboración de este proyecto, brindando información satisfactoria sobre lineamientos estipulados por la ley, rigurosamente a seguir. (Boliviano, 2017)

**NTE INEN 694:2010** Hormigón y áridos para elaborar hormigón. Terminología.

**NTE INEN 862:2011** Áridos para hormigón. Determinación del contenido total, de humedad.

**NTE INEN 1 573:2010** Hormigón de cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón de cemento hidráulico.

**NTE INEN 1 576:2011** Hormigón de cemento hidráulico. Elaboración y curado en obra de especímenes para ensayo.

**NTE INEN 1 578:2010** Hormigón de cemento hidráulico. Determinación del asentamiento.

**INEN 1 762:1990-06** Hormigones. Definiciones y terminología

**NTE INEN 1 763:2010** Hormigón de cemento hidráulico. Muestreo.

**NTE INEN 1 855-1:2001** Hormigones. Hormigón premezclado. Requisitos

**NTE INEN 1 855-2:2002** Hormigones. Hormigón preparado en obra.

**NTE INEN 2 504:2009** Mortero y hormigón. Determinación del cambio de longitud del mortero y del hormigón endurecidos.

**NTE INEN 2 535:2010** Cemento hidráulico, mortero y hormigón. Uso del aparato para la determinación del cambio de longitud en especímenes endurecidos.

**NTE INEN 2554:2011** Hormigón de cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la flexión del hormigón. (utilizando una viga simple con carga en

los tercios).

**INEN 973:1983-03** Agua potable. determinación del pH.

INEN 974:1983-03 Agua potable. Determinación de la dureza total por titulación con EDTA.

**INEN 976** Agua potable. Determinación de cloruros

**NTE INEN 695:2010** Áridos. Muestreo

**NTE INEN 696:2011** Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso.

**INEN 870:1982** Áridos para hormigón examen petrográfico.

**NTE INEN 855:2010** Áridos. Determinación de las impurezas orgánicas en el árido fino para hormigón.

En la presente investigación y trabajos que se ejecutó rige bajo la normativa establecida por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas de acuerdo MOP-001-F-2002 ESPECIFICACIONES GENERALES ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES: Capítulo 400 (Estructura del pavimento): en la que se establecen lineamientos de uso, procedimientos y materiales, acorde a las consideraciones de diseño según lo remarcado para el presente estudio.

**MTOP en sus capítulos.**

- **SECCION 402** Mejoramiento de la subrasante IV-16
- **SECCION 403** IV-38
- **SECCION 404** Bases IV-48

En la presente investigación y trabajos que se ejecutó rige bajo la normativa establecida por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas de acuerdo SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE, NORMA

ECUATORIANA VIAL NEV1-12-MTOP, VOLUMEN N.º 6: CONSERVACION VIAL, Capítulo 6.100 (Operaciones de Mantenimiento) y Capítulo 6.200 (Manual de estudios para programar obras de conservación de pavimentos de carreteras): en la que se establecen lineamientos de uso, procedimientos y materiales, acorde a las consideraciones de diseño según lo remarcado para el presente estudio:

NORMA ECUATORIANA VIAL NEV1-12-MTOP, VOLUMEN N.º 6 en sus capítulos.

- **SECCION 6.106** Pavimentos de Hormigón
- **SECCION 6.202** Modelos de Deterioro de los pavimentos
- **SECCION 6.203.11** Evaluación Estructural del Pavimento

## CAPÍTULO III

### 3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Enfoque de la Investigación

El presente trabajo contará con abordaje cuantitativo, apoyándose en recolección e interpretación de datos. Cabe mencionar que tanto las tomas de muestra como todos los estudios o ensayos a realizarse, para evaluar diferentes diseños a realizarse, así como la medición de variables y análisis de datos se elaborarán atendiendo las normas y procedimientos establecidos; esto, sin relajar en ninguna parte del proceso la observancia de las mismas. La rigidez en el abordaje de cada paso permitirá obtener un análisis correcto verificando si los datos se corresponden con los determinados por el MTOP

#### 3.2 Alcance de la Investigación

La presente investigación aborda un tema con alcance Exploratorio al experimentar y evaluar la utilidad de materiales poco abordados como la concha del coco, innovando y dejando abierta la línea y bases para futuras investigaciones sobre estos materiales u otras nuevas alternativas.

#### 3.3 Población y Muestra

En el presente trabajo, la población corresponderá a la realización de los ensayos de clasificación en diversos porcentajes utilizando la concha de coco seco mezclada con el mortero, acatando las normativas establecidas para los ensayos de comprensión la capacidad portante de roturas de cilindro. La muestra será todos los ensayos realizados para determinar su utilización determinará un prototipo adecuado para el desarrollo de pavimento rígido.

A muestras son los ensayos a cada elemento utilizado, como es el coco seco, la cascara de maní y los ensayos de clasificación a las mezclas hasta obtener los resultados deseados y realizar los ensayos de comprensión

### **3.4 Técnica e Instrumento**

#### **TÉCNICA**

En la presente investigación se emplearán principalmente Rotura de cilindro para ensayo de compresión. Los datos que permitan obtener serán luego objeto de análisis, considerando aquellos que sean útiles de acuerdo con los criterios o variables del muestreo. Cada variable propuesta será sometida a ensayo, recolección de datos y el consecuente análisis de estabilidad.

#### **INSTRUMENTO**

Instrumentos para utilizar en los ensayos de compresión del hormigón:

- Roturas de Cilindro
- Probetas de Vigas

#### **3.4.1 Metodología descriptiva y esquemática para la fabricación de prototipo de diseño de pavimento rígido de 4.5Mpa. incorporando concha de coco en su amasado.**

Se parte de un diseño previo de hormigón otorgado por el laboratorio Dr. Arnaldo Ruffilli, en cual es pedido para fines educativos. (Martinez & Osorio, 2022).

Tabla 7: Diseño de hormigón con resistencia a la flexión de 4.5 Mpa.

Datos																						
DISEÑO DE PAVIMENTO DE 4,5MPA A LOS 28 DIAS																						
γ agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Tamaño máx. agregado</th> </tr> <tr> <th>pulg</th> <th>mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/8</td> <td>9,50</td> </tr> <tr> <td>1/2</td> <td>13,00</td> </tr> <tr> <td>3/4</td> <td>19,00</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>25,00</td> </tr> <tr> <td>1 1/2</td> <td>38,00</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>51,00</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>76,00</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>152,00</td> </tr> </tbody> </table>	Tamaño máx. agregado		pulg	mm	3/8	9,50	1/2	13,00	3/4	19,00	1	25,00	1 1/2	38,00	2	51,00	3	76,00	6	152,00
Tamaño máx. agregado																						
pulg	mm																					
3/8	9,50																					
1/2	13,00																					
3/4	19,00																					
1	25,00																					
1 1/2	38,00																					
2	51,00																					
3	76,00																					
6	152,00																					
γ aditivo	1220 kg/m <sup>3</sup>																					
γ cemento	3050 kg/m <sup>3</sup>																					
f'c	410 kg/cm <sup>2</sup>																					
Revenimiento	10 cm																					
Hormigón	Sin aire incluido																					
Tamaño máximo agregado	3/4" 19 mm																					
Agregado grueso	D.S.S.S.	2958,60 kg/m <sup>3</sup>																				
	P.V.V.	1675,30 kg/m <sup>3</sup>																				
	P.V.S.	1471,10 kg/m <sup>3</sup>																				
Agregado fino	D.S.S.S.	2564,10 kg/m <sup>3</sup>																				
	P.V.S.	1357,80 kg/m <sup>3</sup>																				
	M.F.	3,00000																				
Absorción	A.G.	0,60%																				
	A.F.	1,81%																				

Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022)

Se procede a ingresar el diseño de hormigón requerido. Posterior a esto se ingresa el tamaño máximo del agregado grueso, para este diseño se consideró 3/4" o equivalente a 19mm como muestra en la parte superior derecha de la tabla número 1.

Esta tabla también viene precargada con los datos de densidades de cada uno de los elementos que se incluirán en el amasado del hormigón (agregado grueso, agregado fino, cemento, agua).

Luego de cargar los datos de agregados pasamos al paso número 1 donde se coloca el revenimiento de la mezcla. En este caso será 10cm y nos arrojará la cantidad de agua en litros que utilizaremos para 1m<sup>3</sup> de hormigón. Continuamos con el paso número dos,

donde obtenemos la relación agua/cemento para nuestro diseño que es 0.30 y la cantidad de cemento a utilizar en 1m<sup>3</sup> de hormigón que corresponde a: 685.13kg.

