



**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

**CARACTERISTICAS MECANICAS DEL BLOQUE CON CONCHA DE
COCO Y MORTERO**

TUTOR

MG. ING. CIVIL MAX DARIO ALMEIDA FRANCO

AUTORES

MENDOZA TORO DIEGO ROLANDO

SORIA HERNANDEZ FREDDY CARLOS

GUAYAQUIL

2022

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Características mecánicas del bloque con concha de coco y mortero

AUTOR/ES:

Mendoza Toro Diego Rolando

Soria Hernández Freddy Carlos

REVISORES O TUTORES:

Mgt. Ing. Civil Max Dario Almeida Franco

INSTITUCIÓN:

**Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil**

Grado obtenido:

3er Nivel

FACULTAD:

Ingeniería, industria y construcción

CARRERA:

Ingeniería Civil

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2022

N. DE PAGS:

77

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura e Ingeniería Civil

PALABRAS CLAVE: Concha de coco, mortero, hormigón, bloques, resistencia a la compresión.

RESUMEN: La implementación de concha de coco en distintos porcentajes en la mezcla de amasado para preparación de bloques nos da como resultado el incremento significativo de la resistencia a la compresión, contribuyendo con el desarrollo a posteriores ensayos que demuestren la calidad del mismo, y a la vez descontaminando el planeta con residuos de este fruto.

N. DE REGISTRO (en base de datos):

N. DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono:	E-mail:
Mendoza Toro Diego Rolando	0979506474	dmendozat@ulvr.edu.ec
Soria Hernández Freddy Carlos	0981692991	fsoriah@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Mgr. Ing. Milton Gabriel Andrade Teléfono:(04)2596500 Ext. 210 E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec Mgr. Ing. Alexis Wladimir Valle Benítez Teléfono: 0986487016 E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

soria-mendoza

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www.concretodo.com

Fuente de Internet

6%

2

creativecommons.org

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

Firma:



Mgt. Ing. Civil Max Darío Almeida Franco

C.C. 0906706981

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados **Diego Rolando Mendoza Toro** y **Freddy Carlos Soria Hernández**, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, **Características mecánicas del bloque con concha de coco y mortero**, 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:

DIEGO ROLANDO MENDOZA TORO

C.I. 0705028371



Firma:

FREDDY CARLOS SORIA HERNANDEZ

C.I. 0919352468

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación **Características mecánicas del bloque con concha de coco y mortero**, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: **Características mecánicas del bloque con concha de coco y mortero**, presentado por los estudiantes **Mendoza Toro Diego Rolando** y **Soria Hernández Freddy Carlos** como requisito previo, para optar al Título de Ingeniero **Civil**, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:

A handwritten signature in blue ink, reading "Max Darío Almeida Franco". The signature is written over a faint grid pattern.

Mgt. Ing. Civil Max Darío Almeida Franco

C.C. 0906706981

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser la luz que guía mis pasos, por ser mi fortaleza en tiempos difíciles ayudándome a sobrellevarlos con tranquilidad y porque me ha dado la bendición de tener el amor de las personas a las que quiero.

A mis padres por darme ese ejemplo de honestidad y trabajo duro durante su vida, gracias por enseñarme a luchar por mis ideales y por ayudarme a llevar a cabo uno de ellos a través del esfuerzo y el empeño diario, a mi familia y amigos por ser mi soporte el haberme ayudado en todo lo que han podido a veces pasando más allá de sus posibilidades y el estar junto a mí cuando más lo he necesitado

Diego Rolando Mendoza Toro

DEDICATORIA

Este esfuerzo va dedicado primeramente a DIOS, que me dio la fortaleza de afrontar cada una de las adversidades a lo largo de mi carrera universitaria.

A mis padres, hermanos y familiares que estuvieron conmigo en cada uno de los momentos que necesité de ellos.

Y para terminar a los docentes que a lo largo de la carrera nos llenaron de sus conocimientos que nos servirán de mucho en la vida profesional.

Diego Rolando Mendoza Toro

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS por ser el eje de mi vida y guiarme por el camino correcto y en el momento correcto.

A mi esposa por haberme apoyado incondicionalmente durante este periodo académico, creyendo siempre en mí y dándome las fuerzas necesarias para continuar.

A mis hijos, que son mi fuente de inspiración de lucha constante día a día, son la motivación que tengo para superarme y salir adelante para poderles dar una vida digna.

A mi familia de una u otra manera aportaron emocionalmente motivándome a seguir adelante a pesar de las adversidades.

Para terminar, agradezco a los docentes que me brindaron sus conocimientos y su tiempo.

Soria Hernández Freddy Carlos

DEDICATORIA

Esta dedicatoria es principalmente para DIOS, por guiar siempre mi camino, brindándome salud, paciencia y sobre todo las fuerzas necesarias para poder lograr este logro académico.

Para mi esposa y mis hijos que son el motor que mueve mi vida y mi motivación para salir adelante.

A mis padres que tienen la ilusión de ver a su hijo mayor ser un profesional de bien.

A mi familia y amigos que estuvieron siempre conmigo dándome la mano cuando más la necesitaba.

Soria Hernández Freddy Carlos

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
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	2
1.5 Objetivos Específicos	2
1.6 Hipótesis.....	2
1.7 Línea de Investigación Institucional/Facultad.....	2
CAPÍTULO II	3
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Antecedentes del problema.....	3
2.2 Marco Teórico:	3
2.3. Características del bloque:.....	4
2.4. Los bloques de hormigón se clasifican, de acuerdo a su uso, en cinco clases, como se indica en la tabla.	6
2.5 Dimensiones:.....	7
2.6 Cemento:	8
2.7 Agregados:	11
2.8 Proceso para la elaboración de bloques	14
Marco conceptual	16
3 Marco Legal:	18
CAPÍTULO III.....	21
4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	21
4.1 Metodología descriptiva y esquemática para la fabricación de prototipos de bloques de hormigón simple sin adición de concha de coco para obtención de valores referenciales de comparación.	24
4.2 Proceso de fabricación de bloque de hormigón sin adición de concha de coco	25
4.3 Curado del bloque	29
4.2 Muestreo y ensayos de bloques de hormigón sin adición.	29
4.5 Metodología descriptiva y esquemática para la fabricación de prototipos de bloques de hormigón implementando concha de coco.	31
4.6 Proceso gráfico de la fabricación de bloque de hormigón adicionando concha de coco	32

4.8 Prototipo de bloque utilizando concha de coco al 15%	37
4.9 Prototipo de bloque utilizando concha de coco al 20%	39
4.10 Prototipo de bloque utilizando concha de coco al 25%	41
4.11 Ensayo de rotura a la compresión simple.....	42
4.13 Ensayo de rotura a la compresión simple con adición al 20% con concha de coco. ...	52
4.14 Población y muestra	58
4.15 Presentación y análisis de resultados	59
5. Conclusiones	62
6. Recomendaciones.....	63
7. Bibliografía	64

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Nomenclatura bloque	15
Figura 2: Funda de cemento Holcim	16
Figura 3: Arena	16
Figura 4: Balanza digital Laboratorio Arnaldo Ruffini.....	21
Figura 5: Balanza del laboratorio Arnaldo Ruffilli	22
Figura 6: Las bandejas y reservorios para medir líquidos.....	22
Figura 7:Reservorio plástico medidor de líquidos del laboratorio Dr. Ing. Arnaldo Ruffilli	22
Figura 8: Cucharon de despacho de acero	23
Figura 9: Bloquera artesanal.....	23
Figura 10: Prensa hidráulica para medir resistencia (VERSATESTER 30M)	23
Figura 11: dosificación de agregado fino (arena) para bloque de hormigón sin adición de concha de coco.	26
Figura 12: Dosificación de agregado grueso (piedra triturada 3/8´´) para bloque de hormigón sin adición de concha de coco	26
Figura 13: Dosificación de cemento para bloque de hormigón sin adición de concha de coco	27
Figura 14: Preparación de hormigón para bloques de hormigón simple	27
Figura 15: Colado de hormigón en bloquera	28
Figura 16: Compactación de bloque	28
Figura 17: Bloques recién fabricado.....	29
Figura 18: Bloques sumergidos en agua para curado.....	29
Figura 19: Dosificación de agregado fino (arena) para bloque de hormigón con adición de concha de coco.	32
Figura 20: Dosificación de agregado grueso (piedra triturada 3/8´´) para bloque de hormigón con adición de concha de coco.	33
Figura 21: Dosificación de cemento para bloque de hormigón con adición de concha de coco.	33
Figura 22: Trituración manual de concha de coco	34
Figura 23: Pesado de concha de coco	34
Figura 24: Vaciado de agregados incluyendo concha de coco.....	34

Figura 25: Preparación de hormigón para bloques con adición de concha de coco	35
Figura 26: Fabricación de bloque de hormigón con adición de concha de coco	35
Figura 27: Curado de bloques con adición de concha de coco	35
Figura 28: Bloques ya elaborados.	36
Figura 29: Peso del agregado grueso (piedra triturada) menos el 10% según diseño.....	37
Figura 30: Peso de la concha de coco en valor correspondiente al 10% del agregado grueso	37
Figura 31: Peso del agregado grueso (piedra triturada) menos el 15% según diseño.....	38
Figura 32: Peso de la concha de coco en valor correspondiente al 15% del agregado grueso.	39
Figura 33: Peso del agregado grueso (piedra triturada) menos el 20% según diseño.....	40
Figura 34: Peso del agregado grueso (piedra triturada) menos el 20% según diseño.....	40
Figura 35: Peso del agregado grueso (piedra triturada) menos el 25% según diseño.....	41
Figura 36: Peso del agregado grueso (piedra triturada) menos el 25% según diseño.....	42
Figura 37: Prototipos de bloques por porcentaje de adición de concha de coco para ensayar.	42
Figura 38: Preparación de prensa hidráulica para ensayo a compresión	43
Figura 39: Área de contacto sin entradas = $9\text{cm} \times 39\text{cm} = 351\text{cm}^2$	43
Figura 40: Área de entradas = $4.5\text{cm} \times 9\text{cm} \times 3 = 121.5\text{cm}^2$	44
Figura 41: Colocación de prototipo de bloque sobre prensa hidráulica	44
Figura 42: Montaje de placa superior y supe metálico.	44
Figura 43: Montaje de placa superior y supe metálico	45
Figura 44: Prototipo de bloque con adición del 10% de concha de coco	45
Figura 45: Valor de ensayo por rotura de prototipo de bloque al 10% de adición de concha de coco.....	46
Figura 46: Falla en prototipo de bloque con adición al 10% de concha de coco.....	46
Figura 47: Prototipo de bloque con adición del 15% de concha de coco.	49
Figura 48: Valor de ensayo por rotura de prototipo de bloque al 15% de adición de concha de coco.....	49
Figura 49: Falla en prototipo de bloque con adición al 15% de concha de coco.....	50
Figura 50: Prototipo de bloque con adición del 20% de concha de coco	52
Figura 51: Valor de ensayo por rotura de prototipo de bloque al 20% de adición de concha de coco.....	53
Figura 52: Prototipo de bloque con adición del 25% de concha de coco	56
Figura 53: Valor de ensayo por rotura de prototipo de bloque al 25% de adición de concha de coco.....	56
Figura 54: Comparativo a la resistencia a la compresión simple según adición de concha de coco.....	60
Figura 55: Comparativo a la resistencia a la compresión de prototipo sin adición contra prototipo con adición de concha de coco al 20% que mostró el pico más alto en resistencia de laboratorio.	60

