



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CAMPUS I



**“ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ELEMENTOS DE
MAMPOSTERÍA DE CONCRETO, MEDIANTE FIBRAS ORGÁNICAS EN TUXTLA
GUTIÉRREZ, CHIAPAS”.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN
INGENIERÍA CON FORMACIÓN EN CONSTRUCCIÓN**

PRESENTA:

HERNÁN DE JESÚS HERNÁNDEZ VELÁZQUEZ C030095

DIRECTOR DE TESIS:

MTRO. JORGE ALFREDO AGUILAR CARBONEY

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS; ABRIL 2023

DOCUMENTOS DE APROBACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Oficio de autorización de impresión de tesis y los que aplique



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE INGENIERÍA C-I



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
15 de abril del 2024
Oficio No. F.I.01.665/2024

C. HERNÁN DE JESÚS HERNÁNDEZ VELÁZQUEZ
EGRESADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CON FORMACIÓN EN CONSTRUCCIÓN
PRESENTE.

Con base en el Reglamento de Evaluación Profesional para los egresados de la Universidad Autónoma de Chiapas, y habiéndose cumplido con las disposiciones en cuanto a la aprobación por parte de los integrantes del jurado en el contenido de su Tesis Titulada:

"ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ELEMENTOS DE MAMPOSTERÍA DE CONCRETO, MEDIANTE FIBRAS ORGÁNICAS EN TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS".

CERTIFICO el **VOTO APROBATORIO** emitido por este jurado, y autorizo la entrega de tesis digital elaborada a través del Programa Institucional para la Obtención del Grado Académico (PIGA), para que sea sustentado en su Examen de grado de Maestro en Ingeniería con Formación en Construcción.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR LA CONCIENCIA DE LA NECESIDAD DE SERVIR"


DR. OMAR ANTONIO DE LA CRUZ COURTIS
DIRECTOR




Ccp. Dr. Humberto Miguel Sansebastián García. Coordinador de Investigación y Posgrado. Facultad de Ingeniería, Campus I. UNACH.
Archivolminutario
OACCHMSGltcpg*



Carta de autorización para la publicación electrónica de la tesis de título y/o grado,



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
SECRETARÍA ACADÉMICA
COORDINACIÓN DE BIBLIOTECAS UNIVERSITARIAS



Código: FO-113-05-05

Revisión: 0

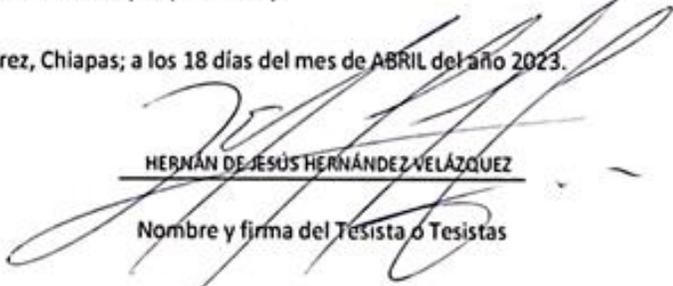
CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LA TESIS DE TÍTULO Y/O GRADO.

El (la) suscrito (a) **HERNÁN DE JESÚS HERNÁNDEZ VELÁZQUEZ**

Autor (a) de la tesis bajo el título de "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ELEMENTOS DE MAMPOSTERÍA DE CONCRETO MEDIANTE FIBRAS ORGÁNICAS EN TUXTLA GUTIÉRREZ CHIAPAS, presentada y aprobada en el año 2023 como requisito para obtener el título o grado de MAESTRÍA, autorizo licencia a la Dirección del Sistema de Bibliotecas Universidad Autónoma de Chiapas (SIBI-UNACH), para que realice la difusión de la creación intelectual mencionada, con fines académicos para su consulta, reproducción parcial y/o total, citando la fuente, que contribuya a la divulgación del conocimiento humanístico, científico, tecnológico y de innovación que se produce en la Universidad, mediante la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Consulta del trabajo de título o de grado a través de la Biblioteca Digital de Tesis (BIDITE) del Sistema de Bibliotecas de la Universidad Autónoma de Chiapas (SIBI-UNACH) que incluye tesis de pregrado de todos los programas educativos de la Universidad, así como de los posgrados no registrados ni reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad del CONACYT.
- En el caso de tratarse de tesis de maestría y/o doctorado de programas educativos que sí se encuentren registrados y reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), podrán consultarse en el Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Chiapas (RIUNACH).

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; a los 18 días del mes de ABRIL del año 2023.


HERNÁN DE JESÚS HERNÁNDEZ VELÁZQUEZ

Nombre y firma del Tesista o Tesistas

AGRADECIMIENTOS

Al **Mtro. Jorge Alfredo Aguilar Carboney**, por ser mi director de tesis, por su confianza y dedicación para guiarme en este proceso.

A la **Mtra. Claudia Olivia Ichin Gómez** por su guía y dedicación en este proyecto.

DEDICATORIAS

A **Dios**, primeramente, el creador del universo, por estar en cada uno de mis planes y por dirigirlos en todo momento, por brindarme salud, las fuerzas, la paciencia, la inteligencia y los recursos para poder culminar con éxito este objetivo.

A mis **padres**, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, por su confianza, cariño y por los valores que me han inculcado durante mi vida, lo que me ayudó a lograr una meta más.

A mi **esposa e hijas**, quienes estuvieron a mi lado en el transcurso de mi crecimiento profesional, agradezco por compartir tristezas, alegrías y por su apoyo incondicional.

Contenido

Resumen	15
Introducción	16
Antecedentes	17
Planteamiento del problema	17
Hipótesis	19
Justificación	19
Objetivos	19
Objetivo general	19
Objetivos específicos.....	20
1. CAPITULO: MARCO TEÓRICO	21
1.1 Resistencia a la compresión	21
1.1.1 Tipos de concreto.....	22
1.2 Cemento	24
1.2.1 Resistencia a la compresión	24
1.2.2 Fraguado.....	25
1.3 Agregados	25
1.3.1 Clasificación.....	26
1.4 Cabello	26
1.4.1 CaracterísticaS	26
1.4.2 Resistencia.....	28
1.4.3 Ciclo del cabello	28
1.5 Block macizo	29
1.5.1 Mampostería	32
1.5.2 Resistencia a compresión	32
1.5.3 Alcance.....	32
1.5.4 Concentrado normativo	34

1.5.5	<i>Resistencia de block hueco y macizo a compresión.</i>	35
2.	CAPITULO: METODOLOGIA.	39
2.1	Diseño de investigación experimental.	39
2.2	Determinación de agregados.	39
2.3	La mezcla.	41
2.3.1	Perdida de resistencia	41
2.3.2	Resistencia a la compresión	42
2.4	Diseño de mezcla	42
2.4.1	<i>Proporciones de cemento</i>	43
2.4.2	<i>Proporciones de agua</i>	44
2.5	Agregados	46
2.5.1	Arena	46
2.5.2	Análisis granulométrico	48
2.5.3	<i>Peso volumétrico</i>	49
2.5.4	<i>Densidad</i>	49
2.5.5	<i>Absorción</i>	49
2.5.6	Desarrollo de la práctica	50
2.5.6.1	Preparación de la muestra	50
2.5.6.2	Masas volumétricas, densidad, absorción y granulometría.	50
2.6	Cuestionario para barberías.	58
2.6.1	Diseño de cuestionario	58
2.7	Fibra de cabello orgánico.	62
2.7.1	<i>Selección de cabello</i>	62
2.7.2	Proporciones de cabello	64
2.7.3	Dosificación de fibra de cabello humano	64
2.8	Piezas de mampostería.	65
2.8.1	Block macizo/ block hueco	65
2.8.2	Pieza maciza	65
2.8.3	Pieza hueca	65
2.9	Proceso de fabricación	66

2.9.1	<i>Tipos de block</i>	71
2.10	Pruebas a compresión	74
2.10.1	<i>Cabeceo</i>	74
2.10.2	<i>Cabeceo con azufre o mortero de azufre</i>	75
2.10.3	<i>Cabeceo con otros materiales</i>	75
2.10.4	Imágenes de la práctica	76
3.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	77
3.1	Resultados de arena	77
3.2	Resultados de polvorín	79
3.3	Interpretación:	81
3.4	Resultados de cuestionarios	82
3.5	Resultados de las pruebas	84
3.5.1	Resultados de los ensayos a compresión	84
3.5.2	Momento de agrietamiento.....	85
3.5.3	Análisis de costos.....	87
	CONCLUSIONES	88
	BIBLIOGRAFÍA	91