*Tabla 8: Paso 1 y 2 del diseño de hormigón con resistencia a la flexión de 4.5Mpa*

PASO 1	
Según la tabla #1	
Hormigón	Sin aire incluido
Para revenimiento de	10 cm
Tamaño máximo del agregado	3/4" 19 mm
Resultado	202,50 lts
Agregar	1,50% de agua
Resultado final	205,54 lts
PASO 2	
Viendo en la tabla #2	
Resistencia f'c	410 kg/cm <sup>2</sup>
Relación a/c	0,30
C (Cemento)	685,13 kg para cm <sup>3</sup>

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

Tabla 9: Paso 3 del diseño de hormigón con resistencia a la flexión de 4.5Mpa.

PASO 3		
<b>Cemento</b>		
	0,2246 m <sup>3</sup>	
	224,63 dm <sup>3</sup>	
<b>Agua</b>		
	0,2055 m <sup>3</sup>	
	205,54 dm <sup>3</sup>	
<b>Piedra</b>		
Viendo en tabla #3 con los sig. Datos		
Tamaño máximo agregado		3/4 "
		19 mm
V.A.G.C.		0,59
	0,3341 m <sup>3</sup>	
	334,09 dm <sup>3</sup>	
<b>Aire</b>		
Según la tabla #1		
	2,00%	
	20,00 dm <sup>3</sup>	
<b>Arena</b>		
	0,2157 m <sup>3</sup>	
	215,75 dm <sup>3</sup>	
Especificación del AC	AF/(AG+AF)	<40%
		39,24%
	SÍ CUMPLE	ESPECIFICACIÓN ACI

Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).

Tabla 10: Paso 4,5y6 del diseño de hormigón con resistencia a la flexión de 4.5Mpa

PASO 4	
Cemento	685,13 kg
Agua	205,54 kg
Piedra	988,43 kg
Arena	553,19 kg
Aditivo (1% cemento)	6,85 kg
Total	2439,13 kg

PASO 5	
13,7025	Coficiente (# de sacos que se van a utilizar)
Cemento	50,00 kg
Agua	15,00 kg
Piedra	72,13 kg
Arena	40,37 kg

PASO 6	
Volumen suelto	$P=y*V$
Cemento puesto en una parihuela de (0.4*0.4*0.2)	
Cemento	0,0320 m <sup>3</sup>
Arena	0,0157 m <sup>3</sup>
Piedra	0,0244 m <sup>3</sup>
Agua	15,0 lts

Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).

Tabla 11: Paso 7 del diseño de hormigón con resistencia a la flexión de 4.5Mpa

PASO 7		
Cálculo en cajonetas	Cajoneta(0,4*0,4)*h	
Cajonetas para arena		
h	0,1 m	
Cajonetas para piedra		
h	0,15 m	
Dosificación en cajonetas para la preparación de hormigón		f'c
		410 kg/cm <sup>2</sup>
Arena	1 Cajoneta	20 cm de alto
Piedra	1 Cajoneta	20 cm de alto
Agua	15 lts	

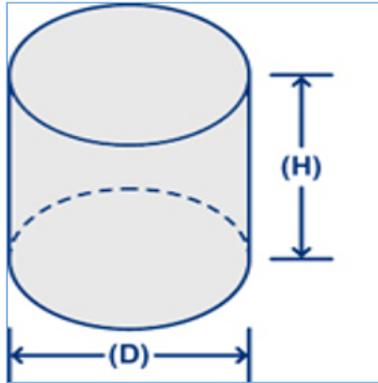
**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

En el paso número 7 podemos sacar el cálculo en cajonetas (parihuelas) de 0.40mx0.40mx0.20m. mediante estas podemos obtener como resultado que para este diseño de hormigón necesitamos 1 cajoneta (0.40mx0.40) x0.20mh de arena y una de piedra ¾'' para lo cual necesitaremos 15 litros de agua.

Tabla 12: Paso 7 del diseño de hormigón con resistencia a la flexión de 4.5Mpa para Cilindros

**RECETA PARA ELABORAR CILINDROS DE HORMIGÓN**

f'c	410 kg/cm <sup>2</sup>
Revenimiento	10 cm



	pulg	m
D	4	0,1016
H	8	0,2032

Área	12,5664 pulg <sup>2</sup>
	0,00810732 m <sup>2</sup>

Volumen	100,530965 pulg <sup>3</sup>
	0,001647407 m <sup>3</sup>

# de cilindros a elaborar	10
---------------------------	----

Volumen total	0,016474074 m <sup>3</sup>
---------------	----------------------------

F.S.	1,1
------	-----

Volumen final	0,018121481 m <sup>3</sup>
---------------	----------------------------

Material necesario será	
Cemento	12,42 kg
Agua	3,72 kg
Arena	10,02 kg
Piedra	17,91 kg
Aditivo	0,12 kg

Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).

Tabla 13: Paso 7 del diseño de hormigón con resistencia a la flexión de 4.5Mpa para Viguetas

RECETA PARA ELABORAR VIGUETAS	
f'c	410 kg/cm <sup>2</sup>
Revenimiento	10 cm



	pulg	m
Longitud	21,5	0,5461
Base	6	0,1524
Altura	6	0,1524

Área sección transversal	36 pulg <sup>2</sup>
	0,02322576 m <sup>2</sup>

Volumen	774 pulg <sup>3</sup>
	0,012683688 m <sup>3</sup>

# de vigas a elaborar	3
-----------------------	---

Volumen total	0,038050763 m <sup>3</sup>
---------------	----------------------------

F.S.	1,1
------	-----

Volumen final	0,041855839 m <sup>3</sup>
---------------	----------------------------

Material necesario será	
Cemento	28,68 kg
Agua	8,60 kg
Arena	23,15 kg
Piedra	41,37 kg
Aditivo	0,29 kg

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

Siguiendo los parámetros de la norma NTE INEN 1576, que nos habla sobre Hormigón de cemento hidráulico. Elaboración y curado en obra de especímenes para ensayo. Procedemos a dosificar en referencia a los datos del diseño de hormigón, la cual consta de una resistencia a la flexión de 4.5 Mpa y la otra, resistencia a la compresión  $f'c=410\text{kg/cm}^2$ . Arrancamos tomando las cantidades de la receta para elaborar cilindros y viguetas de hormigón de hormigón. (Martinez & Osorio, 2022).

Para este ensayo elaboraremos 80 cilindros y 80 vigas de hormigón. De las cuales 16 cilindros y 16 vigas de hormigón muestran se someterán a prueba por edades (7,14,21,28 días) sin adición y por adición de concha de coco (10,15,20,25%) serán 64 y 64

respectivamente. Y los resultantes son los especímenes que van a ser sometidos a análisis comparativos sin adición de concha de coco.

### **3.4.2 Proceso de fabricación de cilindros y vigas de hormigón sin adición de concha de coco**

Se procede a preparar los cilindros de 8 pulgadas de altura por 4 pulgadas de y vigas de 21.5 pulgadas de longitud por 6 pulgadas de base y 6 pulgadas de altura.



**Figura 5:** Modelos de molde de cilindros de 0.15x0.30cm con placa de asiento con un ángulo de 90°

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).



**Figura 6:** Modelos de molde de vigas para pruebas de ensayo de concreto.  
**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

El proceso de construcción de las muestras se inicia pesando en una balanza digital las dosis de cada material según como muestra la tabla de los pesos para cilindros y vigas. Cabe recalcar que los áridos a mezclar tienen que cumplir con la granulometría especificada en el diseño de hormigón, y cumplir con la norma NTE INEN 872 (Martínez & Osorio, 2022).

El primer material medido es la arena, por lo que el proceso de mezcla es manual y se necesita tener agregado fino para un correcto batido del concreto y por ende la homogenización de sus partículas (Martínez & Osorio, 2022).



**Figura 7:** Dosificación de agregado fino (arena) para elaboración de especímenes de hormigón para ensayo

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

En segundo lugar, procedemos a pesar el agregado grueso, pasante tamiz  $\frac{3}{4}$ '' mm. Obtenido el peso de la misma, se coloca encima de la arena para el posterior mezclado.



**Figura 8:** Dosificación de agregado grueso (piedra triturada  $\frac{3}{4}$ '' ) para especímenes de hormigón para ensayo

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

De la misma manera se procede a pesar el cemento según la tabla de dosificación fig- 5. Con el peso obtenido lo vaciamos sobre la capa de agregado grueso en nuestra parada manual previo a la mezcla de amasado. El cemento a emplearse debe cumplir con la

norma NTE INEN 490, NTE INEN 2380 o NTE INEN 152. Para este proyecto utilizamos cemento Holcim tipo He (Martinez & Osorio, 2022).



**Figura 9:** Dosificación de cemento para especímenes de hormigón  
**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

Unida las tres capas tanto de arena, piedra y cemento se procede a mezclar hasta alcanzar una masa homogénea tanto en color como en textura, que complemente los tres materiales y no se vea segregación de ninguno.

A continuación se comienza a colocar suavemente el agua de amasado calculado previamente en el diseño de hormigón y a su vez mezclando el concreto de tal forma que se hidrate el 100% de la masa y no queden partes secas.