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clases de bloques	6
Tabla 2: arena requisitos.....	10
Tabla 3: Clasificación de los bloques huecos de hormigón y resistencia mínima a la compresión.....	13
Tabla 4: Tipos de resistencia mínima a la compresión simple.....	14
Tabla 5: Diseño de hormigón para resistencia a la compresión $f'c=280\text{kg/cm}^2$	24
Tabla 6: Peso de material a usarse para bloque de hormigón sin adición de concha de coco .25	25
Tabla 7: Valor promedio de resistencia a la compresión en bloque de hormigón sin concha de coco a la edad de 7 días.....	30
Tabla 8: Valor promedio de resistencia a la compresión en bloque de hormigón sin concha de coco a la edad de 14 días.....	30
Tabla 9: Valor promedio de resistencia a la compresión en bloque de hormigón sin concha de coco a la edad de 21 días.....	31
Tabla 10: Valor promedio de resistencia a la compresión en bloque de hormigón sin concha de coco a la edad de 28 días.....	31
Tabla 11: Diseño de hormigón para prototipo de bloque reemplazando el 10% de concha de coco por agregado grueso (piedra triturada).....	36
Tabla 12: Diseño de hormigón para prototipo de bloque reemplazando el 15% de concha de coco por agregado grueso (piedra triturada).....	38
Tabla 14: Diseño de hormigón para prototipo de bloque reemplazando el 20% de concha de coco por agregado grueso (piedra triturada).....	39
Tabla 15: Diseño de hormigón para prototipo de bloque reemplazando el 25% de concha de coco por agregado grueso (piedra triturada).....	41
Tabla 16: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 10% a la edad de 7 días.....	47
Tabla 17: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 10% a la edad de 14 días.....	47
Tabla 18: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 10% a la edad de 21 días.....	48
Tabla 19: Valor de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 10% a la edad de 28 días.....	48
Tabla 20: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 15% a la edad de 7 días.....	50
Tabla 21: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 15% a la edad de 14 días.....	51
Tabla 22: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 15% a la edad de 21 días.....	51
Tabla 23: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 15% a la edad de 28 días.....	52
Tabla 24: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 20% a la edad de 7 días.....	54
Tabla 25: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 20% a la edad de 14 días.....	54
Tabla 26: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 20% a la edad de 21 días.....	54
Tabla 27: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 20% a la edad de 28 días.....	55
Tabla 28: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 25% a la edad de 7 días.....	57
Tabla 29: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 25% a la edad de 14 días.....	57

Tabla 30: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 25% a la edad de 21 días.	58
Tabla 31: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 25% a la edad de 28 días.	58
Tabla 32: Tabla comparativa para análisis de ensayos y sus diferentes roturas según las adiciones por porcentajes.	59
Tabla 33: Tipos de resistencia mínima a la compresión	61

INTRODUCCIÓN

Para la conformación de paredes en edificaciones se utilizan varios elementos como son los ladrillos, bloques, paneles constituidos por materiales como el cemento, la arena, la piedra, agua de la mezcla de estos materiales depende su la resistencia de cada elemento (Mendoza & Soria, 2022).

Con el fin de mejorar la resistencia en los bloques nuestro proyecto de titulación analiza el uso de la fibra de coco en la mezcla de hormigón como agregado grueso sacando del medio el desecho de fibra de coco el cual es contaminante para convertirlo en material de construcción (Mendoza & Soria, 2022).

En el Capítulo 1, se desarrolla el diseño de la investigación en la cual se plantea el problema de resistencia que tienen algunos bloques fabricados en la ciudad de baja durabilidad planteando a su vez una solución mediante el uso de la fibra de coco para mejorar las características técnicas del bloque, medir el desempeño de la fibra de coco como agregado grueso en la mezcla de hormigón mediante dosificaciones y ensayos de compresión medidos en el laboratorio de hormigón (Mendoza & Soria, 2022).

En el Capítulo 2, se describe el marco teórico y se referencia por medio de autores que participaron en investigaciones similares a nuestra investigación con el fin de medir los resultados y compararlos (Mendoza & Soria, 2022).

En el Capítulo 3, se desarrolla la metodología aplicada para nuestro proyecto de investigación la cual será de un alcance exploratorio al medir de diferentes formas la variable fibra de coco con un enfoque cuantitativo al ser demostrada por medios numérico (Mendoza & Soria, 2022).

Se presenta la propuesta por medio de bloques elaborados en el laboratorio con diferentes dosificaciones de coco y medidas bajo ensayos de compresión

Los resultados serán comparados por medio de la tabla INEN 3066 (Mendoza & Soria, 2022).

CAPÍTULO I

1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema:

Características mecánicas del bloque con concha de coco y mortero.

1.2 Planteamiento del Problema:

La concha de coco es un material que contamina el medio ambiente.

Nuestro proyecto de titulación consiste en utilizar este elemento como material de construcción para la elaboración de bloques con el fin de sacarlo del medio que contamina e incorporarlo en el área de la construcción

Creando un equilibrio con el medio ambiente (Mendoza & Soria, 2022).

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 bloques?

1.4 Objetivo General

Diseñar un bloque utilizando concha de coco como agregado de la mezcla de hormigón

1.5 Objetivos Específicos

1. Analizar las dimensiones del bloque
2. Determinar la dosificación del bloque utilizando concha de coco como agregado
3. Contrastar los resultados de la resistencia con los bloques tradicionales.

1.6 Hipótesis

Utilizando la concha de coco como agregado en la mezcla de hormigón se mitigará los impactos ambientales.

1.7 Línea de Investigación Institucional/Facultad.

Materiales de construcción, material innovador

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

Evitar la contaminación producida por la concha de coco.

Utilizando los tres elementos como agregado en la mezcla de hormigón para la elaboración de bloques

De esta manera reducir el impacto ambiental creado por su uso

2.2 Marco Teórico:

La Universidad laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil en su tesis titulada “Fabricación de bloques de cemento y fibra de estopa de coco y PET reciclado para la eco-construcción expone lo siguiente El tema referente a la fabricación de bloque de cemento con fibra de estopa de coco y plástico reciclado, tiene un aporte de ayuda social en la construcción de viviendas, debido al empleo de insumos reciclados en su elaboración, el cual contribuye además de los costos, en el mantenimiento y la conservación ambiental. (Macancela, 2020).

El objetivo es fabricar un bloque resistente, fiable y de calidad ambiental con materiales reciclados para dinamizar el mercado de la construcción a través de diferentes muestras, que poseen componentes e insumos ecológicos para un bloque (Macancela, 2020).

La metodología es exploratoria por los estudio realizado en artículos y tesis científicas, es experimental por las pruebas realizadas a cada bloque y por ultimo descriptiva por lo que se hacen encuestas de las muestras realizadas a profesionales de la construcción, La dosificación instalada en cada una de las muestras da como resultado 7 prototipos, de los cuales 5 superaron las pruebas de resistencia del bloque, siendo la prueba tres la de mayor valor con 4,20 MPa de resistencia y la muestra dos la de menor costo a 0,23 centavos de dólar Todas optimizan los costos y mejoran la calidad según las normas INEN (Macancela, 2020).

En conclusión, los procesos realizados en cada una de las muestras fueron concluyentes, donde tanto la fibra estopa de coco y el plástico forma parte de la mezcla y

resistencia, similar a los tradicionales, sin embargo, el informe técnico demuestra que las cinco pruebas son fiables y aptas para la construcción de viviendas (Macancela, 2020).

La Universidad Cesar vallejo en su tesis titulada “Adición de fibra de coco en bloques de concreto, para mejorar la resistencia a la compresión, Moyobamba expresa lo siguiente (Cruz, 2019):

La presente tesis de investigación titulada “Adición de fibra de coco en bloques de concreto, para mejorar la resistencia a la compresión, Moyobamba, 2019”, con la finalidad de mejorar la resistencia a compresión se adicionó fibra de coco en una cierta cantidad en reemplazo del agregado fino (Arena gruesa). (Cruz, 2019).

Se utilizó un tipo de investigación experimental, teniendo como la variable independiente la adición de fibra de coco y como variable dependiente la mayor resistencia a compresión a un diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}$. Se tuvo 36 bloques de concreto como población muestral con dimensiones de 40x20x10 cm. 2 Como técnicas se utilizó la observación directa y como instrumentos se obtuvo los formatos estandarizados de laboratorio (Cruz, 2019).

Obteniendo los resultados de los ensayos en laboratorio y de la rotura de los bloques de concreto convencionales y con adición de fibra de coco a porcentaje del 0.10%, 0.15% y 0.20%, se determinó que el comportamiento mecánico del concreto es mayor con la adición del 0.15% de fibra de coco en reemplazo de cierta cantidad de arena gruesa, llegando a tener una resistencia a la compresión de $f'c = 114.93 \text{ kg/cm}$ a los 28 días de edad (Cruz, 2019).

Asimismo, se realizó el costo; llegando a la conclusión que la fibra de coco influye de manera positiva en la elaboración de bloques de concreto, ya que es rentable porque es de bajo costo entable; así mismo al utilizarlo como material alterno ecológico en la construcción ayuda a disminuir la contaminación ambiental, en la ciudad de Moyobamba (Cruz, 2019).

2.3. Características del bloque:

Los bloques son utilizados en la elaboración de paredes cuya función es estructural, es decir, soporta a otros elementos estructurales del edificio (columnas, vigas, viguetas). Los bloques utilizados para este trabajo deberán estar condicionados a las características de resistencia, economía y durabilidad (ACI318S-14, 2015).

Según el INEN (servicio ecuatoriano de normalización), La fabricación de bloques de concreto depende del tipo de equipo de producción y de los procesos de curado, almacenamiento y despacho. Los equipos deben ser los adecuados en tamaño, tecnología y costos para el medio que se va a suministrar o el proyecto que se va a construir. Adicionalmente se debe cuidar lo siguiente (ACI318S-14, 2015):

- Los agregados deben ser de buena calidad, limpios, y con la granulometría correcta según el espesor de las paredes y tabiques de los bloques y la resistencia y la textura esperadas (ACI318S-14, 2015).
- Los otros materiales también se deben escoger con cuidado como los cementos, aditivos, agregados, lo mismo que la forma de mezclarlos y su relación entre costo y efectividad (ACI318S-14, 2015).
- La dosificación de los materiales y del agua se debe hacer según las características esperadas para el bloque.
- Los agregados se introducen en una mezcladora, en las cantidades calculadas (en peso), y en una secuencia correcta. Allí se le agrega el agua y el cemento, en las cantidades calculadas.
- Los aditivos se adicionan en forma líquida en la mezcladora o mezclados con agua, en ambos casos, reemplazando parte de ésta.