Índice de tablas

Tabla 1 Tipos de concreto.....	23
Tabla 2 Clases resistentes de los cementos Pórtland.	25
Tabla 3 Propiedades/ Composición Química/ Tipo	27
Tabla 4 Apariencia Física/ Emulsión Epicutánea/ Resistencia.	27
Tabla 5 Características/ Factores que influyen en el crecimiento/ Color.	28
Tabla 6 Datos y Fórmula Pilosa.....	29
Tabla 7 Resistencia a compresión.....	31
Tabla 8 Concentrado normativo.....	34
Tabla 9 Concentrado de proporciones.	35
Tabla 10 Pruebas a compresión	37
Tabla 11 Tipos de mortero.....	42
Tabla 12 Resistencia a la compresión en morteros.....	42
Tabla 13 Tipos de mezcla.	43
Tabla 14 Esquema comparativo de proceso de fabricación de bloques de concreto.	45
Tabla 15 Datos de mezcla de cabello.....	64
Tabla 16 Cantidad de cabello.....	65
Tabla 17 Espesor de paredes para bloques lisos.	66
Tabla 18 Tiempo de fabricación de un block.....	66
Tabla 19 Peso volumétrico seco suelto.....	77
Tabla 20 Peso volumétrico seco compacto.....	77
Tabla 21 Por ciento acumulativo por peso retenido en mallas	77
Tabla 22 Densidad y absorción de la arena	78
Tabla 23 peso volumétrico seco suelto polvorín.....	79
Tabla 24 Peso volumétrico seco compacto polvorín	79
Tabla 25 Por ciento acumulativo por peso retenido en mallas del polvorín	79
Tabla 26 Densidad y absorción del polvorín	80
Tabla 27 resultados de cuestionario Beto peluquería	82
Tabla 28 resultados de cuestionario don Porfirio barbería	82
Tabla 29 Asistencia de gente por día en barberías.....	82

Tabla 30 bolsas de basura de cabello botadas por día	83
Tabla 31 Análisis de costo block: cemento 2.86 kg/cm ² / arena/ agua/ cabello	87
Tabla 32 Análisis de costo block: cemento 2.86 kg/cm ² / arena/ agua	87

Índice de figuras

Figura 1 Resistencia de cilindros de concreto (resistencia a los 28 días de cilindros de 15 x 30 cm).....	22
Figura 2 Materiales básicos para la construcción.	24
Figura 3 Variación de medidas al elaborar blocks. Variación de medidas al elaborar blocks	31
Figura 4 Confinamiento de vigas y pilares	33
Figura 5 Dimensiones del block.	41
Figura 6 Materiales básicos para la construcción	44

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Tipos de mezcla.....	40
Ilustración 2 Esquema comparativo de proceso de fabricación de bloques de concreto ..	45
Ilustración 3 Ubicación de banco de arena.	46
Ilustración 4 Ubicación de barberías para muestras de cabello	58
Ilustración 5 Encuesta a peluquería y centros de estética en la ciudad de cusco.....	60
Ilustración 6 Encuesta a barbería	61
Ilustración 7 Cribado de la arena	81
Ilustración 8 Costo y resistencia de un block sin fibra y con fibra de cabello.....	89

Índice de fotos

foto 1 <i>Rio pacú</i>	47
foto 2 <i>Banco de arena La Pasadita</i>	47
foto 3 <i>Banco de arena La Pasadita</i>	47
foto 4 <i>Banco de arena La Pasadita</i>	47
foto 5 <i>Arna del banco la pasadita</i>	48
foto 6 <i>Recolección en costales</i>	48
foto 7 <i>Prueba de granulometría</i>	57
foto 8 <i>Peluquería Beto</i>	59
foto 9 <i>Peluquería Don Porfirio</i>	59
foto 10 <i>Proceso de recolección de cabello</i>	62
foto 11 <i>Proceso de recolección de cabello</i>	62
foto 12 <i>Muestra de cabello en estado inicial</i>	63
foto 13 <i>Colado de impurezas</i>	63
foto 14 <i>Secado de la muestra</i>	63
foto 15 <i>lavado final de la muestra</i>	63
foto 16 <i>Remoción de últimas impurezas</i>	63
foto 17 <i>Corte de fibras a tamaños iguales</i>	63
foto 18 <i>Pesado de agregado fino</i>	67
foto 19 <i>Porción de cabello</i>	67
foto 20 <i>Porción de cemento y cabello</i>	67
foto 21 <i>Porción de agua</i>	67
foto 22 <i>Mezclado de los materiales</i>	67
foto 23 <i>Mezcla de cabello y cemento</i>	67
foto 24 <i>Mezcla en revolvedora</i>	68
foto 25 <i>Adición de agua a la mezcla</i>	68
foto 26 <i>Vaciado de mezcla en moldes</i>	68
foto 27 <i>Relleno de moldes</i>	68
foto 28 <i>Enrace de moldes con la mezcla</i>	68
foto 29 <i>Retiro de moldes</i>	68

foto 30 Curado de block.....	69
foto 31 blocks para terminados	69
foto 32 Ensayo proceso de fabricación de los blocks	69
foto 33 Blocks terminados	70
foto 34 Blok 01	71
foto 35 Block 02.....	72
<i>foto 36 Block 03</i>	<i>72</i>
foto 37 Block 04 cabello aglomerado	73
foto 38 Block 04.....	73
foto 39 Prueba a compresión.....	76
foto 40 Momento de agrietamiento.....	76

Resumen

Este trabajo abordó el problema de encontrar nuevas formas de construcción amigables con el medio ambiente, con la reutilización de algunos desechos que pueden contribuir a la resistencia de piezas de mampostería usadas en la construcción, por lo que se estudió en detalle la incorporación de este tipo de desechos orgánicos, que en este caso llamaremos fibras, por lo cual se eligió el cabello como una fibra orgánica que aporte resistencia a las piezas de mampostería, teniendo como objetivo el incorporar el cabello a la mezcla que da origen al tabique, por una parte se tuvo que encontrar en que proporción se incorporaría el cabello a la mezcla para después hacer las pruebas en laboratorio. Es importante mencionar que en el transcurso de este trabajo de investigación lo más importante fue el elegir la materia prima con la cual se harían las muestras de blocks, por lo tanto en lo que respecta a las pruebas de laboratorio se siguió las recomendaciones del manual de prácticas del laboratorio de la facultad de Ingeniería civil de la universidad autónoma de Chiapas y las normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras de mampostería, en donde se especifican que los materiales tienen que reunir una gama amplia de tamaños para lograr mezclas con la densidad más alta posible, es decir, con el menor número de huecos una vez compactadas, por lo cual se estudió no solo la muestra final de block si no también, al agregado en este caso, la arena de banco, a la cual se le realizaron muestras para su análisis granulométrico, peso volumétrico, densidad y absorción, cada practica descrita a detalle en este documento. Una vez verificado que tenemos agregados de calidad, se realizaron las pruebas de laboratorio de las muestras y la verificación de los resultados positivos de acuerdo a los resultados observados en el laboratorio al observar un aporte a la resistencia del block al incorporar las fibras orgánicas de cabello.

Introducción

En la actualidad, nos encontramos en un momento en que el desarrollo de las ciudades va en aumento y las actividades de la construcción han sido realizadas de manera constante, por ende, el crecimiento de la mancha urbana cada vez es más notorio. A medida que las ciudades crecen, crece la industria de la construcción y la importancia de centrarse en el surgimiento de los nuevos materiales con propiedades que favorezcan este desarrollo, todo con el fin de evitar que una edificación sufra graves daños en su estructura, considerando cualquier factor que pueda intervenir en ella.

Según datos registrados en el mapa de vulnerables ante sismos de la República Mexicana del 2019. Chiapas se encuentra en la Zona D de alto riesgo, debido a que está en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo. Es por ello, que las actuales y futuras construcciones deben tener siempre presente la importancia del uso de buenos materiales en la construcción.

Existen diversos análisis de materiales orgánicos e inorgánicos que pueden brindar mayor resistencia, como la fibra de vidrio, fibra de pelo de cerdo, fibra de acero, y uno de los más comunes es la de la fibra de coco, la cual da resultados favorables debido a que tiene diversas propiedades que lo benefician, sin embargo, estudios realizados en el 2014 en la Universidad Andina del Cusco Perú, confirman que el uso de la fibra de cabello humano puede aportar a la resistencia del concreto y soportar favorablemente pruebas a compresión y flexión.

En el 2019 la Universidad César Vallejo, HUARAZ – PERÚ realizó el mismo ensayo en donde no lograron obtener resultados positivos, sin embargo, haciendo la comparativa entre ambos análisis se observa que la diferencia radica en el nivel de porcentaje de cabello de cada una de las pruebas.

La estructura del presente trabajo está basada, en realizar un previo análisis basado en el estudio de los valores de resistencia a la compresión, considerando estudios anteriores, con el fin de coadyuvar en la búsqueda de nuevas alternativas, haciendo uso de fibras orgánicas que son desechadas y que contaminan el medio ambiente, ya que en nuestro país no son aprovechados en

su totalidad, además que ciertos factores pueden repercutir positivamente en el ámbito económico, social y ambiental.