**Figura 10:** Preparación de hormigón para especímenes de hormigón  
**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

Una vez hidratada la masa de hormigón se procede a colar en los cilindros y vigas previamente adobada con aceite automotriz quemado para evitar la adherencia del hormigón a las paredes de acero y que el espécimen no se pegue. Se colará en tres partes iguales. Por cada capa vertida de hormigón en los cilindros, se debe compactar manualmente con una varilla de acero lisa (25 hincadas por cada parte). La cual apretará las partículas, homogenizando la mezcla (Martínez & Osorio, 2022).



**Figura 11:** Preparación y colocación de hormigón para especímenes de hormigón y compactando 25 hincadas con una varilla de acero lisa.  
**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).



**Figura 12:** Preparación y colocación de hormigón para especímenes de hormigón.  
**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).



**Figura 13:** Colocación de hormigón en moldes de vigas.  
**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

Una vez terminado el proceso de fabricación del espécimen de hormigón se debe esperar aproximadamente 24 horas para poder liberar el molde de los cilindros y vigas y entren en proceso de curado (Martinez & Osorio, 2022).

### **3.4.3 Curado de los especímenes**

Cuando ha salido del molde se almacena en un lugar abierto donde se procederá a sumergir en una piscina después de 24 horas de ser fabricados durante 3 días. Cumplido ese tiempo se retiran de la piscina y se los traslada a un lugar donde puedan ser almacenados hasta que cumplan la edad requerida para hacer los posteriores ensayos (Martinez & Osorio, 2022).



**Figura 14:** Muestras sumergidas en agua para curado.  
**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

#### **3.4.4 Muestreo y ensayos de especímenes de hormigón sin adición.**

Con las muestras existentes y después de haber pasado por la etapa de curado, se procede a realizar el ensayo de compresión a distintas edades a partir de su fabricación. Siguiendo los parámetros que nos da la norma NTE INEN 1576. Se cuenta con un lote de 4 cilindros y vigas por edad (8 en total) (Martinez & Osorio, 2022).

#### **3.4.5 Probetas de hormigón utilizando adición de concha de coco por porcentaje.**

Para poder fabricar las probetas de hormigón, tomamos en cuenta el diseño de hormigón previo fig-1. Donde se hace referencia a valores obtenidos para la fabricación de 16 especímenes de hormigón por edad. Este prototipo contará con una adición del 10%, 15%, 20%, 25% de concha de coco triturada de tamaño no mayor a  $\frac{3}{4}$ '' mm, mismo valor que será descontado del valor del agregado grueso (piedra triturada). Se procede a realizar los prototipos con los diferentes pesos.

Tabla 14: Diseño de hormigón para probeta reemplazando el 10%, 15%, 20%, 25% de concha de coco por agregado grueso (piedra triturada)

RECETA PARA ELABORAR CILINDROS DE HORMIGÓN		
f'c	410 kg/cm <sup>2</sup>	
Revenimiento	10 cm	

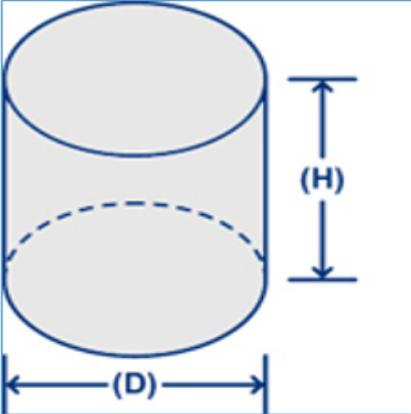


Diagrama de un cilindro con diámetro (D) y altura (H) indicados.

	pulg	m
D	6	0,1524
H	12	0,3048

Área	28,2743 pulg <sup>2</sup> 0,0182415 m <sup>2</sup>
Volumen	339,292 pulg <sup>3</sup> 0,00556 m <sup>3</sup>
# de cilindros a elaborar	16
Volumen total	0,08896 m <sup>3</sup>
F.S.	1,1
Volumen final	0,097856 m <sup>3</sup>

Material necesario será	
Cemento	63,77 kg
Agua	19,13 kg
Arena	25,14 kg
Piedra	137,71 kg
Aditivo	0,64 kg

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

Una vez obtenidos los datos en kilogramo de los materiales que se van a emplear en el amasado procedemos a descontar el agregado grueso (piedra triturada ¾´´) en un 10%, 15%, 20%, 25% para reemplazarlo con concha de coco

*Tabla 15: Diseño de hormigón para probeta reemplazando el 10% de concha de coco por agregado grueso*

DISEÑO DE HORMIGON PARA CILINDROS		
CANTIDAD: 16 UNIDADES		
ADICION DE CONCHA DE COCO AL 10%		
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO	63,77	KG
AGUA	19,13	KG
ARENA	25,14	KG
PIEDRA	137.71	KG
CONCHA DE COCO 10%	13.77	KG

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 16: Diseño de hormigón para probeta reemplazando el 15% de concha de coco por agregado grueso*

DISEÑO DE HORMIGON PARA CILINDROS		
CANTIDAD: 16 UNIDADES		
ADICION DE CONCHA DE COCO AL 15%		
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO	63,77	KG
AGUA	19,13	KG
ARENA	25,14	KG
PIEDRA	137.71	KG
CONCHA DE COCO 15%	20.66	KG

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 17: Diseño de hormigón para probeta reemplazando el 20% de concha de coco por agregado grueso*

---

DISEÑO DE HORMIGON PARA CILINDROS

CANTIDAD: 16 UNIDADES

ADICION DE CONCHA DE COCO AL 20%		
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO	63,77	KG
AGUA	19,13	KG
ARENA	25,14	KG
PIEDRA	137.71	KG
CONCHA DE COCO 20%	27.54	KG

---

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 18: Diseño de hormigón para probeta reemplazando el 25% de concha de coco por agregado grueso*

---

DISEÑO DE HORMIGON PARA CILINDROS

CANTIDAD: 16 UNIDADES

ADICION DE CONCHA DE COCO AL 25%		
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO	63,77	KG
AGUA	19,13	KG
ARENA	25,14	KG
PIEDRA	137.71	KG
CONCHA DE COCO 25%	34.43	KG

---

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

Tabla 19: Diseño de hormigón para vigueta reemplazando el 10%, 15%, 20%, 25% de concha de coco por agregado grueso (piedra triturada)

**RECETA PARA ELABORAR VIGUETAS**

$f'c$	410 kg/cm <sup>2</sup>
Revenimiento	10 cm



	pulg	m
Longitud	21,5	0,5461
Base	6	0,1524
Altura	6	0,1524

Área sección transversal	36 pulg <sup>2</sup> 0,023226 m <sup>2</sup>
--------------------------	---

Volumen	774 pulg <sup>3</sup> 0,012684 m <sup>3</sup>
---------	--

# de vigas a elaborar	16
-----------------------	----

Volumen total	0,202937 m <sup>3</sup>
---------------	-------------------------

F.S.	1,1
------	-----

Volumen final	0,223231 m <sup>3</sup>
---------------	-------------------------

Material necesario será	
Cemento	145,46 kg
Agua	43,64 kg
Arena	57,36 kg
Piedra	314,14 kg
Aditivo	1,45 kg

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

Tabla 20: Diseño de hormigón para probeta reemplazando el 10% de concha de coco por agregado grueso

DISEÑO DE HORMIGON PARA VIGAS

CANTIDAD: 16 UNIDADES

**ADICION DE CONCHA DE COCO AL 10%**

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO	145,46	KG
AGUA	43,64	KG
ARENA	57,36	KG
PIEDRA	314.14	KG
CONCHA DE COCO 10%	31.41	KG

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 21: Diseño de hormigón para probeta reemplazando el 15% de concha de coco por agregado grueso*

---

DISEÑO DE HORMIGON PARA VIGAS

CANTIDAD: 16 UNIDADES

---

**ADICION DE CONCHA DE COCO AL 15%**

---

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO	145,46	KG
AGUA	43,64	KG
ARENA	57,36	KG
PIEDRA	314.14	KG
CONCHA DE COCO 15%	47.12	KG

---

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 22: Diseño de hormigón para probeta reemplazando el 20% de concha de coco por agregado grueso*

---

DISEÑO DE HORMIGON PARA VIGAS

CANTIDAD: 16 UNIDADES

---

**ADICION DE CONCHA DE COCO AL 20%**

---

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO	145,46	KG
AGUA	43,64	KG
ARENA	57,36	KG
PIEDRA	314.14	KG
CONCHA DE COCO 20%	62.83	KG

---

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 23: Diseño de hormigón para probeta reemplazando el 25% de concha de coco por agregado grueso*

DISEÑO DE HORMIGON PARA VIGAS		
CANTIDAD: 16 UNIDADES		
ADICION DE CONCHA DE COCO AL 25%		
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO	145,46	KG
AGUA	43,64	KG
ARENA	57,36	KG
PIEDRA	314.14	KG
CONCHA DE COCO 25%	78.54	KG

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

### **3.4.6 Metodología descriptiva y esquemática para la fabricación de probetas de hormigón implementando concha de coco.**

Para la fabricación de los especímenes con adición de concha de coco, se elaborarán cuatro muestras por edad (7,14,21,28 días), dando así la cantidad de 16 cilindros y 16 vigas para cada porcentaje añadido.