- Los pigmentos se adicionan en polvo, gránulos o suspensión, directamente a la mezcladora (ACI318S-14, 2015).
- Según el tipo de bloque que se vaya a producir varía el proceso de mezclado en secuencia y duración, hasta obtener el concreto deseado, homogéneo en composición y color.
- La mezcla pasa a una máquina vibro compresora, que moldea las unidades con vibración y compresión, usando moldes precisos.
- Las unidades salen de la máquina sobre placas de acero, que se llevan a una cámara de curado, donde se colocan en estanterías y se les aplica humedad por micro aspersión de agua durante 24 horas (ACI318S-14, 2015).
- Las unidades, que salen secas de las cámaras, se acomodan sobre estibas conformando cubos, los cuales se forran con láminas de plástico “estirable” para poder manejarlas más eficientemente.
- Los bloques se almacenan, y se continúa su curado hasta que las unidades alcancen la resistencia adecuada (ACI318S-14, 2015).

2.4. Los bloques de hormigón se clasifican, de acuerdo a su uso, en cinco clases, como se indica en la tabla.

Tabla 1: Clases de bloques

CLASE	USO
A	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.
B	Paredes exteriores de carga, con revestimiento.
	Paredes interiores de carga, con o sin revestimiento.
C	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.
D	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento.
	Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento.

Fuente: Castro, M y Medina, C. (2008)

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Al momento de su entrega en obra, los bloques deben cumplir con los requisitos físicos establecidos y determinados según el ensayo establecido en la norma NTE INEN 639(actual 3066) (Castro & Cajas, 2008).

La resistencia a la compresión está especificada para ser alcanzada a los 28 días de producidos los bloques; pero se pueden pegar en el muro a edades menores cuando se tenga un registro sobre la evolución de la resistencia de bloques de iguales características, y éste indique que alcanzarán dicha resistencia, lo que no exime de la verificación directa de la calidad de los bloques (Castro & Cajas, 2008).

2.5 Dimensiones:

Si las dimensiones (medidas) de los bloques son variables, se altera el espesor de los muros y del mortero de pega, y se modifican sus características estructurales y constructivas (apariencia final del muro, niveles de enrase, alineación de juntas, acabados adicionales, etc.). Para evitar esto, el sistema de bloques de concreto es rigurosamente modular y, por su proceso de fabricación, las medidas son muy precisas y constantes; pero deben estar dentro de ciertos límites (Centero & Rodríguez, 2018).

Las dimensiones de los bloques están definidas como: espesor, altura y longitud y se expresan de tres maneras: las dimensiones reales son las que se toman directamente sobre la unidad en el momento de evaluar su calidad; las dimensiones estándar son las designadas por el fabricante en su catálogo (dimensiones de producción), y las dimensiones nominales son las dimensiones estándar más el espesor de una junta de pega, o sea 1 cm. Por ejemplo, un bloque de dimensiones nominales (espesor, altura, longitud) 10 x 20 x 40, tiene unas dimensiones estándar de 9 x 19 x 39, pero sus dimensiones reales podrán ser 9,1 x 18,9 x 39,2, todas las medidas dadas en centímetros (Centero & Rodríguez, 2018).

Absorción:

La absorción es la propiedad del concreto del bloque para absorber agua hasta saturarse. Está relacionada con su permeabilidad o sea la posibilidad de que haya paso de agua a

través de sus paredes. Los límites de la absorción varían con el tipo de concreto del bloque (Centero & Rodríguez, 2018).

Es importante tener la menor absorción posible en el bloque, pues mientras mayor sea, más agua succionará del mortero de pega y de inyección, y se puede reducir la hidratación del cemento en la superficie que los une, perdiendo adherencia y originando fisuras. Por el contrario, bloques totalmente impermeables evitan el intercambio de humedad y la creación de una superficie de adherencia, resultado en uniones de baja resistencia, con fisuras permeables al agua (Centero & Rodríguez, 2018).

Una absorción baja reduce la entrada de agua y de contaminantes en el bloque, mejorando su durabilidad. Como la absorción es inversamente proporcional a resistencia a la compresión, por lo general es mayor para las unidades de menor resistencia (Centero & Rodríguez, 2018).

Contenido de humedad:

El contenido de humedad no es una propiedad del concreto del bloque sino un nivel de presencia de humedad dentro de su masa, intermedia entre saturación y estado seco al horno. Se determina mediante el ensayo correspondiente descrito en la NTE INEN 639, Mientras menos humedad tengan los bloques en el momento de pegarlos en el muro, y permanezca así, menos riesgo habrá de que aparezcan fisuras en los muros (aplicaciones, 2017).

2.6 Cemento:

El cemento Portland debe su nombre a la semejanza, en color y calidad, con la piedra de Portland, una caliza obtenida de una cantera en Dorset, Inglaterra. Este cemento empezó a ser desarrollado por Joseph Aspin, en 1824, (aplicaciones, 2017).

El cemento portland es un ligantes hidráulico inorgánico, polifásico artificial, que se obtiene a partir de un producto intermedio denominado Clinker, el cual se produce mediante la cocción a , aproximadamente, 1480 °C, generalmente en hornos rotatorios, de una mezcla en proporciones preestablecidas de carbonato de calcio (caliza) y de un aluminosilicatos (arcillas o margas) u otros materiales de una composición global similar y con la reactividad suficiente, previamente molidos y homogeneizados. Durante el proceso de cocción se produce una fusión parcial y una recombinación de los

componentes de las materias primas dando lugar a nódulos de Clinker de 5-50 mm (aplicaciones, 2017).

De diámetro, que esencialmente consisten en silicatos de calcio hidráulicos. Posteriormente el Clinker mezclado con un 5 % de yeso (sulfato de calcio deshidrato) se somete a un proceso de molienda del cual resulta el cemento portland (aplicaciones, 2017).

El cemento portland debe cumplir con los respectivos requisitos químicos establecidos en la norma de ensayo aplicable que se basan prácticamente para que tengan una moderada resistencia y que no desarrolle una expansión superior al 0,020% a los 14 días. Se debe realizar un ensayo de calor de hidratación a los 7 días, utilizando la NTE INEN199, por lo menos una vez cada seis meses. Tal ensayo no debe ser usado para aceptación o rechazo del cemento, pero los resultados deben ser reportados con propósitos de información (aplicaciones, 2017).

Se empleará Cemento Portland tipo I, bajo la Norma INEN 152 (ASTM C-150) o tipo 1P, 1PM, P bajo la Norma INEN 490 (ASTM 595) mientras el proyecto no defina uno específico (aplicaciones, 2017).

Tipo I: Para ser utilizado cuando no se requieren las propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo (aplicaciones, 2017).

Arena:

Según las normativas vigentes la arena se ha clasificado de la siguiente manera:

Arena normalizada:

Arena de sílice, compuesta en su mayoría de granos de cuarzo casi puro, redondeados naturalmente (aplicaciones, 2017).

La arena normalizada debe cumplir los requisitos de la siguiente tabla, en lo que respecta a la gradación, a la fuente de arena, y a la ausencia de características indeseables que incorporen aire (aplicaciones, 2017).

Tabla 2:arena requisitos

Características		
Gradación, porcentaje pasante del tamiz:	Arena 20 – 30	Arena Gradada
1,18 mm (No. 16)	100	100
850 μm (No. 20)	85 a 100	
600 μm (No. 30)	0 a 5	96 a 100
425 μm (No. 40)		65 a 75
300 μm (No. 50)		20 a 30
150 μm (No. 100)		0 a 4
Diferencia en el contenido de aire en morteros elaborados con arena lavada y sin lavar, % máx. de aire a	2,0	1,5 b
Fuente de arena	Ottawa, IL o LeSuer, MN	Ottawa, IL

a Esta determinación es necesaria cuando se sospecha la contaminación de la arena.

b La resistencia a la compresión en morteros según NTE INEN 488 (arena normalizada gradada), fabricados cuando se usa

el cemento especificado en NTE INEN 152, NTE INEN 490 y NTE INEN 2380, puede reducirse aproximadamente un 4 %

por cada porcentaje de aire en el cubo compactado. Sin embargo, pueden ser necesarias hasta tres amasadas con arena

lavada y tres amasadas de arena sin lavar, para detectar una diferencia del 7 % en la resistencia entre morteros elaborados con arena lavada y otros sin lavar.

Fuente: Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (2015)
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

2.7 Agregados:

Los agregados son un componente importante de los bloques, consisten en el 85 al 90 % de la unidad; deben tener la posibilidad de aglutinarse por medio del cemento hidráulico para formar un cuerpo sólido, por lo que es muy importante su limpieza y durabilidad (Cátedra de Ingeniería Rural, 2017).

La limpieza implica que estén libres de arcillas, tierra negra, sedimentos y otros materiales orgánicos como raíces, cortezas, astillas de madera, hojas y otros materiales nocivos. La durabilidad implica que tengan partículas suaves o deleznable que se desintegren en el proceso de fabricación o al estar expuestas a las condiciones climáticas (lluvia, mojado, secado.) (Cátedra de Ingeniería Rural, 2017).

El tamaño de los agregados juega un papel muy importante en la dosificación de la mezcla y se determina pesando una muestra de agregado seco que se hace pasar a través de una serie de tamices. La proporción en que se encuentran los granos de distintos tamaños, expresados en tanto por ciento, constituye la composición de la granulometría de la muestra (Cátedra de Ingeniería Rural, 2017).

Dicha proporción hace referencia a la cantidad de agua en los agregados como es del 1 hasta el 10 o 12 % en arenas normales, y hasta más del 30 % en arenas pómez. Si se proporciona por masa (peso) deben pesarse mayores cantidades de material para compensar el agua (Cátedra de Ingeniería Rural, 2017).

Para la cantidad de finos y gruesos que debe llevar una mezcla es importante especificar los límites de gradación y el tamaño del agregado. La gradación y el tamaño del agregado afectan la relativa proporción de los mismos, como también los requerimientos de cemento y agua, trabajabilidad, economía, porosidad y absorción de los bloques de concreto (Cátedra de Ingeniería Rural, 2017).

El módulo de finura es un índice numérico, proporcional al tamaño promedio de las partículas de un agregado dado; mientras más grueso es el agregado, mayor es el módulo de finura, y mientras más fino, menor es dicho módulo. Este se calcula sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices estándares números: 100, 50, 30, 16, 8, 4, 3/8", 3/4", 1 1/2", 3", 6" y dividiendo la suma para 100 (Cátedra de Ingeniería Rural, 2017).

El rango del módulo de finura de la arena es de 2.3 a 3.1. Si el módulo de finura de una arena es de 2.3 se trata de una arena fina; y si el modulo se encuentra entre 2.3 a 3.1 se trata de una arena mediana. Y si el modulo es mayor de 3.1 se trata de una arena gruesa.

Al considerar el módulo de finura y la gráfica de límites, se puede realizar el proporcionamiento de agregados tanto por volumen como por masa. Debe indicarse que el parámetro es útil para evaluar el consumo de pasta de cemento que se pueda emplear en morteros o concretos, porque dependiendo del tamaño de las arenas se requerirá más o menos pasta para rodear las partículas (Civil, 2016).