Antecedentes

Las fibras siempre estuvieron presentes en materiales que tuvieron usos estructurales similares al concreto como el adobe, la tapia pisada y los morteros de cal entre otros. Las fibras vegetales son de uso obligado en la tapia pisada y el adobe debido a que les ayudan a asumir esfuerzos de tensión y le confieren así un mayor monolitismo (no fisuración) a los elementos. El uso de las fibras naturales como un componente más en materiales de relleno o aglomerantes, no es así nuevo y se remonta varios siglos atrás. En concreto existen referencias tempranas de experimentación con un refuerzo discontinuo (clavos, segmentos de cable, ganchos) que se remontan a 1910. Probablemente el uso más extendido de las fibras como un componente más en materiales aglomerantes haya sido su uso en elementos como tejas o prefabricados de asbesto cemento. En este caso las fibras de asbesto le conferían al material el monolitismo y la resistencia a la tensión buscada, sin embargo, por consideraciones de salud estas fibras de asbesto han sido sustituidas por otras de diferentes materiales que no tienen ningún efecto sobre la salud humana. Sika Colombia S.A.S. (2014) Concreto. Concreto reforzado con fibras DCT-VO-194-08/2014, P.6.

Planteamiento del problema

Con el surgimiento de nuevas propuestas de construcción y con la influencia en el siglo XX del modernismo, se marcó un inicio al uso desmedido del concreto armado y materiales como el block hueco y/o macizo, haciendo de estos el material principal para las posteriores edificaciones.

El concreto es una mezcla de materiales conformados por cemento, arena, grava y en ocasiones también de diferentes agregados para mejorar sus propiedades, es un material que para endurecer sólo necesita agua durante el mezclado. Con el paso del tiempo el hombre ha buscado diferentes alternativas para mejorarlos usando diversos agregados que lo favorezcan.

Lamentablemente hemos heredado por generaciones edificios que no contemplaron en absoluto el impacto ambiental, esto conllevó al uso desmedido de algunos materiales, principalmente del cemento, hoy en día el concreto es el material de construcción más usado en el mundo, por lo que es de suma importancia tener un control y prevenir la contaminación ambiental del planeta tierra. (Metha y Monteiro, 1998).

Por consiguiente, significa mucho concientizar y empezar hacer ensayos en donde con los resultados de prueba y error se logre bajar el uso de producción del cemento en la mezcla de la mampostería, sin reducir su resistencia.

En la actualidad el nivel de contaminación cada vez es más notorio, mucho se habla del alto impacto que trae consigo la industria de la construcción, las construcciones actuales hacen uso de materiales y sistemas constructivos que se han vuelto hoy en día convencionales, empleando el block y el ladrillo, como producto de adaptación a la urbanización, generando cada vez más residuos inorgánicos que como bien se sabe los residuos no biodegradables que dañan el medio ambiente.

Sin embargo, existen desechos orgánicos que pueden llegar a contaminar de igual manera que los desperdicios inorgánicos, uno de los casos es la fibra de cabello. El cabello contiene queratina, una proteína fibrosa muy dura que es prácticamente insoluble, esto provoca que el pelo sea un material muy complicado de descomponer, este al ser una fibra orgánica no deja de ser un desperdicio que se puede reutilizar, debido a su resistencia. (Rojas, 2022).

La propiedad del cabello está determinada por su estructura y composición química. El cabello puede resistir el rompimiento a través de la elasticidad y flexibilidad. La hipótesis es, que, al incorporar la fibra de cabello a la mampostería, aportaría una mejor resistencia a la mezcla de cemento-arena-agua.

Se sabe del papel importante que toma la reutilización, en el cuidado de diversos ámbitos ya sean ambientales, económicos o sociales. (González Martínez, 2001).

- Social: Garantizar seguridad a la población con construcciones resistentes.
- Económico: Al ser un material reciclado, se reutiliza este desecho y se pretende bajar la cantidad de uso de concreto.
- Ambiental: Encontrar solución a los desechos por medio del reciclaje.

Hipótesis

La hipótesis es, que, al incorporar la fibra de cabello a la mampostería, aportaría una mejor resistencia a la compresión a la mezcla de cemento-arena-agua.

Justificación

A partir de despertar la conciencia de tener construcciones estructuralmente seguras, se ha procurado promover edificios que aparte de la seguridad brinden una solución a los problemas de contaminación logrando la reutilización de algunos desechos que pueden ser parte de agregados que fortalezcan las construcciones.

Las fibras de cabello son desechos que no favorecen al ecosistema y no tienen uso alguno, debido a que son desperdicios en la vida cotidiana de cualquier persona, estos son producidos después de realizarse un corte de cabello, el cabello es una fibra orgánica que contiene queratina, una proteína fibrosa muy dura, esto provoca que el pelo sea un material muy complicado de descomponer.

El uso de estas fibras puede tener un impacto positivo en la industria de la construcción, por medio de la reutilización, todo con el fin de aportar a la disminución de la huella ecológica, ya que hace unos años empezó la inquietud de trabajar de manera amigable con el medio ambiente.

El análisis de la resistencia a la compresión de elementos de mampostería de concreto, mediante fibras orgánicas, toma un lugar importante para ayudar a reducir la contaminación.

Las buenas prácticas en la construcción y el empleo consciente de materiales, deben fomentar edificios seguros, por lo que es de vital importancia adaptar el edificio con las soluciones de reciclaje.

Objetivos

En este apartado se enuncian los objetivos que se esperan con la realización de este trabajo de investigación.

Objetivo general

- Analizar la resistencia a la compresión de elementos de mampostería de concreto con fibra de cabello.

Objetivos específicos

- Evaluar la resistencia a la compresión del block macizo al adicionarles fibras de cabello humano.
- Proponer una cantidad de fibra de cabello humano a adicionar basada en una dosificación para obtener el incremento de resistencia a la compresión.
- Comparar los precios y la resistencia de los blocks en venta de Tuxtla Gutiérrez, a los propuestos con fibra de cabello.

Es por ello, que se propone la adición de fibra de cabello, la cual en anteriores investigaciones los resultados son favorables, con porcentaje de rango al 1% donde el incremento a la resistencia a la compresión y flexión es positivo. En esta investigación se le añadirá fibra de cabello humano con porcentajes de 2% al volumen de concreto.

Realizando el análisis de adición de fibra de cabello, se podrá saber los valores de resistencia a compresión y si es probable disminuir el uso de cemento en los elementos de mampostería de concreto.

Bajo los argumentos señalados, es indispensable modificar el diseño de materiales que permitan disminuir la contaminación, con edificios que cumplan normativamente la seguridad de su estructura.

1. CAPITULO: MARCO TEÓRICO

En el capítulo siguiente se describirá las definiciones de los conceptos básicos de los elementos con los cuales se pretende realizar la investigación del análisis de la resistencia a la compresión de elementos de mampostería de concreto, mediante fibras orgánicas en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Partiremos de un enfoque epistemológico constructivista y afirmando que cuando hablamos de la “ciencia” entendemos una forma humana de conocer, construida por los hombres con la finalidad de obtener, mediante un proceso de investigación, al menos, una explicación válida para algunos problemas. (Daros, 2002).

El concreto es uno de los materiales más usados a nivel mundial. Según la Rae define el concreto como una mezcla de agua, arena, grava y cemento por lo tanto se pretende dar un enfoque conceptual de cada elemento y definición a utilizar.

1.1 Resistencia a la compresión

En la actualidad no se ha confirmado sobre alguna forma a la muestra específica para realizar ensayos a la compresión, en las investigaciones la más común es la que se realiza a través de cilindros de 15x30 cm.

Estudios han determinado que, a los 28 días de edad del concreto, se determina su resistencia máxima.

A continuación, se muestran los resultados de los ensayos a la compresión de un grupo de 100 cilindros de concreto normal. Donde nos indica un promedio de 247kg/cm² (ver imagen 01). Todo con el fin de encontrar variaciones a la resistencia del concreto a los 28 días. (González Cuevas y Robles Fernández-Villegas, 2005, pág. 60)

Figura 1

Resistencia de cilindros de concreto (resistencia a los 28 días de cilindros de 15 x 30 cm).

No.	Resistencia kg/cm ²						
1	247	26	265	51	236	76	204
2	249	27	279	52	236	77	208
3	241	28	314	53	211	78	203
4	197	29	308	54	261	79	208
5	252	30	293	55	243	80	198
6	252	31	283	56	243	81	277
7	241	32	239	57	249	82	253
8	197	33	246	58	251	83	253
9	304	34	288	59	261	84	251
10	276	35	300	60	247	85	224
11	249	36	286	61	233	86	268
12	322	37	281	62	249	87	271
13	348	38	288	63	249	88	216
14	241	39	277	64	267	89	216
15	249	40	268	65	211	90	251
16	194	41	267	66	238	91	203
17	236	42	257	67	253	92	229
18	233	43	267	68	241	93	217
19	208	44	227	69	246	94	227
20	231	45	236	70	246	95	193
21	261	46	257	71	253	96	204
22	304	47	273	72	211	97	193
23	288	48	268	73	217	98	204
24	308	49	257	74	213	99	187
25	281	50	270	75	224	100	193

Promedio $\bar{X} = 247 \text{ kg/cm}^2$
 Desviación estándar $\sigma = 32.7 \text{ kg/cm}^2$
 Coeficiente de variación $V = 32.71247 = 0.132 = 13.2\%$

Fuente: (González Cuevas y Robles Fernández-Villegas, 2005)

1.1.1 Tipos de concreto

El concreto puede dividirse en concreto simple y concreto armado, este a su vez con más agregados que lo complementan tienen otros nombres que lo caracterizan, según (Castillo, 2009) hace las siguientes clasificaciones con sus respectivas definiciones en su libro “Tecnología del concreto”. (ver tabla 01).