### **3.4.7 Proceso gráfico de la fabricación de probetas de hormigón adicionando concha de coco**

Obtenidos los ensayos de los cilindros y vigas de hormigón simple en su estado natural sin adición de concha de coco, se procede a tomar como referencia los valores de la tabla en la figura, para realizar la adición de concha de coco triturada (partículas pasante tamiz  $\frac{3}{4}$ ). los porcentajes a utilizarse para fabricar los prototipos son: 10%, 15%, 20% y 25% respectivamente, mismos que serán reemplazados por agregado grueso (piedra triturada

tamaño máximo 3/4"). Por lo tanto, sumamos la concha de coco a nuestro diseño de hormigón como nuevo agregado a la mezcla.

El proceso de diseño y fabricación es exactamente el mismo a la metodología anterior, y sigue el mismo parámetro colocando en este orden: arena, piedra, cemento y concha de coco triturada según el porcentaje de prototipo para poder realizar un amasado correcto y lograr la homogenización requerida del hormigón.



**Figura 15:** Dosificación de agregado fino (arena) para probetas de hormigón con adición de concha de coco

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).



**Figura 16:** Dosificación de agregado grueso (piedra triturada 3/4") para bloque de hormigón con adición de concha de coco

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).



**Figura 17:** Trituración manual de concha de coco  
Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).



**Figura 18:** Mezcla de agregado fino, agregado grueso y concha de coco triturada.  
Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).



**Figura 19:** Preparación y mezcla de hormigón con adición de concha de coco.  
Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).

### 3.4.8 Ensayo de rotura a la compresión simple

El ensayo de rotura a la compresión simple se realizará en el laboratorio de suelos Dr. Ing. Arnaldo Ruffilli. Donde previamente los prototipos fueron medidos y pesados.

Para efectuar este ensayo tenemos 64 prototipos por adición. El cual se procederá a romper por unidad en distintas edades (7,14,21,28 días) y por adición de concha de coco (10%, 15%, 20% y 25% respectivamente) (Martinez & Osorio, 2022).

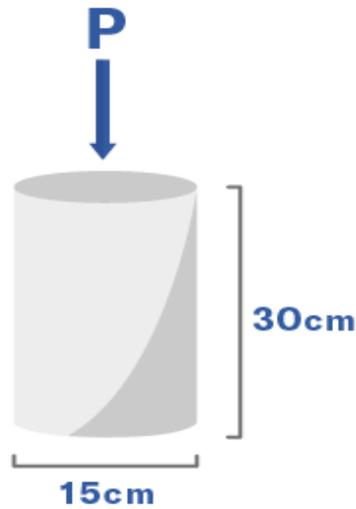


**Figura 20:** Muestra de cilindros del 10% y 15% de agregado de Concha de Coco  
**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

Siguiendo los parámetros de la norma NTE INEN 1576 se realiza el ensayo con una prensa hidráulica (VERSATESTER 30M). La cual necesita dos suples metálicos con espesores no mayores a 10 mm, tanto en la parte inferior como superior, en esta última para ampliar el área de contacto y la fuerza sea distribuida en la cara superior del bloque.

Para poder obtener resultados de los ensayos, sacamos el área de contacto superior del cilindro para obtener un valor equivalente a kg/cm<sup>2</sup>. Para lo cual procedemos con la siguiente información:

$$\text{Area de Contacto} = \pi * 7.5^2 = 176.71 \text{ cm}^2$$



**Figura 21:** Dimensionamiento grafico de la muestra de Cilindro  
Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).

Una vez obtenido el área de contacto procedemos a realizar la siguiente fórmula para sacar nuestra fuerza de compresión.

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

- $f'c$ : Fuerza de Compresión
- P: Peso dividido
- A: Área de Contacto

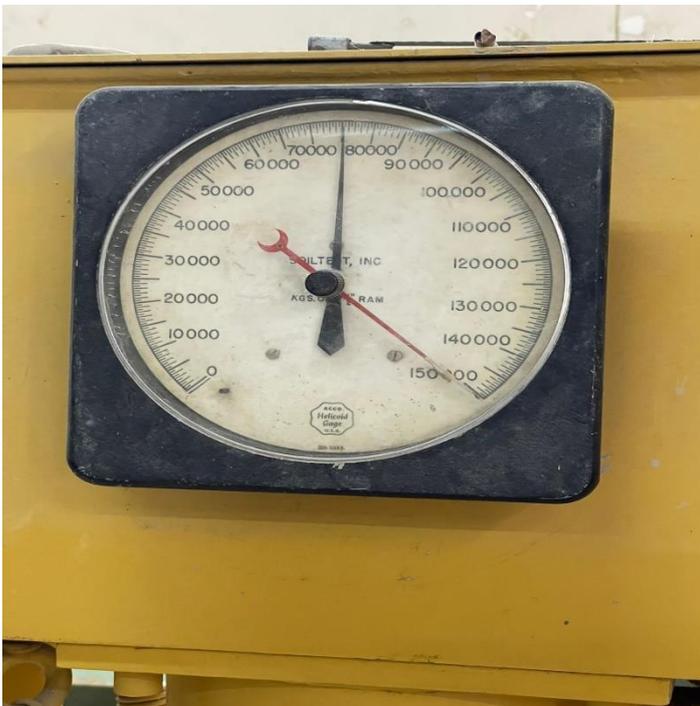
Se procede a colocar el peso dividido para el área de contacto

$$f'c = \frac{75000 \text{ kg}}{176.71 \text{ cm}^2} = 424.42 \text{ kg/cm}^2$$

Para este ensayo utilizamos referencias de la probeta que mejor comportamiento tuvo en el ensayo de resistencia, que fue el que mantiene el 15% de adición de concha de coco.



**Figura 22:** Ensayo de compresión a probeta con adición de concha de coco al 15%  
Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).



**Figura 23:** Lectura de rotura a la compresión con adición de concha de coco al 15%  
Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).

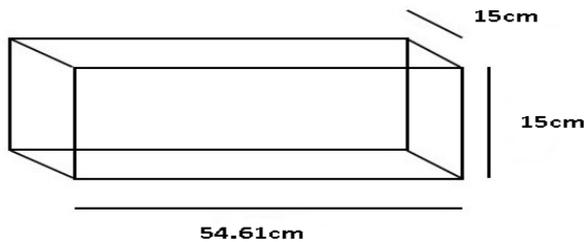
### 3.4.9 Ensayo de rotura a la flexión

El ensayo de rotura a la flexión se realizará en el laboratorio de suelos Dr. Ing. Arnaldo Ruffilli. Donde previamente los prototipos fueron medidos y pesados.

Para efectuar este ensayo tenemos 64 probetas por adición. El cual se procederá a romper por unidad en distintas edades (7,14,21,28 días) y por adición de concha de coco (10%, 15%, 20% y 25% respectivamente) (Martinez & Osorio, 2022)

Para poder obtener resultados de los ensayos, sacamos el área de contacto superior de las vigas para obtener un valor equivalente a kg/cm<sup>2</sup>. Para lo cual procedemos con la siguiente información:

$$\text{Área de contacto} = 54.61\text{cm} \times 15\text{cm} = 819.15\text{cm}^2$$



**Figura 24:** Dimensionamiento gráfico de la muestra de Vigueta  
**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

Una vez obtenido el área de contacto procedemos a realizar la siguiente fórmula para sacar nuestra fuerza de compresión.

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

- $f'c$ : Fuerza de Compresión
- P: Peso dividido
- A: Área de Contacto

Se procede a colocar el peso dividido para el área de contacto

$$f'c = \frac{39500 \text{ kg}}{819.15 \text{ cm}^2} = 48.22 \text{ kg/cm}^2$$

A continuación, se transforma este valor obtenido en  $\text{kg/cm}^2$  (kilogramo sobre centímetro elevado al cuadrado) a Mpa (Mega pascal) para llenar tabla de rotura a compresión simple, según requerimiento de la norma NTE INEN 1756 que nos da las directrices para realizar este tipo de ensayos. Convertimos los  $\text{kg/cm}^2$  a Mpa

$$\frac{48.22 \text{ kg/cm}^2}{10.197} = 4.73 \text{ Mpa}$$



**Figura 25:** Prueba de ensayo de viga  
**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).



**Figura 26:** Ensayo para determinar la resistencia a la flexión.  
**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

### 3.5 Análisis de Resultados

#### 3.5.1 Resultados de ensayos a la compresión: Hormigón sin adición de Concha de Coco a la edad de 7 días

Tabla 24: Resultados de ensayos a la compresión en cilindros: Hormigón sin adición de Concha de Coco a la edad de 7 días

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 6/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 7 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON SIN ADICION DE CONCHA DE COCO

ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION				
CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	45500	176,71	257,48	256,78
A2	46000	176,71	260,31	
A3	43500	176,71	246,17	
A4	46500	176,71	263,14	

Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).