Los agregados que se utilicen en la elaboración de los bloques de hormigón deben cumplir con los requisitos de la norma INEN 872 y además pasar por un tamiz de abertura nominal de 10mm (Civil, 2016).

Agua

Agua: Según las normas INEN (servicio ecuatoriano de normalización) vigentes el agua se ha clasificado de la siguiente manera:

Agua Mineral: Agua que contiene más sustancias minerales que el agua potable normal (Civil, 2016).

Agua mineral natural: Es el agua obtenida directamente de fuentes naturales, que se caracteriza por el contenido en sales minerales, presencia de oligoelementos, recogidas en condiciones que garanticen su pureza bacteriológica original, envasadas en la fuente en condiciones higiénicas sanitarias (Civil, 2016).

Agua natural: Es aquella proveniente de fuentes naturales, tales como ríos, lagos, manantiales y otros (Civil, 2016).

Agua Potable: Aquella cuyo uso y consumo no causa efectos nocivos al ser humano, para lo cual debe cumplir con los requisitos que establece el Reglamento y las Normas internacionales (Civil, 2016).

Tabla 3: Clasificación de los bloques huecos de hormigón y resistencia mínima a la compresión.

Tipo	Uso	Resistencia mínima a la compresión (MPa)* a los 28 días.
A	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.	6
B	Paredes exteriores de carga, con revestimiento. Paredes interiores de carga, con y sin revestimiento.	4
C	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.	3
D	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento. Paredes divisorias interiores, con y sin revestimiento.	2.5
E	Losas alivianadas de hormigón armado.	2

Fuente: El Constructor Civil (2016)

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

1MPa=10.20 kg/cm².

Actualmente el INEN modifico la norma INEN 639, por la actual INEN 3066, en la cual el cuadro de los tipos de resistencia mínima a la compresión simple se redujo a lo siguiente:

Tabla 4: Tipos de resistencia mínima a la compresión simple

Descripción	Resistencia neta mínima a la compresión simple (MPa)*		
	Clase A	Clase B	Clase C
Promedio de 3 bloques	13,8	4,0	1,7
Por bloque	12,4	3,5	1,4
* 1 MPa = 10,2 kg/cm ²			

Fuente: INEM 3066, pag. 2 (2016).

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

2.8 Proceso para la elaboración de bloques

En nuestro país los bloques de manera artesanal tienen un proceso de elaboración poco regularizado, es decir, cumplen con muy poco control riguroso de calidad y su producción es menor que la industrial. Existen varios lugares donde se elaboran bloques de hormigón de manera artesanal, con la finalidad de satisfacer en menor escala la demanda del sector de la construcción, actualmente en nuestro medio no existen empresas dedicadas a la fabricación artesanal de los bloques con residuos reciclados de plástico y caucho (Centero & Rodríguez, 2018).

Bloques para mampostería

Un bloque de hormigón es una “pieza prefabricada de hormigón simple, elaborada con cemento hidráulico, agua, áridos finos y gruesos, con o sin aditivos, en forma de paralelepípedo, con o sin huecos en su interior” (NTE INEN 3066, pág. 2, 2016). Por otro lado (Centero & Rodríguez, 2018).

complementan que, en un bloque prefabricado de hormigón, el área neta es menor en un 75% o más del área bruta y las dos secciones son medidas en un mismo plano paralelo a la celda hueca del bloque (Centero & Rodríguez, 2018).

Partes del Bloque

En la Figura 1 se puede apreciar la nomenclatura de las partes de un bloque de hormigón dónde “l” es el largo, “a” el ancho, “h” la altura, “Ep” el espesor de la pared, el cual debe ser el mismo en los dos extremos del bloque y “Et” el espesor del tabique interior y exterior (Centero & Rodríguez, 2018).

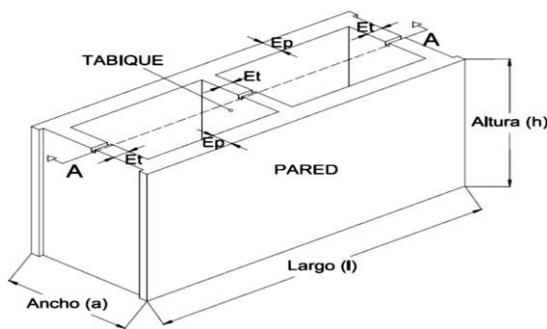


Figura 1: Nomenclatura bloque

Fuente: Centeno, S y Romero, B. (2018)

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Medidas para la elaboración del bloque

Para nuestro proyecto de titulación se elaboró un bloque con las siguientes medidas, longitud 40 cm, altura 20 cm, espesor 10 cm, comprende 3 huecos en el interior del bloque (Centero & Rodríguez, 2018).

Materias primas para la elaboración del bloque

Las materias primas para la elaboración de nuestro bloque del proyecto de titulación son, cemento, arena, cisquillo, agua (Centero & Rodríguez, 2018).

Cemento

El hormigón a utilizarse en la elaboración del boque estará regido con los siguientes materiales, según la norma INEN 638 (Centero & Rodríguez, 2018).

*Cemento portland, que cumpla la norma INEN 152, “Cemento portland. Requisitos” y la norma INEN 1548, “Cemento portland especial. Requisitos”.



Figura 2: Funda de cemento Holcim
Fuente: Google (2022)

*Áridos finos(arena), que cumpla con la norma INEN 872, “Áridos para hormigón. Requisitos”.



Figura 3: Arena
Fuente: Google (2022)

*Agua dulce limpia, que cumpla con la norma INEN 2169, “Calidad de agua. Muestreo, manejo y conservación de muestras”.

Marco conceptual

Pared: Construcción de superficie continua, levantada perpendicular al suelo, con las dimensiones adecuadas para cerrar o dividir un espacio, sostener una techumbre o proteger una zona (Diccionario de la lengua española, 2005).

Resistencia: la resistencia es entendida como la acción o capacidad de aguantar, tolerar

Bloque: El bloque (unidad de mampostería de perforación vertical), es un prisma recto de concreto, prefabricado, con una o más perforaciones verticales, que se usa para construir mamposterías (por lo general muros). Esto implica que sus 6 lados deben formar ángulos rectos con los demás, y que sus perforaciones deben tener, al menos, una cuarta parte (25%) de su área bruta (la que resulta de multiplicar la longitud x el ancho del bloque). Se y es responsable, en muy buena medida, de las características mecánicas y estéticas de dichas mamposterías (Diccionario de la lengua española, 2005)..

Cemento: El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua (Diccionario de la lengua española, 2005).

Mezclado con agregados pétreos y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo, denominada hormigón o concreto. Su uso está muy generalizado en construcción. Cuenta con propiedades adhesivas y cohesivas las cuales dan la capacidad de aglutinar otros materiales para formar un todo, sólido y compacto (Diccionario de la lengua española, 2005)..

Arena: Materia constituida por pequeños granos de mineral desprendidos de las rocas y acumulados en playas, márgenes de ríos o formando capa sobre un terreno (Diccionario de la lengua española, 2005).

Agregado: cualquier material mineral duro o inerte en forma de partículas graduadas o fragmentos, también se les llama áridos, siendo éste un nombre genérico para distintos conjuntos de partículas minerales de diferentes tamaños que provienen de la fragmentación natural o artificial de las rocas (Diccionario de la lengua española, 2005)..

Agua: Sustancia líquida sin olor, color ni sabor que se encuentra en la naturaleza en estado más o menos puro formando ríos, lagos y mares, ocupa las tres cuartas partes del planeta Tierra y forma parte de los seres vivos; está constituida por hidrógeno y oxígeno (H₂O) (Diccionario de la lengua española, 2005).

3 Marco Legal:

Para la elaboración del bloque debemos cumplir con las siguientes normativas: NORMA NTE INEN 3066: Esta norma habla sobre bloques de hormigón, sus dimensiones y tipos de materiales que pueden usarse. Procedimientos como el sumergido de la muestra durante 24 horas para determinar su masa, el secado que debe de ser entre 100° C Y 115° C durante 24 horas y procedimientos para hacer los ensayos de compresión, uso y distribución de la carga en la compresora. NORMA NTE INEN 643: Esta norma habla de los requisitos físicos que debe pasar a prueba los bloques, como el hecho de estar enteros, libres de fisuras y otros defectos que puedan comprometer o perjudicar la construcción además de que solo el 5% de los bloques pueden presentar pequeñas fisuras que no superen los 25mm.

Bloque: la elaboración del bloque cuenta con las siguientes normativas:

NORMA NEC-SE-HM (bloque).

NORMA ASTM A820, ASTM C1609 y ACI 544.

NORMA NTE INEN 638 bloques huecos de hormigón. definiciones, clasificación y condiciones generales.

NORMA NTE INEN 643 bloques huecos de hormigón. requisitos.

NORMA NTE INEN 3066 bloques de hormigón. requisitos y métodos de ensayo.

NORMA ASTM C90 – 14 standard specification for loadbearing concrete masonry units. american societyfor testing and materials. USA 2014.

NORMA UNE EN 771 – 3 especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. parte 3: bloques de hormigón (áridos densos y ligeros). asociación española de normalización y certificación. España 2011.

NORMA ASTM C129:2014, standard specification for nonloadbearing concrete masonry units.

NORMA ASTM C140:2016, standard test methods for sampling and testing concrete masonry units and related units.

NORMA NTE INEN 152 2012 cemento portland.

NORMA NTE INEN 1806 cemento para mampostería. requisitos.

NORMA NTE INEN 873 arena normalizada. requisitos.

NORMA NTE INEN 1882:2013 agua. definiciones.

Cemento: la elaboración del cemento cuenta con las siguientes normativas:

NORMA NTE INEN 152 2012 cemento portland.

NORMA NTE INEN 1806 cemento para mampostería.

NORMA NTE INEN 153 2012 cemento, muestreo y ensayo.

NORMA NTE INEN 198 cemento, determinación de la resistencia a la flexión y a la compresión de morteros.

NORMA ASTM C 1329 norma de especificaciones para mortero de cemento.

NORMA ASTM C 91:2012, standard specification for masonry cement.

Arena: la elaboración de la arena cuenta con las siguientes normativas:

NORMA NTE INEN 873 arena normalizada. requisitos.

NORMA ASTM C 778-13, standard specification for standard sand.

Agua: El agua debe cumplir con las siguientes normativas:

NORMA NTE INEN 1882:2013 agua. definiciones.

NORMA NTE INEN 1108 agua potable. requisitos.

NORMA NTE INEN 2169:2013 agua. calidad del agua. muestreo. manejo y conservación de muestras.

NORMA NTE INEN-ISO 7887:2013 calidad de agua – examen y determinación de color (idt).

NORMA ISO 7875-1 water quality - determination of surfactants.

NORMA INTERNATIONAL STANDARD. ISO 6107 – 8. 2001. water quality

Mampostería: La mampostería debe cumplir con las siguientes normativas:

NORMA NTE INEN 2518:2010 mortero para unidad de mampostería requisitos.

NORMA NTE INEN 2536:2010 áridos para uso en morteros para mampostería requisitos.

NORMA NTE INEN 2619:2012 bloques huecos de hormigón para mampostería refrentado para ensayo y compresión.

NORMA ASTM C140 método de ensayo para el muestreo y ensayos de unidades de mampostería de hormigón.