Tabla 1

Tipos de concreto

TIPOS DE CONCRETO	
CONCRETO SIMPLE	El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua. (Abanto-Flavio 1997 p. 12)
CONCRETO ARMADO	Se denomina así al concreto simple cuando éste lleva armaduras de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los dos trabajan conjuntamente. (Abanto-Flavio 1997 p. 13)
CONCRETO ESTRUCTURAL	Se denomina así al concreto simple, cuando este es dosificado, mezclado y transportado y colado. (Abanto-Flavio 1997 p. 13)
CONCRETO CICLÓPEO	Son preparados con agregados Livianos y su peso unitario varía desde 400 a 1700 kg/m ³ (Abanto-Flavio 1997 p. 13)
CONCRETO LIVIANO	Son preparados con agregados corrientes y su peso unitario varía de 2300 a 2500 kg/m ³ . Según el tamaño máximo del agregado. El peso promedio es de 2400 kg/m ³ . (Abanto-Flavio 1997 p. 13)
CONCRETO NORMALES	Son preparados utilizando agregados pesados, alcanzando el peso unitario valores 2800 a 6000 kg/m ³ se usan agregados como baritas, minerales de fierro como la magnetita, limonita etc. (Abanto-Flavio 1997 p. 14)
CONCRETO PESADOS	Son preparados utilizando agregados pesados, alcanzando el peso unitario valores 2800 a 6000 kg/m ³ se usan agregados como baritas, minerales de fierro como la magnetita, limonita etc. (Abanto-Flavio 1997 p. 14)
CONCRETO PREMEZCLADO	Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra. (Abanto-Flavio 1997 p. 14)
CONCRETO PREFABRICADO	Elementos de concreto simple o armado fabricados en una ubicación diferente a su posición final en la estructura. (Abanto-Flavio 1997 p.14)
CONCRETO BOMBEADO	Elementos de concreto simple o armado fabricados en una ubicación diferente a su posición final en la estructura. (Abanto-Flavio 1997 p.14)

Figura 2

Materiales básicos para la construcción.



Fuente: fao.org. (2016). 3. Materiales básicos para la construcción.

1.2 Cemento

El cemento Portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. (Castillo, Tecnología del concreto (teoría y problemas), 2009)

En otras definiciones se encuentra que, el cemento Portland es un conglomerante hidráulico que al ser hidratado se solidifica y endurece. Se obtiene mediante un proceso industrial, pulverizado a un grado de finura determinado una mezcla fría de arcilla y materiales calcáreos, previamente sometida a cocción, que se denomina Clinker Portland. (N-CMT-2-02-001/02 1999 P.1). Normativa - característica de los materiales (CTM) - 2. Materiales para estructuras - 02. Materiales para concreto hidráulico - 001. Calidad del cemento portland.

1.2.1 Resistencia a la compresión

Según el Manual M.MMP.2.02.004, MMP. Métodos de muestreo y prueba de materiales.2. Materiales para estructuras. 02. Materiales para concreto hidráulico. 004. Resistencia a la

compresión el cemento portland. “Resistencia a la compresión del cemento”, su resistencia mecánica a la compresión y clasificación, está determinada como se muestra en la siguiente tabla. (N-CMT-2-02-001/02 1999 P.3)

Tabla 2

Clases resistentes de los cementos Pórtland

Unidades en MPa (kg/cm²)

Clase resistente	Resistencia a la compresión		
	A 3 días ^[1]	A 28 días ^[2]	
	mínimo	mínimo	máximo
20	-	20 (204)	40 (408)
30	-	30 (306)	50 (510)
30R	20 (204)	30 (306)	50 (510)
40	-	40 (408)	-
40R	30 (306)	40 (408)	-

[1] Corresponde a la resistencia inicial del cemento

[2] Corresponde a la resistencia normal del cemento

Fuente: Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación. (1999). CTM. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES. normas.imt.mx.

1.2.2 Fraguado

El fraguado es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del concreto, dentro de los requisitos físicos del cemento Portland y según las especificaciones del Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, señala que el tiempo de fraguado inicial y final será como mínimo de cuarenta y cinco minutos (45) y seiscientos (600) minutos, según datos determinados del Manual M-MMP-2-02-006. Tiempo De Fraguado Del Cemento Por Método De Vicat. (N-CMT-2-02-001/02 1999 P.7)

1.3 Agregados

Los agregados de la mezcla de concreto generalmente se integra por el material base que es el cemento, arena y grava.

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial. (Onofre López y Vera Espinosa, 2014, pág. 39).

Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto. (Onofre López y Vera Espinosa, 2014, pág. 40).

Según (Pasquel Carbajal, 1998) menciona la importancia de priorizar las características físicas de todos los agregados, en especial resalta las siguientes:

- Densidad
- Resistencia
- Porosidad
- Distribución Volumétrica

1.3.1 Clasificación

Los agregados se pueden clasificar en naturales y en artificiales, según su origen, los agregados artificiales a diferencia de los naturales, son procesados para ser ocupados en el concreto.

❖ Agregados Naturales

Arenas, gravas, rocas, etc.

❖ Agregados Artificiales

Productos con procesos industriales.

1.4 Cabello

Los cabellos son pelos largos y flexibles que cubren el cuero cabelludo o piel que reviste la cabeza. (Federacion de enseñanza de CC.OO. de Andalucía, 2010, pág. 2)

Su estructura se compone por la raíz y el tallo que sobresale la tercera capa de la piel (epidermis).

1.4.1 CaracterísticaS

Dentro de las características del cabello se encuentran la siguiente clasificación, según la (Federacion de enseñanza de CC.OO. de Andalucía, 2010).

Tabla 3

Propiedades/ Composición Química/ Tipo

CABELLO		
PROPIEDADES	COMPOSICIÓN QUÍMICA	TIPO
Permeabilidad	28% Proteínas	Lanugo
Resistencia		
Plasticidad	2% Lípidos	Vello
Elasticidad		
Electricidad	70% Agua	Pelo Terminal

Fuente: Federación de enseñanza de C.C. OO. De Andalucía. (2010, septiembre). “El cabello: estructura, propiedades, composición química, ciclo, tipos y clases de cabello. Pautas para la determinación de: distribución, longitud, calidad, color, forma e implantación”. feandalucia.

Una clasificación muy común es según su apariencia física, debido a la variedad de cabello de cada persona. (ver tabla 04).

Tabla 4*Apariencia Física/ Emulsión Epicutánea/ Resistencia.*

CABELLO		
CLASE DE CABELLO		
APARIENCIA FÍSICA	EMULSIÓN EPICUTÁNEA	RESISTENCIA
Liso, Lacio, Lisótrico	Normal	Cabello Fino
Ondulado, cinótrico	Seco	Cabello Grueso
Rizado o ulótrico	Graso	

Fuente: Federación de enseñanza de C.C. OO. De Andalucía. (2010, septiembre). “El cabello: estructura, propiedades, composición química, ciclo, tipos y clases de cabello. Pautas para la determinación de: distribución, longitud, calidad, color, forma e implantación”. feandalucia.

Otros factores que lo caracteriza, es sin duda alguna el color y para ello influye principalmente la melanina, este es un biopolímero de estructura química y es el principal pigmento responsable del color de la piel y el cabello. (ver tabla 05).

Tabla 5

Características/ Factores que influyen en el crecimiento/ Color.

CABELLO			
QUALIDAD	FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CRECIMIENTO	COLOR	
Longitud		PROVIENE DE LA MELANINA	
	Genético	TIPOS DE MELANINA	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA MELANINA
	Hormonal	Eumelaninas	Herencia
Grosor	Nutricional	Feomelaninas	Hormonas Radiación
	Físico (Ambiente, Humedad)	Tricocromo	Edad
	Psíquicos (Fatiga, Estrés, tensión)		Otros (nutrición, medicamentos, emociones)

Fuente: Federación de enseñanza de C.C. OO. De Andalucía. (2010, septiembre). "EL CABELLO: ESTRUCTURA, PROPIEDADES, COMPOSICION QUIMICA, CICLO, TIPOS Y CLASES DE CABELLO. PAUTAS PARA LA DETERMINACION DE: DISTRIBUCION, LONGITUD, CALIDAD, COLOR, FORMA E IMPLANTACION". feandalucia. Recuperado 26 de enero de 2022, de <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd7484.pdf>

1.4.2 Resistencia

La resistencia del cabello puede llegar a ser muy fuerte, y puede variar dependiendo los factores que influyen de manera directa e indirecta, estos determinan su estructura y composición.