Tabla 25: Resultados de ensayos a la compresión en viguetas: Hormigón sin adición de Concha de Coco a la edad de 7 días

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 6/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 7 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON SIN ADICION DE CONCHA DE COCO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION				
CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	2500	819,15	3,05	2,98
A2	2300	819,15	2,81	
A3	2750	819,15	3,36	
A4	2200	819,15	2,69	

Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).

### 3.5.2 Resultados de ensayos a la compresión: Hormigón sin adicción de Concha de Coco a la edad de 14 días

Tabla 25: Resultados de ensayos a la compresión en cilindros: Hormigón sin adicción de Concha de Coco a la edad de 14 días

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 13/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 14 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON SIN ADICION DE CONCHA DE COCO

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	64500	176,71	365,00	367,48
A2	65000	176,71	367,83	
A3	65500	176,71	370,66	
A4	64750	176,71	366,42	

Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).

Tabla 26: Resultados de ensayos a la compresión en viguetas: Hormigón sin adicción de Concha de Coco a la edad de 14 días

ORDENADO POR NATHALY OSORIO – JOSUE MARTINEZ

FECHA: 13/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 14 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON SIN ADICION DE CONCHA DE COCO

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	3250	819,15	3,97	3,98
A2	3200	819,15	3,91	
A3	3500	819,15	4,27	
A4	3100	819,15	3,78	

Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).

### 3.5.3 Resultados de ensayos a la compresión: Hormigón sin adicción de Concha de Coco a la edad de 21 días

Tabla 27: Resultados de ensayos a la compresión en cilindros: Hormigón sin adición de Concha de Coco a la edad de 21 días

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 20 DE OCTUBRE DEL

2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 21 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON SIN ADICION DE CONCHA DE COCO

ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION				
CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm2)	RESISTENCIA (kg/cm2)	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm2)
A1	66750	176,71	377,74	376,32
A2	67000	176,71	379,15	
A3	66250	176,71	374,91	
A4	66000	176,71	373,49	

Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).

Tabla 28: Resultados de ensayos a la compresión en viguetas: Hormigón sin adición de Concha de Coco a la edad de 21 días

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 20/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 21 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON SIN ADICION DE CONCHA DE COCO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION				
CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm2)	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	3700	819,15	4,52	4,46
A2	3900	819,15	4,76	
A3	3250	819,15	3,97	
A4	3750	819,15	4,58	

Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).

### 3.5.4 Resultados de ensayos a la compresión: Hormigón sin adicción de Concha de Coco a la edad de 28 días

Tabla 29: Resultados de ensayos a la compresión en cilindros: Hormigón sin adición de Concha de Coco a la edad de 28 días

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 27/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 28 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON SIN ADICION DE CONCHA DE COCO

ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION				
CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm2)	RESISTENCIA (kg/cm2)	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm2)
A1	70000	176,71	396,13	402,14
A2	71250	176,71	403,20	
A3	70750	176,71	400,37	
A4	72250	176,71	408,86	

Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).

Tabla 30: Resultados de ensayos a la compresión en viguetas: Hormigón sin adición de Concha de Coco a la edad de 28 días

ORDENADO POR NATHALY OSORIO – JOSUE MARTINEZ

FECHA: 27/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 28 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON SIN ADICION DE CONCHA DE COCO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION				
CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm2)	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	4100	819,15	5,01	4,52
A2	3750	819,15	4,58	
A3	3350	819,15	4,09	
A4	3600	819,15	4,39	

Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).

### 3.5.5 Resultados de ensayos de resistencia a la compresión en las probetas con adición al 10% con concha de coco.

Tabla 31: Resultados de ensayos a la compresión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 7 días

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 6/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 7 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 10%

ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION				
CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm2)	RESISTENCIA (kg/cm2)	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm2)
A1	45750	176,71	258,90	260,31
A2	47000	176,71	265,97	
A3	46250	176,71	261,73	
A4	45000	176,71	254,65	

Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).

Tabla 32: Resultados de ensayos a la compresión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 14 días

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 13/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 14 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 10%

ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION				
CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm2)	RESISTENCIA (kg/cm2)	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm2)
A1	65500	176,71	370,66	368,90
A2	67000	176,71	379,15	
A3	63500	176,71	359,35	
A4	64750	176,71	366,42	

Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 33: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 21 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 20/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 21 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 10%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	68000	176,71	384,81	384,10
A2	67500	176,71	381,98	
A3	67750	176,71	383,40	
A4	68250	176,71	386,23	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 34: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 28 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 27/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 28 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON SIN ADICION DE CONCHA DE COCO

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	71000	176,71	401,79	398,25
A2	70250	176,71	397,54	
A3	69500	176,71	393,30	
A4	70750	176,71	400,37	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

### 3.5.6 Resultados de ensayo de resistencia a la flexión en las viguetas con adición al 10% con concha de coco

*Tabla 35: Resultados de ensayos a la compresión en viguetas: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 7 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 6/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 7 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 10%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION				
CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	2750	819,15	3,36	3,20
A2	2700	819,15	3,30	
A3	2650	819,15	3,24	
A4	2400	819,15	2,93	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 36: Resultados de ensayos a la compresión en viguetas: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 14 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 13/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 14 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 10%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION				
CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	3000	819,15	3,66	3,88
A2	3500	819,15	4,27	
A3	3250	819,15	3,97	
A4	2950	819,15	3,60	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 37: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 21 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 20/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 21 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 10%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm2)	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	3750	819,15	4,58	4,38
A2	3700	819,15	4,52	
A3	3650	819,15	4,46	
A4	3250	819,15	3,97	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 38: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 28 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 27/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 28 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 10%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm2)	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	3900	819,15	4,76	4,61
A2	3850	819,15	4,70	
A3	3650	819,15	4,46	
A4	3700	819,15	4,52	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

### 3.5.7 Resultados de ensayo de resistencia a la compresión en las probetas con adición al 15% con concha de coco

*Tabla 39: Resultados de ensayos a la compresión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 7 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 6/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 7 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 15%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	47000	176,71	265,97	263,14
A2	46500	176,71	263,14	
A3	48000	176,71	271,63	
A4	44500	176,71	251,83	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 40: Resultados de ensayos a la compresión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 14 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 13/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 14 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 15%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	67000	176,71	379,15	380,57
A2	67500	176,71	381,98	
A3	67750	176,71	383,40	
A4	66750	176,71	377,74	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 41: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 21 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 20/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 21 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 15%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	68750	176,71	389,06	386,23
A2	68500	176,71	387,64	
A3	66750	176,71	377,74	
A4	69000	176,71	390,47	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 42: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 28 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 27/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 28 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 15%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	74000	176,71	418,77	414,87
A2	72750	176,71	411,69	
A3	73500	176,71	415,94	
A4	73000	176,71	413,11	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

### 3.6 Resultados de ensayos de resistencia a la flexión viguetas con adición de concha de coco al 15%

*Tabla 43: Resultados de ensayos a la compresión en viguetas: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 7 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 6/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 7 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 15%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION				
CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	2800	819,15	3,42	3,39
A2	2750	819,15	3,36	
A3	2850	819,15	3,48	
A4	2700	819,15	3,30	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 44: Resultados de ensayos a la compresión en viguetas: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 14 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 13/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 14 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 15%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION				
CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	3250	819,15	3,97	3,98
A2	3750	819,15	4,58	
A3	2900	819,15	3,54	
A4	3150	819,15	3,85	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 45: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 21 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 20/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 21 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 15%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	3800	819,15	4,64	4,73
A2	3900	819,15	4,76	
A3	3950	819,15	4,82	
A4	3850	819,15	4,70	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 46: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 28 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 27/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 28 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 15%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	4000	819,15	4,88	4,93
A2	4150	819,15	5,07	
A3	3950	819,15	4,82	
A4	4050	819,15	4,94	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

### 3.6.1 Resultados de ensayos de resistencia a la compresión en las probetas con adición al 20% con concha de coco

*Tabla 47: Resultados de ensayos a la compresión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 7 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 6/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 7 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 20%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	46000	176,71	260,31	256,78
A2	46250	176,71	261,73	
A3	45000	176,71	254,65	
A4	44250	176,71	250,41	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 48: Resultados de ensayos a la compresión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 14 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 13/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 14 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 20%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	67250	176,71	380,57	373,49
A2	65000	176,71	367,83	
A3	65750	176,71	372,08	
A4	66000	176,71	373,49	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 49: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 21 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 20/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 21 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 20%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	68000	176,71	384,81	381,27
A2	69000	176,71	390,47	
A3	65000	176,71	367,83	
A4	67500	176,71	381,98	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 50: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 28 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 27/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 28 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 20%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	73000	176,71	413,11	409,22
A2	72500	176,71	410,28	
A3	72750	176,71	411,69	
A4	71000	176,71	401,79	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