NORMA NEC-SE-HM (bloque).

NORMA ASTM A820, ASTM C1609 y ACI 544.

NORMA NTE INEN 638 bloques huecos de hormigón. definiciones, clasificación y condiciones generales.

NORMA NTE INEN 643 bloques huecos de hormigón. requisitos.

NORMA NTE INEN 3066 bloques de hormigón. requisitos y métodos de ensayo.

NORMA ASTM C90 – 14 standard specification for loadbearing concrete masonry units. american society for testing and materials. USA 2014.

NORMA UNE EN 771 – 3 especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. parte 3: bloques de hormigón (áridos densos y ligeros). asociación española de normalización y certificación. España 2011.

NORMA ASTM C129:2014, standard specification for nonloadbearing concrete masonry units.

NORMA ASTM C140:2016, standard test methods for sampling and testing concrete masonry units and related units.

NORMA NTE INEN 152 2012 cemento portland.

NORMA NTE INEN 1806 cemento para mampostería. requisitos.

NORMA NTE INEN 873 arena normalizada. requisitos.

NORMA NTE INEN 1882:2013 agua. Definiciones.

CAPÍTULO III

4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

a. Enfoque de la investigación

El enfoque de nuestro proyecto de titulación es cuantitativo por que se analiza por medio de mediciones numéricas (Mendoza & Soria, 2022).

b. Alcance de la investigación

El alcance de nuestro proyecto de investigación es exploratorio al variar las cantidades de nuestras variables y medir los resultados (Mendoza & Soria, 2022).

c. Técnica e instrumentos para obtener los datos

La técnica de la investigación se logra por medio del laboratorio de hormigón en el cual se elabora el bloque para realizar los ensayos correspondientes como es el de compresión y absorción (Mendoza & Soria, 2022).

Los instrumentos son los equipos del laboratorio tales cual como:

- Las balanzas



Figura 4: Balanza digital Laboratorio Arnaldo Ruffini.
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 5: Balanza del laboratorio Arnaldo Rufilli
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 6: Las bandejas y reservorios para medir líquidos
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 7: Reservorio plástico medidor de líquidos del laboratorio Dr. Ing. Arnaldo Rufilli
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 8: Cucharón de despacho de acero
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 9: Bloquera artesanal
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 10: Prensa hidráulica para medir resistencia (VERSATESTER 30M)
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

4.1 Metodología descriptiva y esquemática para la fabricación de prototipos de bloques de hormigón simple sin adición de concha de coco para obtención de valores referenciales de comparación.

Partimos de un diseño previo de hormigón para determinar la resistencia a la compresión con la cual vamos a desarrollar los prototipos de bloques (Mendoza & Soria, 2022).

Tabla 5: Diseño de hormigón para resistencia a la compresión $f'c=280\text{kg/cm}^2$

DISEÑO DE HORMIGON HIDRAULICO			
OBRA:	LOCALIZACION: GUAYAQUIL		
ORDENADO POR: SR. FREDDY SORIA			Fecha: 10/4/2022
Grava:	Arena:	Resistencia a la compresión $f'c$ (k/cm ²): 280	
	5 cm		
Revenimiento pedido:	T.Máx.= 3/8		
AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO		
P.V.V. = 1739 k / m ³	P.V.S. = 1421 k / m ³		
P.V.S. = 1425 k / m ³	Ds.s.s. = 2564 k / m ³		
D.s.s.s.= 2777 k / m ³	M.F. = 3		
Absorción = 2,02 %	Absorción = 3,13 %		
Abs.real = 2,22 %	Abs.real = 3,33 %		
a/c = 0,52			
Agua (litros) 207	cemento (k/m ³): 420,1701923	# sacos /m ² :	8,403
Aire (%) : 1	Coeficiente V.A.G.C.: 0,44		
V.Total de agua: 218,49			
VOLUMEN PARA 1 m³ DE HORMIGON	PESO EN KG. PARA 1 m³ DE HORMIGON		
CEMENTO 0,133 m3	CEMENTO: 420,17 kg.		
AGUA: 0,218 m3	AGUA: 218,49 kg.		
PIEDRA: 0,276 m3	ARENA: 654,46 kg.		
AIRE: 0,01 m3	PIEDRA: 1063,242 kg.		
ARENA: 0,363 m3	2356,361		
P+A: 0,638 correccion	0,255 mín. de arena		
Piedra: 0,383			
PESO EN KG. PARA 1 SACO DE CEMENTO	VOLUMEN SUELTO		
CEMENTO: 45 KG	ARENA: 0,0488 m ³		
AGUA: 23 KG	PIEDRA: 0,0790 m ³		
ARENA: 69,335 KG			
PIEDRA: 112,642 KG			
NUMERO DE CAJONETAS DE 0.40 X 0,40 X 0,20 m..			
ARENA: 1,52			
PIEDRA: 2,47			
AGUA: 23,14705244 litros			
(Parihuela de 0.40x040x0.20) Vol agua = 23 Litros			

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Siguiendo los parámetros de la norma NTE INEN 3066, procedemos a dosificar en referencia a los datos del diseño de hormigón, la cual consta de una resistencia a la compresión $f'c=280\text{kg/cm}^2$. Lo primero que se va a realizar es determinar un rendimiento teórico en base a una proyección de 13 bloques por cada saco de cemento, lo que cubriría aproximadamente 1m² de mampostería (Mendoza & Soria, 2022).

Tomamos los datos referenciales de la tabla-1, específicamente en peso por Kilogramo o rendimiento para un saco de cemento, los cuales son valores con los que

se va a trabajar por ser un proyecto experimental a baja escala de producción. Continuamos dividiendo en trece partes el peso mencionado, tanto de cemento, como agua, arena y piedra respectivamente, obteniendo los siguientes valores (Mendoza & Soria, 2022):

Tabla 6: Peso de material a usarse para bloque de hormigón sin adición de concha de coco

PESO EN KG PARA 1 SACO DE CEMENTO		
PESO DEL MATERIAL DIVIDIDO EN 13 UNIDADES		
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO	3,46	KG
AGUA	1,76	KG
ARENA	5,30	KG
PIEDRA	8,61	KG

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

4.2 Proceso de fabricación de bloque de hormigón sin adición de concha de coco

Una vez obtenidos los valores óptimos para dosificar, se procede a construir cuatro bloques de hormigón para posterior realizar el ensayo de compresión por edad (7, 14, 21, 28 días), sin adición de la concha de coco (Mendoza & Soria, 2022).

El proceso de la construcción del bloque se inicia pesando en una balanza digital las dosis de cada material según como muestra la tabla en la tabla-2. 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 (Mendoza & Soria, 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 (Mendoza & Soria, 2022).



Figura 11: dosificación de agregado fino (arena) para bloque de hormigón sin adición de concha de coco.
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

En segundo lugar, procedemos a pesar el agregado grueso, pasante tamiz 10mm (piedra triturada 3/8´´). Obtenido el peso de la misma, se coloca encima de la arena para el posterior mezclado.



Figura 12: Dosificación de agregado grueso (piedra triturada 3/8´´) para bloque de hormigón sin adición de concha de coco
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

De la misma manera se procede a pesar el cemento según la tabla de dosificación fig-2. 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 GU (Mendoza & Soria, 2022).



Figura 13: Dosificación de cemento para bloque de hormigón sin adición de concha de coco
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (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 14: Preparación de hormigón para bloques de hormigón simple
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Una vez hidratada la masa de hormigón se procede a colar en la bloquera manual previamente adobada con aceite automotriz quemado para evitar la adherencia del hormigón a las paredes de acero y que el prototipo no se deforme. Se colará en tres partes iguales. Por cada capa vertida de hormigón en la bloquera, se debe compactar manualmente con una placa de acero. La cual apretará las partículas, homogenizando la mezcla (Mendoza & Soria, 2022).



Figura 15: Colado de hormigón en bloquera

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Como nota importante, después del primer colado y compactado introducir las muecas de la bloquera para dejar los vacíos del bloque, todo este proceso es manual, después del tercer colado y compactado dejar reposar por un lapso mínimo de 5 minutos para que no se deforme el interior del bloque y sus entradas queden intactas. Una vez terminado el proceso de fabricación del bloque de hormigón se debe esperar aproximadamente de 7 a 10 minutos para poder liberar el molde de la bloquera (Mendoza & Soria, 2022).



Figura 16: Compactación de bloque

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 17: Bloques recién fabricado
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

4.3 Curado del bloque

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 (Mendoza & Soria, 2022).



Figura 18: Bloques sumergidos en agua para curado
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

4.2 Muestreo y ensayos de bloques 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 3066. Se cuenta con un lote de 4 bloques por edad (16 en total) (Mendoza & Soria, 2022).

Después de haber realizado los ensayos se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 7: Valor promedio de resistencia a la compresión en bloque de hormigón sin concha de coco a la edad de 7 días.

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	17 DE MAYO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	7 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
A1	5.900,00	229,50	25,71	2,52	2,56
A2	6.360,00	229,50	27,71	2,72	
A3	5.510,00	229,50	24,01	2,35	
A4	6.060,00	229,50	26,41	2,59	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Tabla 8: Valor promedio de resistencia a la compresión en bloque de hormigón sin concha de coco a la edad de 14 días

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	24 DE MAYO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	14 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
B1	7.880,00	229,50	34,34	3,37	3,29
B2	8.060,00	229,50	35,12	3,44	
B3	7.510,00	229,50	32,72	3,21	
B4	7.360,00	229,50	32,07	3,15	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Tabla 9: Valor promedio de resistencia a la compresión en bloque de hormigón sin concha de coco a la edad de 21 días

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	31 DE MAYO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	21 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
C1	9.310,00	229,50	40,57	3,98	3,97
C2	9.240,00	229,50	40,26	3,95	
C3	9.110,00	229,50	39,69	3,89	
C4	9.460,00	229,50	41,22	4,04	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Tabla 10: Valor promedio de resistencia a la compresión en bloque de hormigón sin concha de coco a la edad de 28 días

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	7 DE JUNIO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	28 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
D1	9.710,00	229,50	42,31	4,15	4,14
D2	9.560,00	229,50	41,66	4,09	
D3	9.610,00	229,50	41,87	4,11	
D4	9.860,00	229,50	42,96	4,21	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

4.5 Metodología descriptiva y esquemática para la fabricación de prototipos de bloques de hormigón implementando concha de coco.

Para la fabricación de los prototipos de bloque con adición de concha de coco, se elaborarán cuatro muestras por edad (7,14,21,28 días), dando así la cantidad de 16 bloques para cada porcentaje añadido (Mendoza & Soria, 2022).

4.6 Proceso gráfico de la fabricación de bloque de hormigón adicionando concha de coco

Obtenidos los ensayos de los prototipos 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 fig-2, para realizar la adición de concha de coco triturada (partículas pasante tamiz 10mm). 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 3/8´´). 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 al mostrado en el (3.3.1.1), 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 (Mendoza & Soria, 2022).



Figura 19: Dosificación de agregado fino (arena) para bloque de hormigón con adición de concha de coco.

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 20: Dosificación de agregado grueso (piedra triturada 3/8´´) para bloque de hormigón con adición de concha de coco.