Existen procesos a los que el cabello es sometido, un ejemplo muy común en las mujeres es la decoloración, al momento de teñir el cabello, este proceso en el que el cabello se somete a temperaturas elevadas de calor además de alterar su forma física, altera su estructura y resistencia. (Federacion de enseñanza de CC.OO. de Andalucía, 2010)

1.4.3 Ciclo del cabello

El aumento de cabello se debe a la alternación de caída y crecimiento del mismo, a lo que estudios registrados le han llamado ciclos.

El cabello esta genéticamente preparado para realizar unos 25 ciclos con una duración de unos 4 años aproximadamente cada uno de ellos. Un ciclo se define como el proceso de nacimiento, desarrollo y muerte del pelo. (Federacion de enseñanza de CC.OO. de Andalucía, 2010)

En el ciclo piloso, se presentan 3 fases llamadas:

- Fase Anágena:
- Fase Catágena:
- Fase Telógena:

A continuación, se presentan datos registrados del ciclo del cabello.

Tabla 6

Tabla: Datos y Fórmula Pilosa

DATOS Y FÓRMULA PILOSA	
Nº de cabellos	100 000
Velocidad crecimiento	0.5 mm/día
Pérdida diaria	100
Cabello anágeno	85%
Cabello catágeno	1%
Cabello telógeno	14%

Fuente: Federación de enseñanza de C.C. OO. De Andalucía. (2010, septiembre). "EL CABELLO: ESTRUCTURA, PROPIEDADES, COMPOSICION QUIMICA, CICLO, TIPOS Y CLASES DE CABELLO. PAUTAS PARA LA DETERMINACION DE: DISTRIBUCION, LONGITUD, CALIDAD, COLOR, FORMA E IMPLANTACION". feandalucia. Recuperado 26 de enero de 2022, de <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd7484.pdf>

1.5 Block macizo

A continuación, se muestra los requerimientos normativos para realizar el proyecto "Análisis de la resistencia a la compresión de elementos de mampostería de concreto, mediante fibras orgánicas en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas" Es importante recopilar los fundamentos legales y normativos correspondientes para la sustentación del proyecto.

➤ NORMA ASTM "Standard Specification for Load Bearing Concrete Masonry Units" 17.5.2 Standards for Concrete Masonry Units

La resistencia a la compresión es en gran medida una función de las características del agregado. Utilizados en las unidades, y pueden variar regionalmente según los tipos de agregados disponibles. Los agregados en algunas áreas pueden producir unidades de manera rutinaria con resistencias a la compresión mucho más altas sin un costo adicional. (P.01).

17.5.3 Standards for Masonry Mortar and Grout

ASTM C270, Especificación estándar para mortero para unidades de mampostería. Esta norma cubre cuatro tipos de mortero de mampostería hechos de una variedad de materiales cementosos, incluido el cemento portland (ASTM C150), mortero cemento (ASTM C1329) y cemento de mampostería (ASTM C91), así como mezclas cemento hidráulico y cemento de escoria (ASTM C595), cal viva (ASTM C5), y cal hidratada para albañilería (ASTM C207). El método de la proporción es el más conservador, y por lo general producirá morteros con compresión más alta resistencias que las requeridas por el método de propiedad. (P.02).

➤ NORMA ISO 9000 2015

Esta Norma Internacional especifica los términos y definiciones que se aplican a todas las normas de gestión de la calidad y de sistemas de gestión de la calidad desarrolladas por el Comité Técnico ISO/TC 176. (P.07).

➤ CMT. Características de los materiales N-CMT-2-01-004-02

A. Contenido

Esta norma contiene los requisitos de calidad de los morteros que se utilizan en trabajos de albañilería, tales como juntas, aplanados y firmes, entre otros. (P.01).

➤ NORMA MEXICANA ANMX-C-404-ONNCCE-2012 USO Estructural

Industria de la construcción – mampostería – bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural – especificaciones y métodos de ensayo.

La NORMA MEXICANA ANMX-C-404-ONNCCE-2012 USO Estructural. Establece las especificaciones y métodos de ensayo para cumplir en los bloques, ladrillos y tabicones.

En ella podemos obtener la resistencia a compresión que se deberá alcanzar en esta investigación. (ver tabla 07).

Tabla 7

Resistencia a compresión

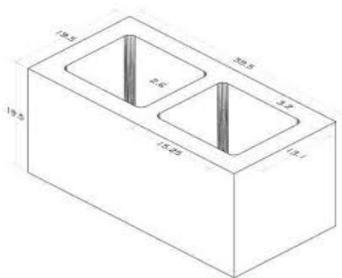
Configuración	Resistencia media	Resistencia mínima individual
	\bar{f}_p MPa (kg/cm ²)	f_{pmin} MPa (kg/cm ²)
Hueco	9 (90)	7 (70)
Multiperforado	9 (90)	7 (70)
Macizo	11 (110)	7 (70)
Hueco	9 (90)	7 (70)
Multiperforado	15 (150)	12 (120)

Fuente: ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y LA EDIFICACIÓN, S. C. (2012, 13 diciembre). NMX-C-404-ONNCCE-2012.pdf. pdfcoffee. Recuperado 18 de enero de 2022, de <https://pdfcoffee.com/nmx-c-404-onncce-2012pdf-3-pdf-free.html>

En la normativa también se presentan las medidas adecuadas de estos elementos de construcción. Medidas que se deberán respetar en el proceso de elaboración de las piezas de block macizo y hueco, las cuales pueden variar por el sitio, sin embargo, es importante tener presente los rangos mínimos. (ver figura 03).

Figura 3

Variación de medidas al elaborar blocks.



Fuente: Soluciones Constructivas BM, S.A. De C.V. (s. f.). Grupo block mx.

➤ **Normas-tecnicas-complementarias-ciudad-mexico-2017**

1.5.1 Mampostería

La mampostería es un sistema constructivo de elementos estructurales y no estructurales que utiliza como base pequeñas unidades de construcción, tales como bloques o ladrillos, unidas entre sí con o sin mortero, concreto de relleno u otro método de unión aceptado. Entre los tipos de mampostería se pueden distinguir dos: integral y confinada. La mampostería integral consiste únicamente en paredes de mampostería reforzada; la mampostería confinada consiste en paños de mampostería confinados por vigas medianeras y columnas de concreto. (Navas Carro, 2007)

1.5.2 Resistencia a compresión

A partir de la resistencia de diseño de las piezas y el mortero.

Para bloques con MPa (60 kg/cm²) y para tabiques y tabicones con MPa (100 kg/cm) se podrá emplear como resistencia de diseño a compresión (P.627).

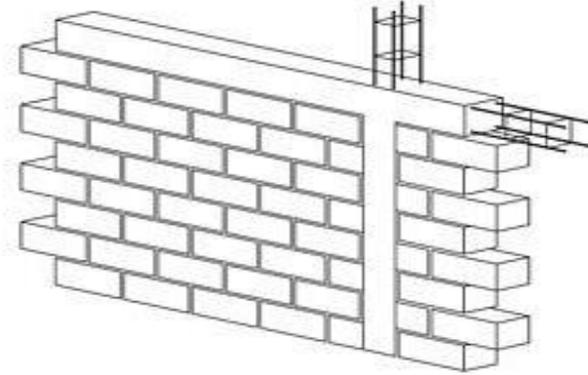
- **Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería**

1.5.3 Alcance

Estas normas sólo permiten el diseño y construcción de estructuras nuevas de piezas artificiales a base de mampostería confinada o reforzada interiormente. Solo se acepta mampostería sin refuerzo en mampostería de piedra. (P.09). (ver figura 04)

Figura 4

Confinamiento de vigas y pilares



Fuente: Solo arquitectura. (2015, 7 octubre). ¿Paciencia? Muros de bloque de hormigón. Alternativas. /

Las normas en cualquier proyecto, son los cimientos para su correcta ejecución, son las bases para el cumplimiento de metas y para conseguir la estabilidad organizacional.

A continuación, se presenta el concentrado normativo que nos permitirá el entendimiento, facilita la gestión y conservación de la información.

1.5.4 *Concentrado normativo*

Tabla 8

Concentrado normativo.