### 3.6.2 Resultado de ensayo de resistencia a la flexión en las viguetas con adición al 20% con concha de coco

*Tabla 51: Resultados de ensayos a la compresión en viguetas: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 7 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 6/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 7 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 20%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	2750	819,15	3,36	3,11
A2	2500	819,15	3,05	
A3	2250	819,15	2,75	
A4	2700	819,15	3,30	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 52: Resultados de ensayos a la compresión en viguetas: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 14 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 13/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 14 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 20%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	3000	819,15	3,66	3,83
A2	3500	819,15	4,27	
A3	3250	819,15	3,97	
A4	2800	819,15	3,42	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 53: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 21 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 20/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 21 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 20%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	3700	819,15	4,52	4,33
A2	3500	819,15	4,27	
A3	3750	819,15	4,58	
A4	3250	819,15	3,97	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 54: Resultados de ensayos a la comprensión en viguetas: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 28 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 27/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 28 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 20%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	3900	819,15	4,76	4,49
A2	3750	819,15	4,58	
A3	3250	819,15	3,97	
A4	3800	819,15	4,64	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

### 3.6.3 Resultados de ensayo de resistencia a la compresión en las probetas con adición al 25% con concha de coco.

*Tabla 55: Resultados de ensayos a la compresión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 7 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 6/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 7 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 25%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	45000	176,71	254,65	248,29
A2	42500	176,71	240,51	
A3	44250	176,71	250,41	
A4	43750	176,71	247,58	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 56: Resultados de ensayos a la compresión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 14 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 13/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 14 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 25%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	65500	176,71	370,66	366,07
A2	64500	176,71	365,00	
A3	63000	176,71	356,52	
A4	65750	176,71	372,08	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 57: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 21 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 20/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 21 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 25%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	67000	176,71	379,15	378,09
A2	65500	176,71	370,66	
A3	68000	176,71	384,81	
A4	66750	176,71	377,74	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 58: Resultados de ensayos a la comprensión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 28 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 27/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 28 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 25%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: CILINDRO DE 6''X12''</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESITENCIA PROMEDIA (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	72500	176,71	410,28	396,13
A2	71000	176,71	401,79	
A3	68500	176,71	387,64	
A4	68000	176,71	384,81	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

**3.6.4 Resultados de ensayo de resistencia a la flexión en las viguetas con adición al 25% con concha de coco.**

*Tabla 59: Resultados de ensayos a la flexión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 7 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 6/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 7 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 25%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	2300	819,15	2,81	2,84
A2	2450	819,15	2,99	
A3	2350	819,15	2,87	
A4	2200	819,15	2,69	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 60: Resultados de ensayos a la flexión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 14 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 13/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 14 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 25%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	2950	819,15	3,60	3,36
A2	2800	819,15	3,42	
A3	2500	819,15	3,05	
A4	2750	819,15	3,36	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 61: Resultados de ensayos a la flexión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 21 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 20/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

EDAD DE MUESTRA: 21 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 25%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	3250	819,15	3,97	3,63
A2	3100	819,15	3,78	
A3	2850	819,15	3,48	
A4	2700	819,15	3,30	

**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

*Tabla 62: Resultados de ensayos a la flexión en cilindros: Hormigón con adición de Concha de Coco a la edad de 14 días*

ORDENADO POR: NATHALY OSORIO - JOSUE MARTINEZ

FECHA: 27/10/2022

LABORATORIO: DR. ARNALDO RUFILLI

REALIZADO POR: LAB. ARNALDO RUFILLI

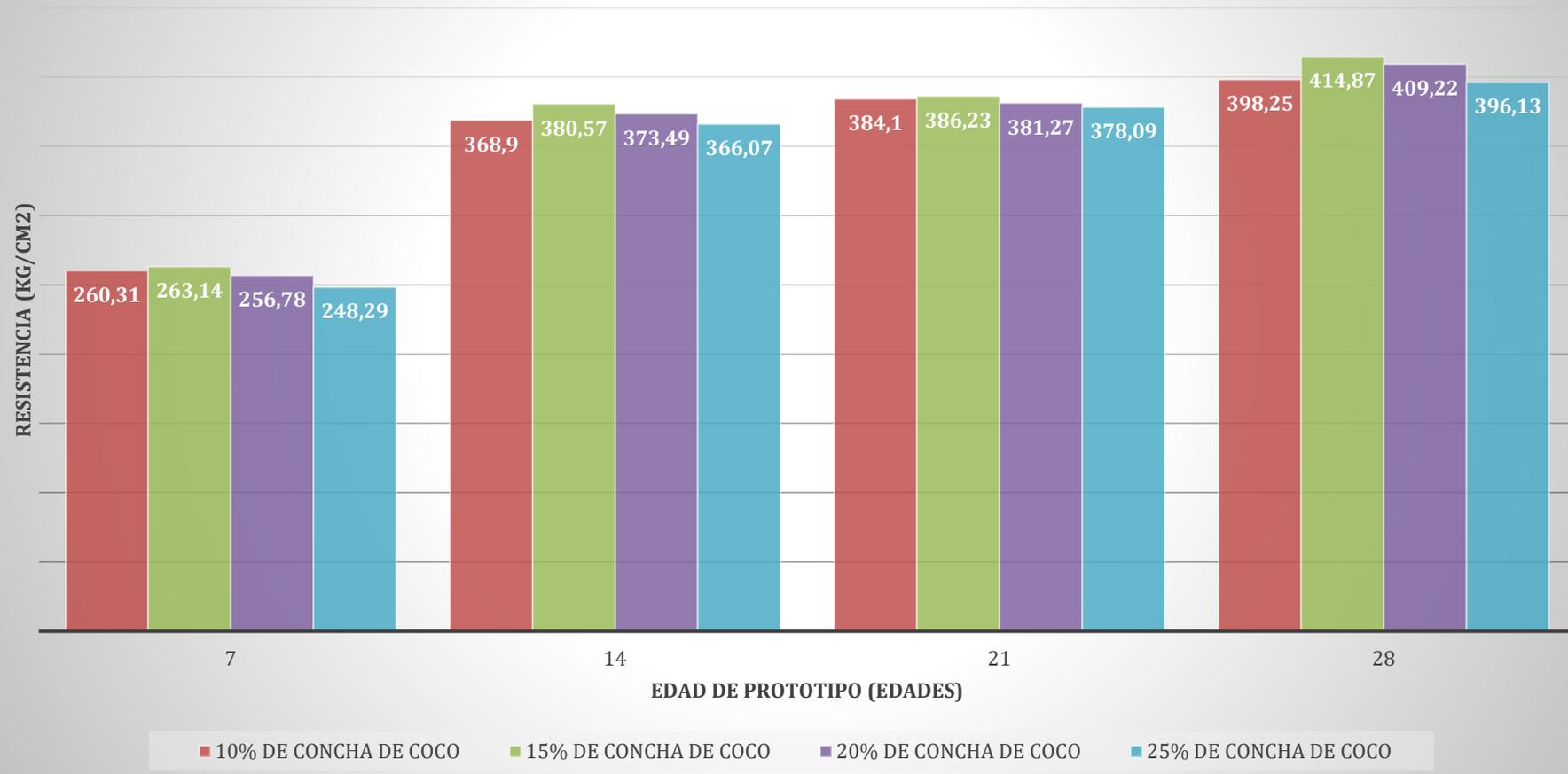
EDAD DE MUESTRA: 28 DIAS

OBSERVACIONES: HORMIGON CON ADICION DE CONCHA DE COCO AL 25%

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION</b>				
<b>CARACTERISTICA DE MUESTRA PARA ENSAYO: VIGA</b>				
ESPECIMEN	CARGA (Kg)	AREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	RESITENCIA PROMEDIA (Mpa)
A1	3200	819,15	3,91	3,88
A2	3350	819,15	4,09	
A3	3000	819,15	3,66	
A4	3150	819,15	3,85	