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 21: Dosificación de cemento para bloque de hormigón con adición de concha de coco.

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 22: Trituración manual de concha de coco
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 23: Pesado de concha de coco
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 24: Vaciado de agregados incluyendo concha de coco
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 25: Preparación de hormigón para bloques con adición de concha de coco
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 26: Fabricación de bloque de hormigón con adición de concha de coco
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 27: Curado de bloques con adición de concha de coco
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 28: Bloques ya elaborados.
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

4.7. Prototipo de bloque utilizando concha de coco al 10%

Para poder fabricar los prototipos de bloques, tomamos en cuenta el diseño de hormigón previo fig-1. Donde se hace referencia a valores obtenidos para un saco de cemento. Este prototipo contará con una adición del 10% de concha de coco triturada de tamaño no mayor a 10 mm, mismo valor que será descontado del valor del agregado grueso (piedra triturada). Se procede a realizar los prototipos con los diferentes pesos (Mendoza & Soria, 2022).

Tabla 11: Diseño de hormigón para prototipo de bloque reemplazando el 10% de concha de coco por agregado grueso (piedra triturada)

PESO EN KG PARA 1 SACO DE CEMENTO		
PESO DEL MATERIAL DIVIDIDO EN 13 UNIDADES		
ADICION DE CONCHA DE COCO AL 10%		
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO	3,46	KG
AGUA	1,76	KG
ARENA	5,30	KG
PIEDRA	7,75	KG
CONCHA DE COCO 10%	0,86	KG

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 29: Peso del agregado grueso (piedra triturada) menos el 10% según diseño.
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Ya obtenido el peso descontado del agregado grueso (piedra triturada), continuamos pesando la concha de coco en valor correspondiente al 10% faltante para posteriormente adicionarlo a nuestra mezcla de hormigón para la fabricación de los prototipos de bloques (Mendoza & Soria, 2022).



Figura 30: Peso de la concha de coco en valor correspondiente al 10% del agregado grueso
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

4.8 Prototipo de bloque utilizando concha de coco al 15%

Basándonos en el procedimiento anterior que corresponde a la adición de coco triturado al 10%. Repetimos los pasos solo con la particularidad de reemplazar ahora el 15% del valor del agregado grueso (piedra triturada) por concha de coco.

De la misma manera reemplazamos el porcentaje a utilizar en este prototipo que corresponde al 15% y para los demás agregados mantenemos los mismos porcentajes obtenidos en el diseño de hormigón previo (Mendoza & Soria, 2022).

Tabla 12: Diseño de hormigón para prototipo de bloque reemplazando el 15% de concha de coco por agregado grueso (piedra triturada)

PESO EN KG PARA 1 SACO DE CEMENTO		
PESO DEL MATERIAL DIVIDIDO EN 13 UNIDADES		
ADICION DE CONCHA DE COCO AL 15%		
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO	3,46	KG
AGUA	1,76	KG
ARENA	5,30	KG
PIEDRA	7,32	KG
CONCHA DE COCO 15%	1,29	KG

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 31: Peso del agregado grueso (piedra triturada) menos el 15% según diseño

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 32: Peso de la concha de coco en valor correspondiente al 15% del agregado grueso.
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

4.9 Prototipo de bloque utilizando concha de coco al 20%

Con la misma metodología continuamos el proceso constructivo de los prototipos de bloque, esta vez adicionando el 20% de concha de coco.

Tabla 13: Diseño de hormigón para prototipo de bloque reemplazando el 20% de concha de coco por agregado grueso (piedra triturada).

PESO EN KG PARA 1 SACO DE CEMENTO		
PESO DEL MATERIAL DIVIDIDO EN 13 UNIDADES		
ADICION DE CONCHA DE COCO AL 20%		
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO	3,46	KG
AGUA	1,76	KG
ARENA	5,30	KG
PIEDRA	6,88	KG
CONCHA DE COCO 20%	1,72	KG

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 33: Peso del agregado grueso (piedra triturada) menos el 20% según diseño
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 34: Peso del agregado grueso (piedra triturada) menos el 20% según diseño
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

4.10 Prototipo de bloque utilizando concha de coco al 25%

Terminamos con el proceso de elaboración de prototipos adicionando el 25% con concha de coco en reemplazo de agregado grueso (piedra triturada).

Tabla 14: Diseño de hormigón para prototipo de bloque reemplazando el 25% de concha de coco por agregado grueso (piedra triturada)

PESO EN KG PARA 1 SACO DE CEMENTO

PESO DEL MATERIAL DIVIDIDO EN 13 UNIDADES

ADICION DE CONCHA DE COCO AL 25%

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO	3,46	KG
AGUA	1,76	KG
ARENA	5,30	KG
PIEDRA	6,46	KG
CONCHA DE COCO 25%	2,15	KG

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 35: Peso del agregado grueso (piedra triturada) menos el 25% según diseño.

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 36: *Peso* del agregado grueso (piedra triturada) menos el 25% según diseño
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

4.11 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 Rufilli. Donde previamente los prototipos fueron medidos y pesados. Para efectuar este ensayo tenemos 16 prototipos. De los cuales se procederá a romper por unidad determinando la edad (7,14,21,28 días) y por adición de concha de coco (10%, 15%, 20% y 25% respectivamente) (Mendoza & Soria, 2022).



Figura 37: Prototipos de bloques por porcentaje de adición de concha de coco para ensayar
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Siguiendo los parámetros de la norma NTE INEN 3066 se realiza el ensayo con una prensa hidráulica (VERSATESTER 30M). La cual necesita dos planchas metálicas

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. Adicional a ello se coloca un suple metálico para que la placa metálica superior sea alcanzada por la prensa hidráulica (Mendoza & Soria, 2022).



Figura 38: Preparación de prensa hidráulica para ensayo a compresión
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

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

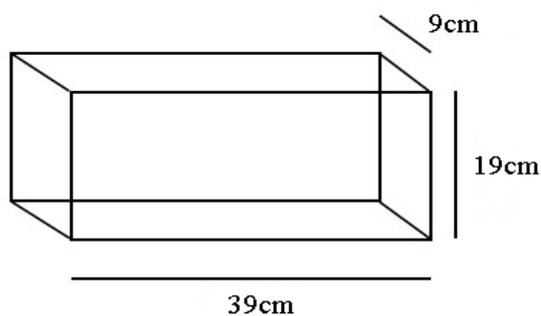


Figura 39: Área de contacto sin entradas = $9\text{cm} \times 39\text{cm} = 351\text{cm}^2$
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

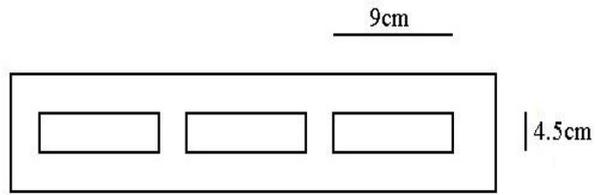


Figura 40: Área de entradas = $4.5\text{cm} \times 9\text{cm} \times 3 = 121.5\text{cm}^2$
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

$$\text{Área de compresión} = 351\text{cm}^2 - 121.5\text{cm}^2 = 229.5\text{cm}^2$$

Ya obtenida el área de compresión procedemos a colocar los prototipos de bloques sobre la placa de acero inferior de la prensa hidráulica (Mendoza & Soria, 2022).



Figura 41: Colocación de prototipo de bloque sobre prensa hidráulica
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 42: Montaje de placa superior y supe metálico.
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Hay que tomar en cuenta que debemos agregar el peso de la plancha y el suple metalico a la carga total, en este caso se lo pesa en una balanza digital dando 10kg que posteriormente se lo vamos a sumar a la carga del ensayo (Mendoza & Soria, 2022).



Figura 43: Montaje de placa superior y suple metálico
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

4.12. Ensayo de rotura a la compresión simple con adición al 10% con concha de coco. Se procede a romper los prototipos de bloques con adición al 10% de concha de coco. Se obtiene el valor máximo de compresión de 10.250 kg. al cual le vamos a sumar 10kg del peso de la plancha y suple metálica de la prensa hidráulica. En este caso nuestro la carga a compresión simple es de 10.260kg (Mendoza & Soria, 2022).



Figura 44: Prototipo de bloque con adición del 10% de concha de coco
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 45: Valor de ensayo por rotura de prototipo de bloque al 10% de adición de concha de coco
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Se realiza la siguiente operación para determinar la carga de rotura de los prototipos de bloques con adición del 10% con concha de coco a la edad de 28 días.

$$\text{Fuerza de rotura} = \frac{10260\text{kg}}{229.5\text{cm}^2} = 44.71 \text{ kg/cm}^2$$

A continuación, se transforma este valor obtenido en kg/cm² (kilogramo sobre centímetro elevado al cuadrado) a Mpa (Megapascal) para llenar tabla de rotura a compresión simple, según requerimiento de la norma NTE INEN 3066 que nos da las directrices para realizar este tipo de ensayos y posteriormente determinar a qué categoría pertenece (Mendoza & Soria, 2022).

$$44.71 \text{ kg/cm}^2 / 10.197 = 4.38 \text{ Mpa}$$



Figura 46: Falla en prototipo de bloque con adición al 10% de concha de coco
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Se obtienen los siguientes resultados de los prototipos de bloques con adición al 10% con concha de coco.

Tabla 15: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 10% a la edad de 7 días

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	18 DE MAYO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	7 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
A1	6.310,00	229,50	27,49	2,70	2,63
A2	6.260,00	229,50	27,28	2,67	
A3	5.910,00	229,50	25,75	2,53	
A4	6.120,00	229,50	26,67	2,62	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Tabla 16: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 10% a la edad de 14 días.

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	25 DE MAYO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	14 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
B1	8.460,00	229,50	36,86	3,62	3,60
B2	8.260,00	229,50	35,99	3,53	
B3	8.510,00	229,50	37,08	3,64	
B4	8.460,00	229,50	36,86	3,62	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Tabla 17: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 10% a la edad de 21 días

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	1 DE JUNIO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	21 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
C1	9.560,00	229,50	41,66	4,09	4,01
C2	9.210,00	229,50	40,13	3,94	
C3	9.060,00	229,50	39,48	3,87	
C4	9.710,00	229,50	42,31	4,15	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Tabla 18: Valor de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 10% a la edad de 28 días.

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	8 DE JUNIO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	28 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
D1	9.760,00	229,50	42,53	4,17	4,27
D2	10.010,00	229,50	43,62	4,28	
D3	10.260,00	229,50	44,71	4,38	
D4	9.960,00	229,50	43,40	4,26	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Realizando este ensayo de reemplazo de concha de coco en porcentaje del 10% por piedra triturada, se percibe un incremento en la resistencia a la compresión simple en un 0.13Mpa en promedio a los 28 días de edad a comparación con la rotura a hormigón simple sin adición de concha de coco (Mendoza & Soria, 2022).

3.3.2.8. Ensayo de rotura a la compresión simple con adición al 15% con concha de coco.

Continuamos rompiendo los prototipos de bloques, ahora con adición al 15% con concha de coco. Se obtiene el valor máximo de compresión de 11.800 kg. al cual le vamos a sumar 10kg del peso de la plancha y supe metálica de la prensa hidráulica. En este caso nuestro la carga a compresión simple es de 11.810kg (Mendoza & Soria, 2022).