TABLA DE NORMATIVIDAD			
LINEAMIENTOS	JERARQUÍA	CONSIDERA	BIBLIOGRAFÍA
NORMA ASTM “Standard Specification for Load Bearing Concrete Masonry Units”	Internacional	Indica que el material cumpla con los parámetros establecidos en la elaboración y en las pruebas que se le realicen.	Digital Engineering Library. (2004). Standards for Concrete Masonry Units. ASTM C90, Standard Specification for Load-Bearing Concrete. Recuperado 2 de marzo de 2022, de https://www.uop.edu.jo/PDF%20File/uop%20%5BArchitecture_Ebook%5D_Masonry_Design_and_Detailing_For_Architects_and_Contractors-20615_Part279.pdf
NORMA ISO 9000 2015	Internacional	Determina la calidad de los materiales por medio de laboratorios acreditados (Entidad Mexicana de la Acreditación A.C)	Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza. (2015). NORMA INTERNACIONAL Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario. NORMA ISO 9000 2015.pdf. Recuperado 2 de marzo de 2022, de https://saf.uas.edu.mx/pdf/Certificacion/NORMA%20ISO%209000%202015.pdf
NORMA NMX-C-404-ONNCCE2012	Nacional	Señala los requisitos de calidad, resistencia y medidas que deben de respetarse en el proceso de elaboración.	ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y LA EDIFICACIÓN, S. C. (2012, 13 diciembre). NORMA MEXICANA NMX-C-404-ONNCCE-2012. pdfcoffee. Recuperado 2 de marzo de 2022, de https://pdfcoffee.com/nmx-c-404-onncce-2012pdf-3-pdf-free.html
Normas-tecnicas-complementarias-ciudad-mexico-2017	Nacional	Menciona los rangos de resistencia para piezas de mampostería	GACETA OFICIAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO. (2017, 15 diciembre). normas-tecnicas-complementarias-ciudad-mexico. https://www.smie.org.mx/archivos/informacion-tecnica/normas-tecnicas-complementarias/normas-tecnicas-complementarias-ciudad-mexico-2017.pdf . Recuperado marzo de 2022, de https://www.smie.org.mx/archivos/informacion-tecnica/normas-tecnicas-complementarias/normas-tecnicas-complementarias-ciudad-mexico-2017.pdf
NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA	Nacional	Análisis de diseño para estructuras de mampostería con muros construidos por piezas prismáticas de piedra artificial, macizas o huecas.	Sociedad Mexicana de ingeniería estructural A.C. (2017). NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA. https://www.smie.org.mx/archivos/informacion-tecnica/normas-tecnicas-complementarias/normas-tecnicas-complementarias-diseno-construccion-estructuras-mamposteria-2017.pdf . Recuperado 2 de marzo de 2022, de https://www.smie.org.mx/archivos/informacion-tecnica/normas-tecnicas-complementarias/normas-tecnicas-complementarias-diseno-construccion-estructuras-mamposteria-2017.pdf

1.5.5 Resistencia de block hueco y macizo a compresión.

En el laboratorio de materiales de la facultad de arquitectura se realizan pruebas de compresión a Bloqueras de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Ejercicio que tiene como finalidad saber la resistencia del block comercial, así como saber si cumple con los rangos mínimos que señala la normativa. (NORMA MEXICANA ANMX-C-404-ONNCCE-2012 USO Estructural).

De acuerdo con el análisis realizado por alumnos de la Facultad de arquitectura UNACH, existen datos que confirman que muy pocas Bloqueras alcanzan los niveles de resistencia mínima.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el 2019, ensayos realizados antes de la pandemia Covid-19. El proceso del ejercicio es elegir 5 blocks y sacar el promedio de resistencia, con este dato se logró realizar una comparativa de 3 Bloqueras en Tuxtla Gutiérrez, así como también se logra tener información sobre los materiales y proposiciones que utilizaron. (ver tabla 09).

Tabla 9

Concentrado de proporciones

PROPORCIONES DE MEZCLA			
BLOCK DE TUXTLA GTZ.	A	B	C
Cemento	1	1	1
Arena	24 Latas	16 Botes	8 Latas
Agua	3 Latas de agua	3 Botes	4 Litros
Cal	2 paladas	x	x
Polvo (polvorín)	x	x	4 Latas
Total:	42	42	60
Resistencia	33.88	29.17	41.62

Por otra parte, se presenta el proceso de compresión del ejercicio antes mencionado. Datos de la empresa **Adoblocks de Chiapas S.A. DE C.V** y otra **Bloquera de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas**, con el objetivo de analizar la carga (en kilogramos) que cada block resiste, hasta el punto de ruptura.

Es importante que se tomen en cuenta la condición de cada block, como las propiedades que lo integran.

Proceso de preparación para cada prueba.

1. Selección de las piezas.

Tomando en cuenta la condición de cada block, se eligieron para las pruebas aquellos que tuviesen la mayor regularidad posible en su forma.

2. Cabeceo de la primera cara.

Después realizar la selección de las mejores piezas de blocks se continua a realizar el cabeceo de los mismos, en la facultad de arquitectura, este proceso lo realizan utilizando una mezcla de yeso, arena y agua (proporción $\frac{3}{4}$ -1- $\frac{3}{4}$) haciendo uso de materiales de laboratorio como charola y espátula, una vez teniendo lista la mezcla con una consistencia pastosa se coloca en un cabeceador previamente engrasado para posteriormente sentar el block sobre la mezcla y evitar que quede adherido, con la finalidad de que al fraguar, el espesor sea de 1cm aproximadamente.

3. Cabeceo de la segunda cara

Se realiza el mismo procedimiento para la segunda cara, usando las mismas proporciones de materiales para la mezcla, es importante utilizar un nivel de mano para poder rectificar las dos caras y que estas queden firmes para la prueba en la máquina de compresión.

4. Pruebas de compresión.

Tabla 10 Pruebas a compresión

Pruebas a compresión

Prueba de compresión block macizo de Bloquera en Tuxtla

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS FACULTAD DE ARQUITECTURA LABORATORIO DE MATERIALES							
NOMBRE DE LA EMPRESA:				ENSAYE No.:			
LOCALIZACIÓN:				FECHA DE ELAB.:			
				FECHA DE INFORME:			
TIPO DE MATERIAL: Block Macizo							
PRUEBA A LA COMPRESIÓN							
MUESTRA NÚMERO	1	2	3	4	5	PROMEDIO	ESPECIFICACIONES
DIMENSIONES	LARGO, CMS.	39.46	39.66	39.60	39.96	39.60	39.57
	ANCHO, CMS.	12.20	12.00	12.26	12.23	12.13	12.16
	ALTO, CMS.	19.86	19.70	19.60	19.60	19.43	19.63
AREA, CM ²	481.41	475.92	485.50	483.82	480.35	481.40	
VOLUMEN (M ³)							
PESO, KGS.							
PESO VOLUMÉTRICO							
CARGA, KGS.	12,460	12,700	12,870	13,120	10,750	12,380	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, KGS/CM ²	25.88	26.69	26.51	27.12	22.38	25.71	

Prueba de compresión block hueco Adoblocks.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS FACULTAD DE ARQUITECTURA LABORATORIO DE MATERIALES							
NOMBRE DE LA EMPRESA:				ENSAYE No.:			
LOCALIZACIÓN:				FECHA DE ELAB.:			
				FECHA DE INFORME:			
TIPO DE MATERIAL: block hueco industrializado							
PRUEBA A LA COMPRESIÓN							
MUESTRA NÚMERO	1(4-F)	2 (4-H)	3 (4-C)	4 (4-J)	5 (4-E)	Promedio	ESPECIFICACIONES
DIMENSIONES	LARGO, CMS.	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
	ANCHO, CMS.	12.10	12.00	12.10	12.10	12.10	12.10
	ALTO, CMS.	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
	a	2.60	2.60	2.60	2.70	2.60	2.60
	b	2.70	2.80	2.70	2.70	2.70	2.70
c	2.70	2.90	2.90	2.90	2.70	2.90	
d	2.60	2.70	2.80	2.80	2.60	2.70	
e	2.90	2.90	2.90	2.70	2.90	2.70	
AREA TOTAL, CM ²	484.00	480.00	484.00	484.00	484.00	483.20	
AREA NETA, CM ²	269.60	272.12	270.94	274.12	269.60	271.28	
AREA NETA, %	55.70	57.73	56.00	56.63	55.70	56.35	
VOLUMEN (M ³)							
PESO, KGS.							
PESO VOLUMÉTRICO							
CARGA, KGS.	18,000	15,060		15,840	16,640		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, KGS/CM ²	66.77	54.13	66.51	57.78	61.72	61.38	

Después de realizar los pasos anteriores, se prosigue a llevar los blocks a la máquina de compresión para ver la resistencia de cada uno.

Gracias al previo análisis y con los datos capturados, se podrá tener una base, para diseñar una mezcla adecuada y tener los valores estándar de resistencia en Tuxtla Gutiérrez. Sin olvidar el agregado principal que será la fibra de cabello. Cabe mencionar que se tomará como prioridad que cumpla con la normativa NORMA MEXICANA ANMX-C-404-ONNCCE-2012.

Los resultados de la resistencia se obtendrán siguiendo el procedimiento para obtener la carga de cada block, calculando la resistencia a la compresión.