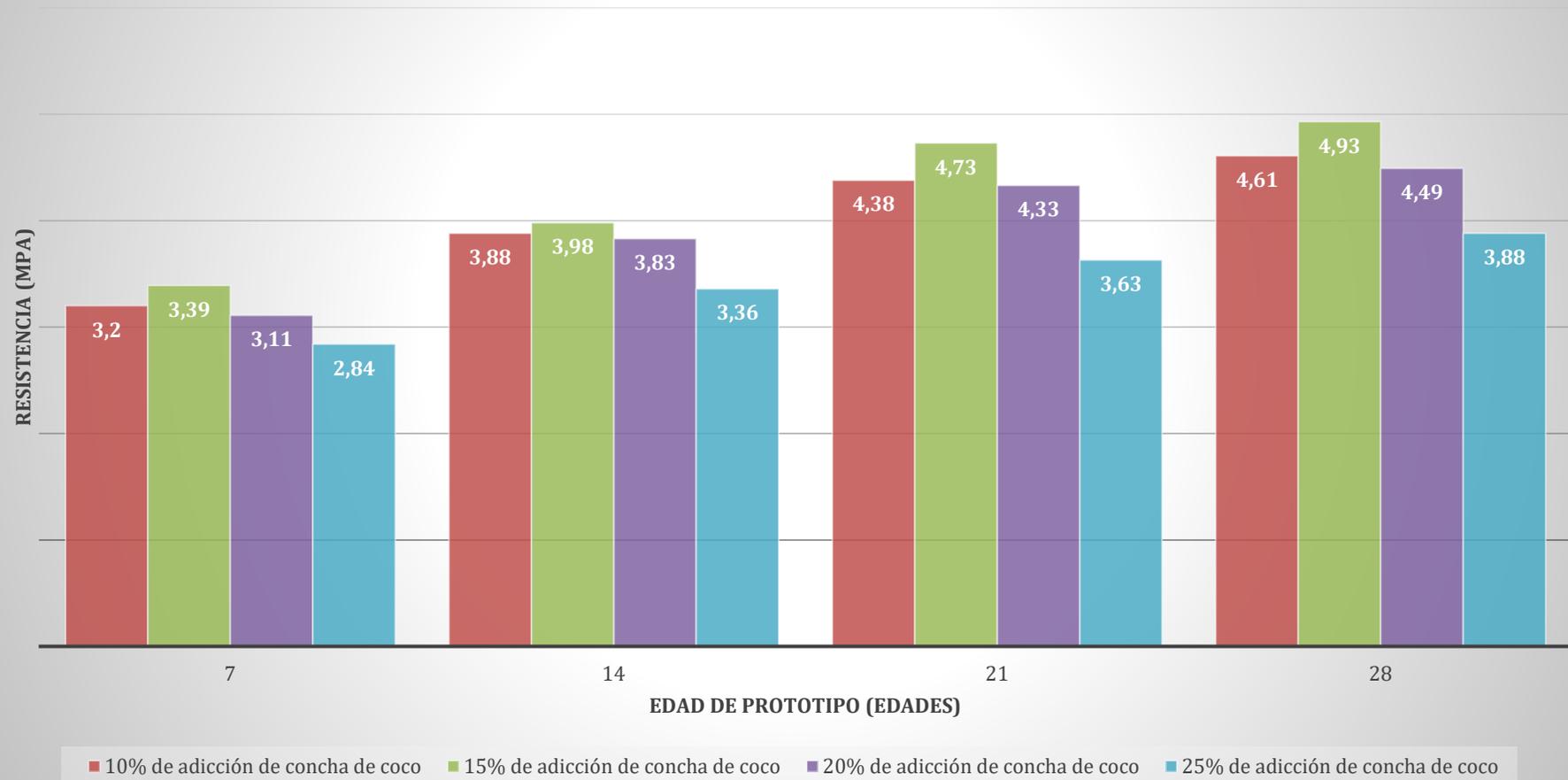
**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

## Gráfico comparativo de resultados de ensayos de resistencia a la compresión según adición de concha de coco



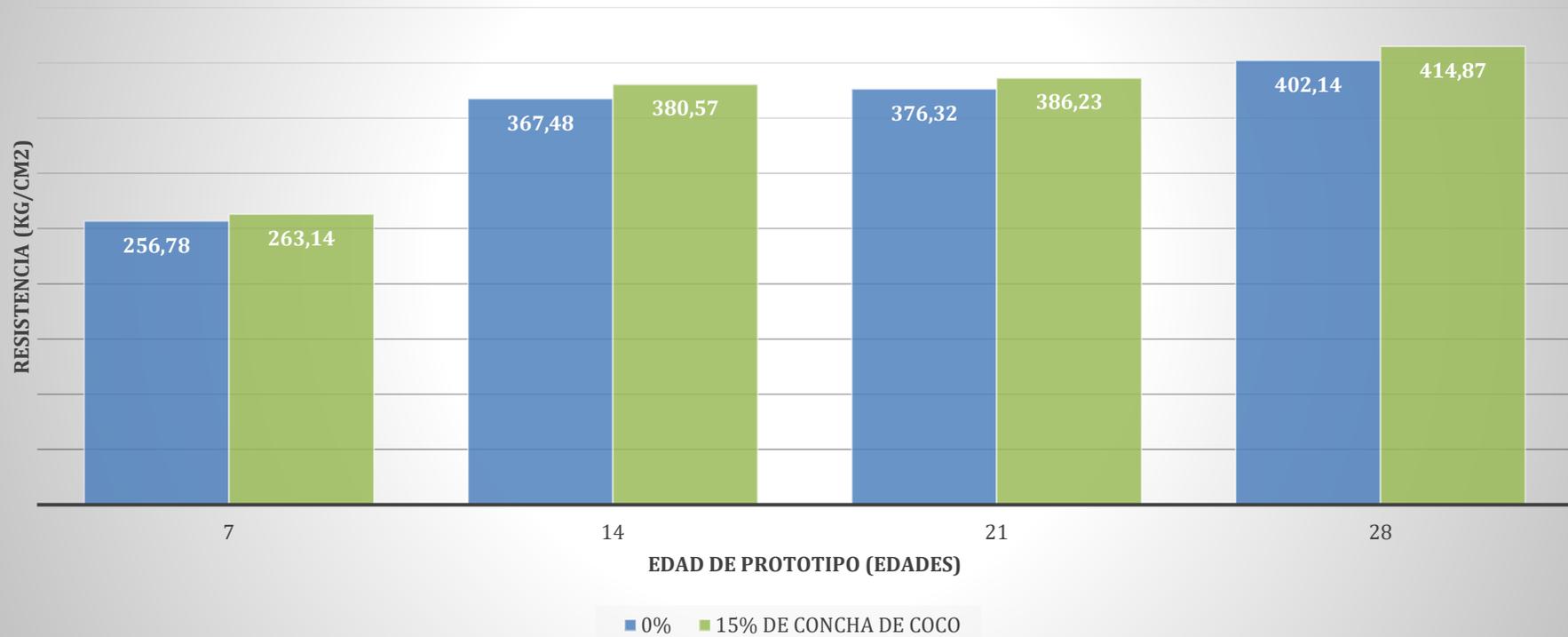
**Figura 27:** Grafico comparativo de resultados de ensayos de resistencia a la compresión según adición de concha de coco  
**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

## Gráfico comparativo de resultados de ensayos de resistencia a la flexión según adición de concha de coco



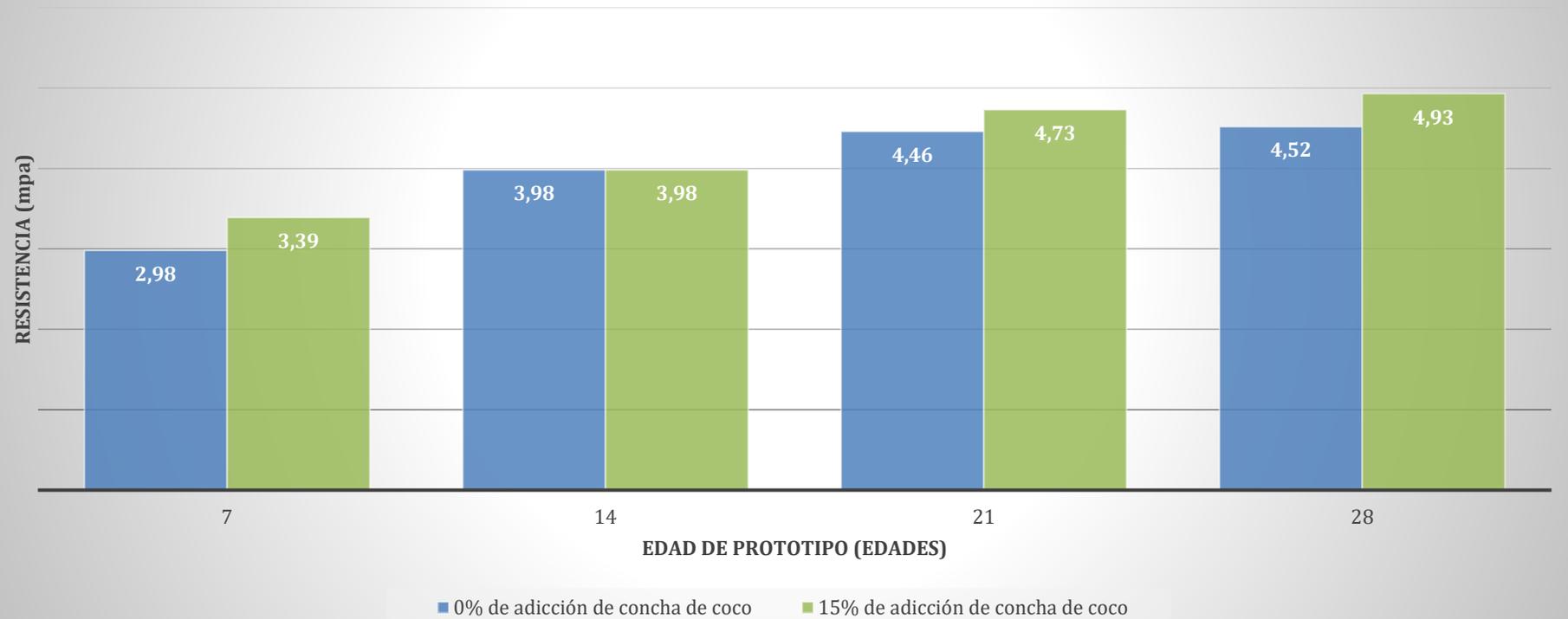
**Figura 28:** Grafico comparativo de resultados de ensayos de resistencia a la flexión según adición de concha de coco  
Elaborado por: Martínez. & Osorio. (2022).