Figura 47: Prototipo de bloque con adición del 15% de concha de coco.
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 48: Valor de ensayo por rotura de prototipo de bloque al 15% de adición de concha de coco
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Se realiza la siguiente operación para determinar la carga de rotura de los prototipos de bloques con adición del 15% con concha de coco a la edad de 28 días.

$$\text{Fuerza de rotura} = \frac{11810\text{kg}}{229.5\text{cm}^2} = 51.46 \text{ kg/cm}^2$$

Se continúa transformando este valor obtenido en kg/cm² (kilogramo sobre centímetro elevado al cuadrado) a Mpa (Megapascal) para llenar tabla de rotura a compresión simple, según requerimiento de la norma NTE INEN 3066 que nos da las directrices para realizar este tipo de ensayos y posteriormente determinar a qué categoría pertenece (Mendoza & Soria, 2022).

$$51.46 \text{ kg/cm}^2 / 10.197 = 5.05 \text{ Mpa}$$



Figura 49: Falla en prototipo de bloque con adición al 15% de concha de coco
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Se obtienen los siguientes resultados de los prototipos de bloques con adición al 15% con concha de coco.

Tabla 19: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 15% a la edad de 7 días.

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	18 DE MAYO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	7 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
A1	7.610,00	229,50	33,16	3,25	3,19
A2	7.510,00	229,50	32,72	3,21	
A3	7.260,00	229,50	31,63	3,10	
A4	7.460,00	229,50	32,51	3,19	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Tabla 20: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 15% a la edad de 14 días.

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	25 DE MAYO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	14 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
B1	9.060,00	229,50	39,48	3,87	3,91
B2	9.260,00	229,50	40,35	3,96	
B3	8.910,00	229,50	38,82	3,81	
B4	9.360,00	229,50	40,78	4,00	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Tabla 21: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 15% a la edad de 21 días.

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	1 DE JUNIO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	21 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
C1	10.960,00	229,50	47,76	4,68	4,70
C2	11.260,00	229,50	49,06	4,81	
C3	10.760,00	229,50	46,88	4,60	
C4	11.060,00	229,50	48,19	4,73	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Tabla 22: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 15% a la edad de 28 días

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	8 DE JUNIO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	28 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
D1	11.510,00	229,50	50,15	4,92	4,99
D2	11.810,00	229,50	51,46	5,05	
D3	11.760,00	229,50	51,24	5,03	
D4	11.610,00	229,50	50,59	4,96	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Realizando este ensayo de reemplazo de concha de coco en porcentaje del 15% por piedra triturada, se percibe un incremento en la resistencia a la compresión simple en un 0.72Mpa en promedio a los 28 días de edad a comparación de la rotura de prototipos de bloques de hormigón simple sin adición de concha de coco (Mendoza & Soria, 2022).

4.13 Ensayo de rotura a la compresión simple con adición al 20% con concha de coco.

Continuamos rompiendo los prototipos de bloques, ahora con adición al 20% con concha de coco. Se obtiene el valor máximo de compresión de 14.250 kg. al cual le vamos a sumar 10kg del peso de la plancha y supe metálica de la prensa hidráulica. En este caso nuestro la carga a compresión simple es de 14.260kg.



Figura 50: Prototipo de bloque con adición del 20% de concha de coco
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 51: Valor de ensayo por rotura de prototipo de bloque al 20% de adición de concha de coco
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Determinamos la carga de rotura de los prototipos de bloques con adición del 20% con concha de coco a la edad de 28 días.

$$\text{Fuerza de rotura} = \frac{14260\text{kg}}{229.5\text{cm}^2} = 62.14 \text{ kg/cm}^2$$

Procedemos a transformar este valor obtenido en kg/cm^2 (kilogramo sobre centímetro elevado al cuadrado) a Mpa (Megapascal) para llenar tabla de rotura a compresión simple, según requerimiento de la norma NTE INEN 3066 que nos da las directrices para realizar este tipo de ensayos y posteriormente determinar a qué categoría pertenece (Mendoza & Soria, 2022).

$$62.14 \text{ kg/cm}^2 / 10.197 = 6.09 \text{ Mpa}$$

Se obtienen los siguientes resultados de los prototipos de bloques con adición al 20% con concha de coco.

Tabla 23: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 20% a la edad de 7 días.

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	18 DE MAYO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	7 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
A1	9.760,00	229,50	42,53	4,17	4,09
A2	9.360,00	229,50	40,78	4,00	
A3	9.610,00	229,50	41,87	4,11	
A4	9.510,00	229,50	41,44	4,06	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Tabla 24: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 20% a la edad de 14 días

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	25 DE MAYO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	14 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
B1	11.560,00	229,50	50,37	4,94	4,86
B2	11.710,00	229,50	51,02	5,00	
B3	11.360,00	229,50	49,50	4,85	
B4	10.910,00	229,50	47,54	4,66	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Tabla 25: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 20% a la edad de 21 días.

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	1 DE JUNIO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	21 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
C1	13.860,00	229,50	60,39	5,92	5,84
C2	13.760,00	229,50	59,96	5,88	
C3	13.510,00	229,50	58,87	5,77	
C4	13.560,00	229,50	59,08	5,79	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Tabla 26: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 20% a la edad de 28 días

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	8 DE JUNIO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	28 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
D1	14.260,00	229,50	62,14	6,09	6,02
D2	14.060,00	229,50	61,26	6,01	
D3	14.110,00	229,50	61,48	6,03	
D4	13.910,00	229,50	60,61	5,94	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Durante este ensayo de reemplazo de concha de coco en porcentaje del 20 % por piedra triturada, se percibe un incremento significativo en la resistencia a la compresión simple a relación de los prototipos con adición del 15%, aumentando en un 1.01 Mpa y en 1.88 Mpa si los comparamos con los prototipos de bloques de hormigón simple a la edad de 28 días (Mendoza & Soria, 2022).

4.14 Ensayo de rotura a la compresión simple con adición al 25% con concha de coco.

Para culminar este ensayo se procede a romper los prototipos de bloques, ahora con adición al 25% con concha de coco. Se obtiene el valor máximo de compresión de 11.250 kg. al cual le vamos a sumar 10kg del peso de la plancha y supe metálica de la prensa hidráulica. En este caso nuestro la carga a compresión simple es de 11.260kg (Mendoza & Soria, 2022).



Figura 52: Prototipo de bloque con adición del 25% de concha de coco
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)



Figura 53: Valor de ensayo por rotura de prototipo de bloque al 25% de adición de concha de coco.
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Determinamos la carga de rotura de los prototipos de bloques con adición del 25% con concha de coco a la edad de 28 días.

Usamos la siguiente fórmula:

$$\text{Fuerza de rotura} = \frac{11260\text{kg}}{229.5\text{cm}^2} = 49.06 \text{ kg/cm}^2$$

Procedemos a transformar este valor obtenido en kg/cm² (kilogramo sobre centímetro elevado al cuadrado) a Mpa (Megapascal) para llenar tabla de rotura a compresión simple, según requerimiento de la norma NTE INEN 3066 que nos da las directrices para realizar

este tipo de ensayos y posteriormente determinar a qué categoría pertenece (Mendoza & Soria, 2022).

$$49.06 \text{ kg/cm}^2 / 10.197 = 4.81 \text{ Mpa}$$

Se obtienen los siguientes resultados de los prototipos de bloques con adición al 25% con concha de coco.

Tabla 27: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 25% a la edad de 7 días.

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	18 DE MAYO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	7 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
A1	7.560,00	229,50	32,94	3,23	3,23
A2	7.760,00	229,50	33,81	3,32	
A3	7.310,00	229,50	31,85	3,12	
A4	7.610,00	229,50	33,16	3,25	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Tabla 28: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 25% a la edad de 14 días.

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	25 DE MAYO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	14 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
B1	9.460,00	229,50	41,22	4,04	3,95
B2	9.160,00	229,50	39,91	3,91	
B3	9.060,00	229,50	39,48	3,87	
B4	9.310,00	229,50	40,57	3,98	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Tabla 29: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 25% a la edad de 21 días.

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	1 DE JUNIO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	21 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
C1	10.560,00	229,50	46,01	4,51	4,58
C2	10.710,00	229,50	46,67	4,58	
C3	10.960,00	229,50	47,76	4,68	
C4	10.660,00	229,50	46,45	4,56	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

Tabla 30: Valor promedio de resistencia a la compresión en prototipo de bloque de hormigón con adición de concha al 25% a la edad de 28 días.

ORDENADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
FECHA:	8 DE JUNIO DEL 2022				
LABORATORIO:	DR. ING. ARNALDO RUFILLI				
REALIZADO POR:	FREDDY SORIA - DIEGO MENDOZA				
EDAD DE MUESTRA:	28 DIAS				
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION					
CARACTERISTICAS DE MUESTRA PARA ENSAYO: BLOQUE PESADO DE HORMIGON SIMPLE PL=9CM					
ESPECIMEN	CARGA (kg)	AREA DE CONTACTO (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA (Mpa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)
D1	11.260,00	229,50	49,06	4,81	4,70
D2	10.910,00	229,50	47,54	4,66	
D3	10.860,00	229,50	47,32	4,64	
D4	11.010,00	229,50	47,97	4,70	

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

En este último ensayo reemplazando el 25% de concha de coco triturada por el agregado grueso (piedra triturada 3/8´´) se puede demostrar que hay un descenso en la resistencia a la compresión simple. Aun así tiene más resistencia a la compresión que los prototipos de bloques de hormigón simple ensayados para analizar una referencia comparativa. Obteniendo estos resultados podemos determinar las respectivas conclusiones para este proyecto (Mendoza & Soria, 2022).

4.14 Población y muestra

La población de nuestro proyecto de titulación es todos los bloques existentes en el mercado de materiales de construcción

Nuestra muestra es los bloques que se elaboran con concha de coco

Para nuestro caso 16 bloques para considerar la resistencia de los mismos y compararlos con los bloques del mercado (Mendoza & Soria, 2022).

4.15 Presentación y análisis de resultados

Características mecánicas de bloque con concha de coco y mortero.

Una vez terminado los ensayos correspondientes en distintos porcentajes se muestra a continuación un cuadro comparativo de los resultados obtenidos en el mismo (Mendoza & Soria, 2022).

Tabla 31: Tabla comparativa para análisis de ensayos y sus diferentes roturas según las adiciones por porcentajes.