La fórmula para obtenerla es:

$$R = \frac{\text{carga}}{\text{area}}$$

La cual sustituyendo valores tomando como ejemplo los valores del primer block, por ejemplo:

$$R = \frac{19980}{480} = 41.625$$

Con los resultados de la comparativa de la prueba de compresión de un block hueco de Adoblocks y un block macizo de una Bloquera en Tuxtla Gutiérrez, podemos concluir que es notoria la diferencia entre un Block fabricado por parte de una dependencia a un block fabricado in situ, todo esto con la finalidad de demostrar que para determinar la resistencia intervienen diversos factores que pueden alterar su resultado como son los equipos utilizados, el tiempo de elaboración y los diversos agregados para alcanzar la resistencia deseada. Debido a que se tienen que realizar comparativas de diversos blocks, los blocks artesanales fabricados en Tuxtla Gutiérrez, en su mayoría no alcanzan los niveles de resistencia estructural, por lo que se hará la comparativa con el producto con mayor alcance a la resistencia comprobado, que es el de adoblocks con una resistencia alcanzada promedio de 61.38 kg/cm².

Es por ello, que se propone alcanzar la resistencia de 70 kg/cm² con los parámetros de la NORMA MEXICANA ANMX-C-404-ONNCCE-2012 USO Estructural INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN – MAMPOSTERÍA – BLOQUES, TABIQUES O LADRILLOS Y TABICONES PARA USO ESTRUCTURAL –ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE ENSAYO. Similares a la de una de las blockeras con resistencias más altas.

2. CAPITULO: METODOLOGIA

En este capítulo determinaremos las variables a considerar en esta investigación, la cual será de tipo cualitativa al estudiar las características de las principales materias primas con la que se elaboraran las muestras para llegar a tener una investigación cuantitativa al tener resultados medibles con las pruebas a compresión de las muestras en el laboratorio, se diseñan y se enumeran los pasos a seguir para la obtención de resultados.

2.1 Diseño de investigación experimental

Una vez definido nuestro problema y objetivos de investigación, se continuará con el planteamiento de nuestra metodología experimental, que trata de definir cuáles serán las variables a considerar en la investigación para su estudio cualitativo y cuantitativo respectivamente.

2.2 Determinación de agregados

Es importante resaltar que, para diseñar una mezcla con el alcance que se desea, el resultado a la resistencia en compresión del block, el cemento no es el único factor importante a considerar, según (Rivva Lopez, 1992) en su libro “Diseño de Mezclas” menciona lo siguiente:

El grado de control en la calidad y uniformidad del concreto, el cual ha de definir la resistencia promedio con la cual se han de seleccionar las proporciones de la mezcla, este sujeto a las variaciones debidas a: (Rivva Lopez, 1992, págs. 51-52)

- ✓ Calidad de los materiales
- ✓ El proceso
- ✓ Control de calidad

La mezcla de concreto debe diseñarse para una resistencia promedio y que los resultados deberán representar materiales similares a aquellos elegidos en condiciones semejantes, para que la textura que se pretende lograr o alcanzar al momento de preparar la mezcla, sea la adecuada.

Todo con el fin de tener resultados más certeros y no encontrar grandes diferencias que modifiquen los valores finales (Rivva Lopez, 1992).

La consistencia es aquella propiedad del concreto no endurecido que define el grado de humedad de la mezcla (Rivva Lopez, 1992, pág. 71)

Dentro de la clasificación de dicho autor, menciona los tipos de mezcla y los factores a considerar:

- ✓ Mezclas secas
- ✓ Mezclas Plásticas
- ✓ Mezclas Fluidas

Factores que pueden modificar la consistencia:

- ✓ El contenido
- ✓ Textura, porosidad, absorción, granulometría, agregado fino y grueso
- ✓ Aditivos
- ✓ Proporciones
- ✓ Temperatura y humedad relativa
- ✓ Tiempo transcurrido

En el presente proyecto se pretende realizar una mezcla que sea manejable, debido a que no se hará un concreto sino un mortero, por lo que, se optó por buscar fundamentos normativos que indiquen el proceso de un mortero con una resistencia deseada.

Ilustración 1

Tipos de mezcla



Fuente: Calera de Saenz Peña. (2016, 14 septiembre).
Tipos de mezclas para la construcción.

2.3 La mezcla

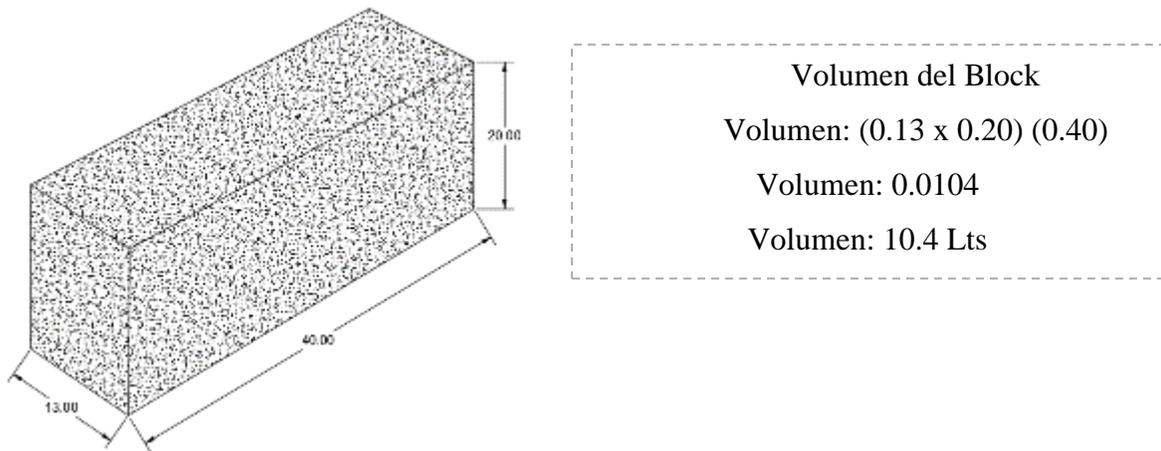
Para la elaboración de los blocks es necesario tomar en cuenta las proporciones de cada uno de los materiales a emplear, debido a que esto determina el nivel de resistencia del producto final.

2.3.1 Perdida de resistencia

La pérdida de resistencia en el block, puede variar según el porcentaje de humedad en el material, si el material tiene un porcentaje menor, este tomará parte del agua de mezclado, por lo que se deberá agregar más agua a la mezcla, si de lo contrario el agregado aporta agua, es necesario que se deba restar a la mezcla, con el mismo propósito de mantener inalterables la relación agua/cemento del concreto.

Figura 5

Dimensiones del block.



Fuente: Elaboración propia.

Según la norma N-CMT-2-01-004/02 (CMT. Características de los materiales) define al mortero como mezclas plásticas aglomerantes que resultan de combinar arena y agua con uno o dos materiales cementantes, que pueden ser cemento Pórtland, cemento Pórtland y cal, cemento Pórtland y cemento de albañilería (cementante premezclado que contiene cemento Pórtland, cal y aditivos plastificadores). (N-CMT-2-01-004/02,2002 p. 01)

Los morteros se clasifican en los tipos que se indican en en la siguiente tabla de la Normativa antes mencionada. (ver tabla 11)

Tabla 11

Tipos de mortero

Tipo	Partes de cemento Pórtland	Partes de cemento de albañilería	Partes de cal	Partes de arena
I	1	0	0 A ¼	No menos de 2.25 ni más de 4 veces la suma de cementantes en volumen
	1	0 A ½	0	
II	1	0	¼ A ½	
	1	½ A 1	0	
III	1	0	½ A 1 ¼	

Nota: Partes en volumen; medido en estado seco y suelto.

2.3.2 Resistencia a la compresión

La resistencia del mortero a la compresión simple, obtenida a los veintiocho (28) días de edad, en especímenes cúbicos de cinco (5) centímetros por lado, será como mínimo la indicada en la tabla 12, según el tipo de mortero de que se trate. (N-CMT-2-01-004/02,2002 p. 04).

Tabla 12

Resistencia a la compresión en morteros

Tipo	Resistencia mínima Mpa (kg/cm2)
I	12.5 (127)
II	7.5 (76)
III	4.0 (41)

2.4 Diseño de mezcla

En este apartado se mencionan de donde salen las proporciones de la mezcla, con la cual se harán las muestras para las pruebas a compresión.

2.4.1 Proporciones de cemento

La NTC mampostería 2020 (Normas Técnicas Complementarias de Mampostería) menciona en la página 19 y 20 en el apartado 2.5.3 Mortero para pegar piezas, menciona lo siguiente:

Los morteros que se empleen en elementos estructurales de mampostería deberán cumplir con los requisitos siguientes:

- A) Su resistencia a compresión será por lo menos de 7.5 MPa (75kg/cm²).
- B) Siempre deberán contener cemento Hidráulico Portland en la cantidad mínima indicada en la tabla siguiente:

Proporcionamientos en volumen, recomendados para mortero dosificado en obra. (ver tabla 13).