### Gráfico comparativo de resultados de ensayos de resistencia a la compresión sin adición vs con adición de concha de coco



**Figura 29:** Grafico comparativo de resultados de ensayos de resistencia a la compresión sin adición vs con adición de concha de coco  
**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

### Gráfico comparativo de resultados de ensayos de resistencia a la flexión sin adición vs con adición de concha de coco



**Figura 30:** Grafico comparativo de resultados de ensayos de resistencia a la flexión sin adición vs con adición de concha de coco  
**Elaborado por:** Martínez. & Osorio. (2022).

Durante este ensayo de reemplazo de concha de coco en porcentaje del 15 % por piedra triturada  $\frac{3}{4}$ ”, se percibe un incremento significativo en la resistencia a la compresión y flexión a relación de las probetas sin adición.

En el “Gráfico comparativo de resultados de ensayos de resistencia a la flexión según adición de concha de coco”, Se aprecia que el agregado de concha de coco de 15% llega a una resistencia máxima. a la compresión de 4.93 Mpa en una rotura a la edad de 28 días.

En la Figura 26 y Figura 27 se realizó un gráfico comparativo de esta resistencia máxima tanto con la resistencia a la compresión, como la resistencia a la flexión respectivamente. En ambos casos la resistencia del hormigón con adición concha de coco es superior al hormigón sin adición en las edades de 7, 14, 21, 28 días

Durante este ensayo de reemplazo de concha de coco en porcentaje del 15 % por piedra triturada  $\frac{3}{4}$ ”, se percibe un incremento significativo en la resistencia a la compresión y flexión a relación de las probetas sin adición.

## 4 CONCLUSIONES

Con la incorporación de este elemento como parte del diseño de amasado para la mezcla de hormigón para pavimento rígido, se determinó que la mejor dosificación correspondió al que adicionó 15% de concha de coco dando así los resultados más altos con respecto a la resistencia a la compresión como a la flexión.

La incorporación de este elemento aumentó significativamente las características mecánicas del hormigón produciendo así una posible nueva materia prima para producción de hormigones de alto desempeño en el futuro.

Utilizar concha de coco en la mezcla de amasado en el hormigón para pavimentos, tiene varias ventajas una de ellas es el incremento de sus capacidades mecánicas tales como, la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión dando como resultado un hormigón de alto desempeño a diferencia del diseño original de hormigón sin ningún tipo de adición.

En este estudio realizado se probaron diseños de hormigón con adición con concha de coco en varios porcentajes obteniendo mejores resultados con el diseño que se incorporó el 15% de concha de coco reemplazando el agregado grueso (piedra  $\frac{3}{4}$ ) elevando su resistencia a la compresión en un 3.17% y 10.56% de resistencia a la flexión por lo tanto estos resultados preliminares nos dan un alcance de las ventajas obtenidas de este fruto.

Pidiendo que se siga elaborando estudios que avalen los resultados realizados en este proyecto.

## **5 RECOMENDACIONES**

Se recomienda continuar con los estudios de este fruto incorporado como material de construcción en distintos campos del hormigón, ya que los resultados de los ensayos preliminares han demostrado que la concha de coco en cierta porción mejora las características mecánicas del hormigón, brindando así un hormigón de alto desempeño, aumentando significativamente la resistencia a la fuerza de compresión y flexión.

Se sugiere seguir probando las características de este fruto y someterlos a prueba a mediano y largo plazo para comprobar su durabilidad y sus posibles desventajas que en estudios posteriores.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (1993). *Guide for Design of Pavement Structures*. Washington: American Association of States Highway and Transportation Officials.
- BAZAN GONZALEZ, B., & HOLGUIN VERA, J. (23 de Noviembre de 2021).  
*UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA*. Recuperado el 05 de Enero de 2023, de Evaluación del desempeño de pavimentos rígidos incorporando en su diseño fibra de coco.:  
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6499>
- Boliviano, I. (15 de Febrero de 2017). *MANUAL DE PAVIMENTOS RIGIDOS TOMO 2 NORMAS PARA PAVIMENTOS RIGIDOS*. Obtenido de  
[https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015\\_tomo\\_2\\_\\_normas.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_tomo_2__normas.pdf)
- C.A., O. T. (s.f.). *Clasificacion de las fallas de pavimentos flexibles y rigidos* .
- Calo, D. (21 de Marzo de 2012). *INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO*. Obtenido de Diseño de Pavimento Rígido: <https://ficem.org/CIC-descargas/argentina/Diseno-de-pavimentos-rigidos.pdf>
- Camacllanqui Ccoillar, G. J., & Rivera Cervantes, J. S. (2021). *UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO*. Obtenido de Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de madera y fibra de coco en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica-2021:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/67526>
- Farinango, D. (Enero de 2014). *Universidad Central del Ecuador*. Obtenido de Análisis comparativo de costos entre el pavimento rígido y pavimento flexible.:  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2559>
- Fernández Acosta, P. Y. (10 de Diciembre de 2019). *UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO*. Obtenido de Incorporación de fibra de coco para mejorar las

- propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  para pavimentos rígidos Lima, 2019: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48356>
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGraw Hill Interamericana.
- Lara, G. (13 de Septiembre de 2017). *UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPIRITU SANTO*. Obtenido de DETERMINACIÓN DE LOS PORCENTAJES ÓPTIMOS DE FIBRA DE COCO EN HORMIGONES HIDRÁULICOS: <http://repositorio.uees.edu.ec/123456789/1942>
- Martínez , J. (23 de 08 de 2016). *UNIVERSIDAD DE TECNICA DE AMBATO*. Recuperado el 09 de 01 de 2023, de Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquín convencional y adoquines preparados con diferentes fibras: sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio): <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24054>
- Martinez, J., & Osorio, N. (2022). *CARACTERISTICAS MECANICAS DEL BLOQUE CON CONCHA DE COCO Y MORTERO*. Guayaquil.
- Mendoza, & Soria. (2022). *CARACTERISTICAS MECANICAS DEL BLOQUE CON CONCHA DE COCO Y MORTERO*. Guayaquil.
- Montalvo Guevara, M. E. (04 de Julio de 2015). *PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ*. Obtenido de Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/6117>
- MOP-001-F-2002. (28 de 10 de 2022). *Republica del Ecuador Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones*. Obtenido de Especificaciones Generales para la construcción: <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2021/01/MPR\_Chimborazo\_Cumanda\_Especificaciones-Tecnicas-MOP-001-F-2002.pdf

Poncé Loor, G. A. (24 de Octubre de 2018). *UNIVERSIDAD ESTATAL DE SUR DE MANABI "UNESUM"*. Obtenido de DISEÑO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL UTILIZANDO MATERIALES ALTERNATIVOS Y SEGUROS - CIUDADELA MANUEL INOCENCIO PARRALES Y GUALE, CANTÓN JIPIJAPA: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1401>

QuestionPro. (12 de Diciembre de 2020). *QuestionPro*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-descriptiva/>

Robles Robles, R. H. (14 de 12 de 2018). *Universidad Militar Nueva Granada*. Obtenido de Diseño de un pavimento rígido para el segmento vial de la carrera 2 este entre la calle 41 b sur y calle 42 a sur del barrio la victoria la localidad de san Cristóbal de la ciudad de Bogotá.: <http://hdl.handle.net/10654/20452>

Rojas Torres, A. M. (Diciembre de 2015). *UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO*. Obtenido de Adición de la fibra de coco en el hormigón y su incidencia en la resistencia a compresión: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/17066>

Sotil Levy, A. J., & Zegarra Riveros, J. E. (03 de Noviembre de 2015). *UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS*. Obtenido de Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido: <http://hdl.handle.net/10757/581616>

tiposdeinvestigación. (12 de Diciembre de 2020). *tiposdeinvestigación*. Obtenido de <https://tiposdeinvestigacion.org/explicativa/>

Velazquez, A. (2022). *QuestionPro*. Obtenido de Investigación experimental: Qué es, tipos y cómo realizarla: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-experimental/>