Diego Mendoza y Freddy Soria		PROYECTO: Prototipos de bloques de hormigón simple con adición de concha de coco				
CONTROL DE CALIDAD HORMIGONES - ENSAYOS DE COMPRESION						
N. de Toma	Edad de Ensayo (días)	Fecha rotura	Área cm ²	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia en Mpa
BLOQUE MUESTRA No. 1 -hormigón simple sin adición de concha de coco	7	17-may	229,50	5.957,50	25,96	2,56
	14	24-may	229,50	7.702,50	33,56	3,29
	21	31-may	229,50	9.280,00	40,44	3,96
	28	7-jun	229,50	9.685,00	42,20	4,14
BLOQUE MUESTRA No. 2-hormigón simple con adición de concha de coco al 10%	7	18-may	229,50	6.150,00	26,80	2,63
	14	25-may	229,50	8.422,50	36,70	3,60
	21	1-jun	229,50	9.385,00	40,89	4,01
	28	8-jun	229,50	9.997,50	43,56	4,27
BLOQUE MUESTRA No. 3-hormigón simple con adición de concha de coco al 15%	7	18-may	229,50	7.460,00	32,51	3,19
	14	25-may	229,50	9.147,50	39,86	3,91
	21	1-jun	229,50	11.010,00	47,97	4,70
	28	8-jun	229,50	11.672,50	50,86	4,99
BLOQUE MUESTRA No. 4-hormigón simple con adición de concha de coco al 20%	7	18-may	229,50	9.560,00	41,66	4,08
	14	25-may	229,50	11.385,00	49,61	4,86
	21	1-jun	229,50	13.672,50	59,58	5,84
	28	8-jun	229,50	14.085,00	61,37	6,02
BLOQUE MUESTRA No. 5-hormigón simple con adición de concha de coco al 25%	7	18-may	229,50	7.560,00	32,94	3,23
	14	25-may	229,50	9.247,50	40,29	3,95
	21	1-jun	229,50	10.724,00	46,73	4,58
	28	8-jun	229,50	11.010,00	47,97	4,70

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

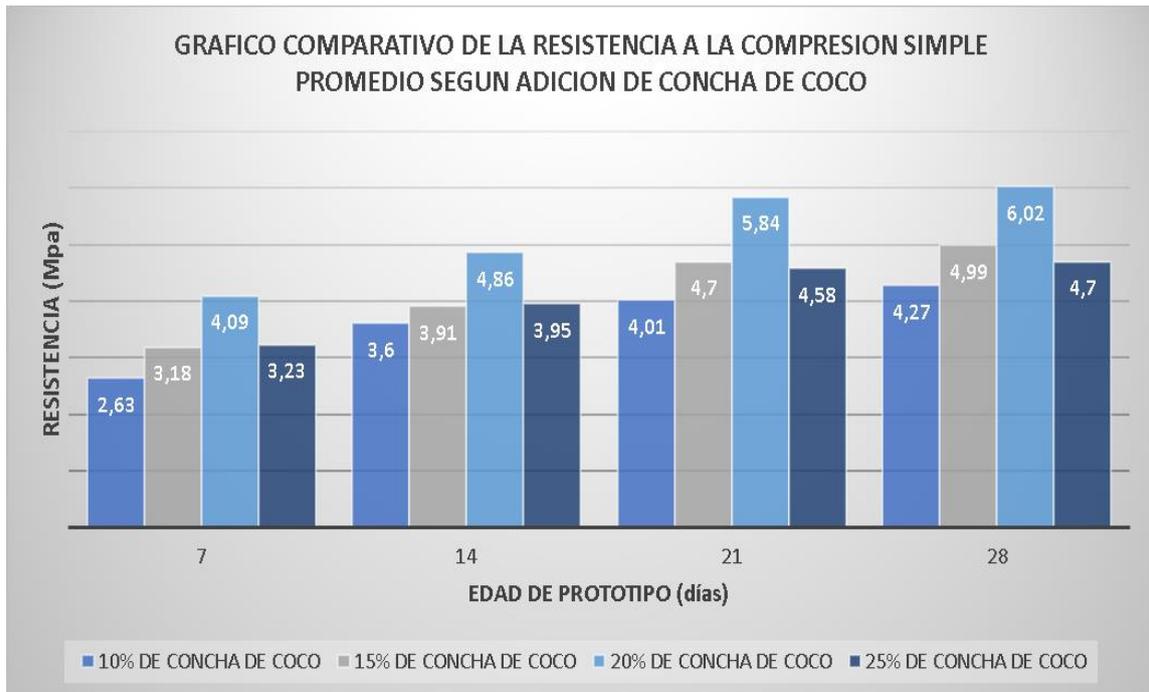


Figura 54: Comparativo a la resistencia a la compresión simple según adición de concha de coco.
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

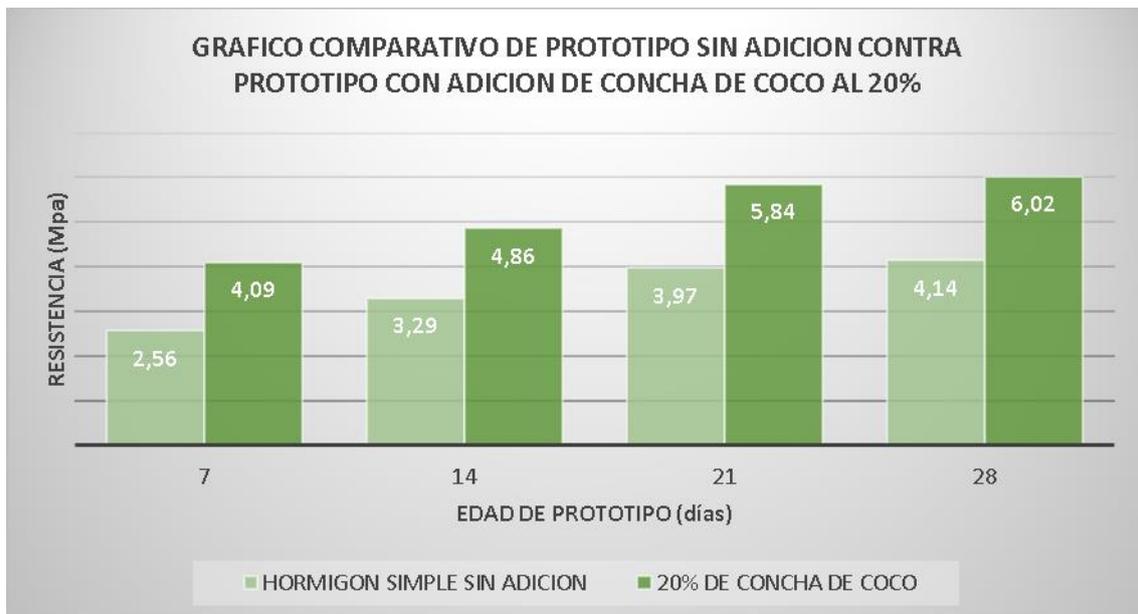


Figura 55: Comparativo a la resistencia a la compresión de prototipo sin adición contra prototipo con adición de concha de coco al 20% que mostró el pico más alto en resistencia de laboratorio.
Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

En este gráfico se puede notar la diferencia en resultados de análisis de laboratorio tanto en prototipo sin adición contra prototipo con adición al 20% de concha de coco, el cual es el pico mas alto obtenido en análisis previos de laboratorio. (Mendoza & Soria, 2022)

Actualmente el INEN modifico la norma INEN 639, por la actual INEN 3066, en la cual el cuadro de los tipos de resistencia mínima a la compresión simple se redujo a lo siguiente:

Tabla 32: Tipos de resistencia mínima a la compresión

Descripción	Resistencia neta mínima a la compresión simple (MPa)*		
	Clase A	Clase B	Clase C
Promedio de 3 bloques	13,8	4,0	1,7
Por bloque	12,4	3,5	1,4
* 1 MPa = 10,2 kg/cm ²			

Fuente: INEN 3066, Pag. 2 (2016).

Elaborado por: Mendoza, D y Soria, F. (2022)

5. Conclusiones

- Se analizó la medida del bloque quedando de acuerdo a las medidas del bloque convencional de 9cm x 19cm x 39 cm (Mendoza & Soria, 2022).
- Este ensayo nos deja como resultado, que la incorporación de concha de coco triturado en nuestros prototipos nos eleva significativamente la resistencia a la compresión por las características mecánicas que contiene la concha de coco, las fibras que contienen en su capa exterior dan mayor agarre en las partículas del hormigón.
- Se concluye que la dosificación con fibra de coco al 20% rindió la mayor resistencia del bloque 6,02 MPa colocándola en una clasificación B según tabla del INEN 3066 considerando que todos los bloques modificados con fibra de coco tienen un promedio de resistencia de 4 MPa colocando todos los bloques en clasificación B según norma INEN (Mendoza & Soria, 2022).
- Contrastando los resultados de resistencia con un bloque tradicional se puede decir que el desempeño del material propuesta la fibra de coco cumple como agregado grueso dentro de la mezcla de hormigón para la elaboración de bloques de cemento
- Al revisar la tabla de clasificación de los bloques según INEN 3066 se los clasifica los bloques elaborados en B (Mendoza & Soria, 2022).

6. Recomendaciones

- De acuerdo a los resultados de los ensayos de compresión adicionando fibra de coco como agregado en la mezcla de hormigón se recomienda su uso al considerarse como clasificación B los bloques modificados según su resistencia (Mendoza & Soria, 2022).
- También se recomienda seguir elaborando estudios sobre este agregado ya que en nuestro proyecto dio muy buenos resultados al incorporarlo a la masa de agregado para la construcción de bloques, por lo que aumentó significativamente la resistencia a la compresión simple. (Mendoza & Soria, 2022).

7. Bibliografía

- ACI318S-14. (2015). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (Versión en español y en sistema métrico.SI)*.
- aplicaciones, i. e. (8 de Diciembre de 2017). *IECA*. Obtenido de IECA:
<https://publicaciones.ua.es/va/detall.php?idet=576>
- Castro, M., & Cajas, M. (8 de Agosto de 2008). Obtenido de
<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/286>
- Cátedra de Ingeniería Rural. (2017). *Cátedra de Ingeniería Rural - Morteros*. La Mancha: Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real / Universidad de Castilla-La Mancha. Obtenido de www.Ingeniería Rural.com
- Centero, D., & Rodríguez, R. (2018). Obtenido de
<http://repositorio.esпам.edu.ec/xmlui/handle/42000/1/browse?type=author&value=Romero+Rodr%C3%ADguez%2C+Bogar+Johel>
- Civil, E. c. (2016). Obtenido de www.elconstructorcivil.com
- Cruz. (2019). *Adición de fibra de coco en bloques de concreto, para mejorar la resistencia a la compresión*.
- Diccionario de la lengua española. (2005). Obtenido de <https://dle.rae.es>
- Google. (2019). *Google*. Obtenido de
https://www.google.com/search?q=de+Reciclaje+de+Pl%C3%A1stico+pet&sxsrf=ACYBGNR8PgrqFAzdFPoL4PQqwZ0qDYmP5Q:1572281372034&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEWji36rFtL_1AhWytVkKHAD-DPcQ_AUIEigB
- Macancela. (2020). *Fabricación de bloques de cemento y fibra de estopa de coco y PET reciclado para la eco-construcción expone lo siguiente El tema referente a la fabricación de bloque de cemento con fibra de estopa de coco y plástico reciclado*. Guayaquil.
- Mendoza, & Soria. (2022). *CARACTERISTICAS MECANICAS DEL BLOQUE CON CONCHA DE COCO Y MORTERO*. Guayaquil.
- NTE INEN 3066, pág. 2. (2016). Obtenido de
https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_3066.pdf