Tabla 13

Tipos de mezcla

Proporcionamientos, en volumen, recomendados para mortero dosificado en obra ¹				
Tipo de mortero	Partes de cemento hidráulico	Partes de cemento de albañilería	Partes de cal hidratada	Partes de arena ²
I	1	—	0 a ¼	3
	1	½	—	4½
II	1	—	0 a ½	4½
	1	1	—	6

Fuente: Gobierno de la Ciudad de México. (2020, 19 octubre). Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería. Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería.

- C) Los proporcionamientos incluidos en esta tabla son sólo indicativos, por lo que el mortero deberá cumplir con la resistencia a compresión de diseño establecida en la tabla anterior independientemente de la dosificación que se utilice.
- D) El volumen de arena se medirá en el estado suelto.

- E) El volumen de arena no será mayor que tres veces la suma de los cementantes y se medirá en estado suelto.
- F) Se empleará la mínima cantidad de agua que dé como resultado un mortero fácilmente trabajable.
- G) Si el mortero incluye cemento de albañilería, la cantidad máxima de éste, a usar en combinación con cemento, será la indicada en la tabla anterior.

El cemento utilizado es de la marca Tolteca, portland CPC 30R de 50 kg.

➤ **CPC 30 R**

Cemento Portland Compuesto, cumple con las especificaciones de calidad establecidas en la Norma Mexicana **NMX-C-414-ONNCCE**-(VIGENTE).

Figura 6

Materiales básicos para la construcción



Fuente: fao.org. (2016). 3. Materiales básicos para la construcción.

2.4.2 *Proporciones de agua*

Con la relación anterior se empleó una proporción de agua teniendo como referencia el libro Fabricación de bloques de concreto del Instituto Colombiano de Productores de cemento, en Colombia, en él se considera los siguientes parámetros de proporciones para elaboración de mezclas según su contenido de cemento. (ver tabla 14)

Tabla 14 Esquema comparativo de proceso de fabricación de bloques de concreto.

Esquema comparativo de proceso de fabricación de bloques de concreto

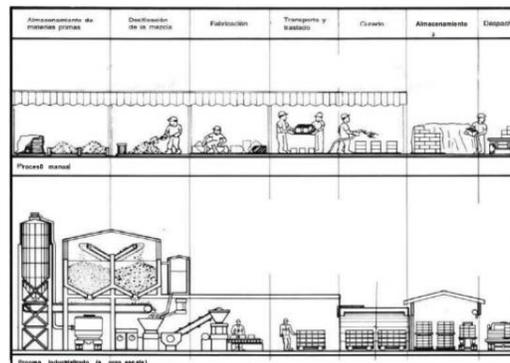
Tipo de Mezcla		
Contenido de cemento KG/m3	Agua	Bulto de cemento
250	0.35	1
275	0.35	1
300	0.35	1

Fuente: instituto colombiano de productores de cemento - ICPC. (1991). Fabricación de Bloques de Concreto

En base a esta relación se consideró el aumento de la proporción hasta llegar a un mortero trabajable, como lo menciona el inciso (F) de la norma N-CMT-2-01-004/02. Teniendo presente el uso de las proporciones considerables y no llegar a una mezcla demasiado líquida que dañe la resistencia final del producto. El proceso de elaboración de block puede variar, para producirlos de manera industrializada, se crean a base de vibro compactación, cuando se hacen de manera artesanal, siempre se corre el riesgo de tener variaciones en la resistencia final. (ver ilustración 2)

Ilustración 2 Esquema comparativo de proceso de fabricación de bloques de concreto

Esquema comparativo de proceso de fabricación de bloques de concreto



Fuente: INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO - ICPC. (1991). Fabricación de Bloques de Concreto

2.5 Agregados

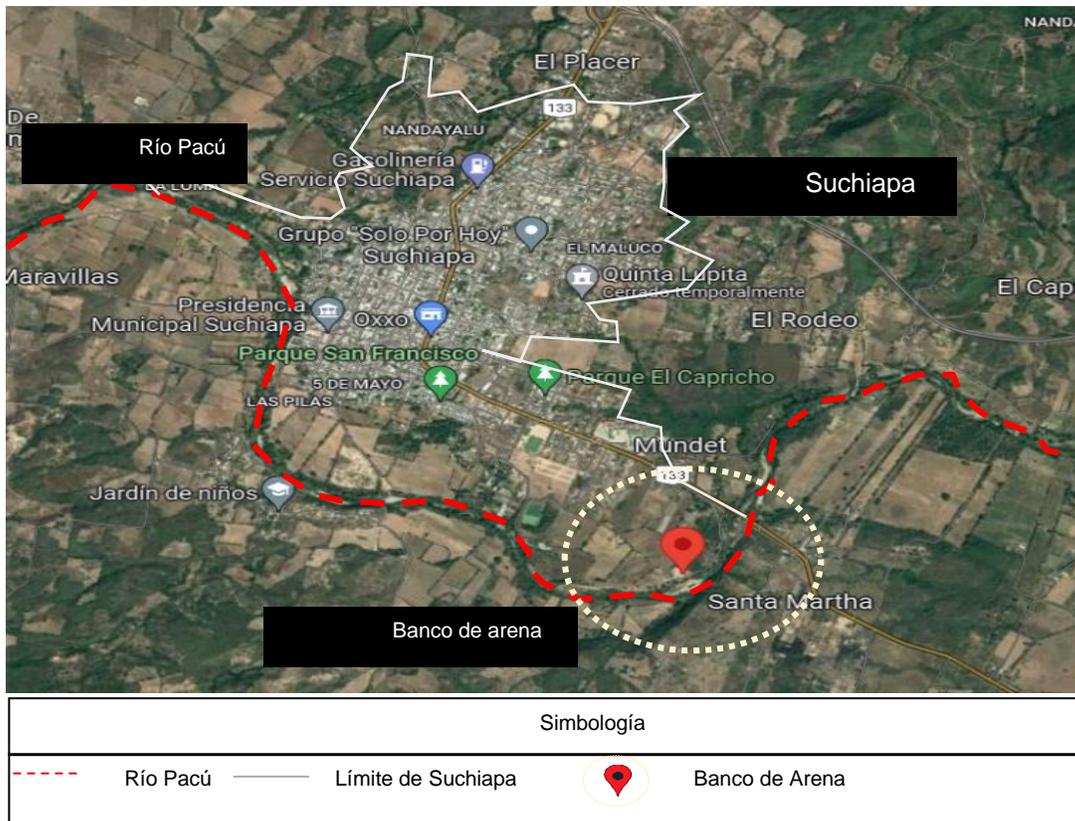
En este apartado se enunciarán los conceptos que son los primordiales estudiar del agregado utilizado en las muestras que se elaboraran para las pruebas de compactaciones el laboratorio.

2.5.1 Arena

Después del aire y el agua, la arena es uno del material más utilizado en el mundo. Se extrae de canteras, ríos o lagos, pero también se puede obtener en forma artificial mediante la trituración de rocas por medios mecánicos. Ambas formas de extracción dan como resultado un producto limpio, compacto, durable y resistente. El banco de arena donde se extrajo la arena a utilizar en la elaboración de los blocks está ubicado a pocos minutos del municipio de Suchiapa (ver ilustración 3) la arena recomendada en este tipo de trabajos es la de grano fino procedente de canteras y ríos.

Ilustración 3

Ubicación de banco de arena.



Fuente: Elaboración propia

A pesar que la arena de dicho banco se caracteriza por ser gruesa, se realizó un análisis, para confirmar que está arena si es apta para la elaboración de las piezas de mampostería deseadas.

Es extraída del rio Pacú, en dicho análisis se comprueba que es una Arena cuarzosa con granos finos y de colores variados, útil para elaborar blocks, libres de arcillas, micas, polvo y materiales orgánicos y materiales contaminantes.

foto 1 Rio pacú



Fuente: Trabajo de campo

foto 2 Banco de arena La Pasadita



Fuente: Trabajo de campo

foto 3 Banco de arena La Pasadita



Fuente: Trabajo de campo

foto 4 Banco de arena La Pasadita



Fuente: Trabajo de campo

2.5.2 Análisis granulométrico

El objetivo principal del análisis de los agregados pétreos es separar y conocer los porcentajes que se encuentra cada tamaño de roca. Según las recomendaciones del manual de prácticas del laboratorio, de la facultad de Ingeniería civil, que los materiales reúnan una gama amplia de tamaños para lograr mezclas con la densidad más alta posible, es decir, con el menor número de huecos una vez compactadas.

Una de las principales causas de la pérdida de resistencia de un concreto es a la granulometría de sus agregados, debido al acomodamiento deficiente de los moldes. Los agregados forman aproximadamente dentro del 66%-75% del volumen, por lo que, sus características granulométricas de resistencia del material a utilizar, son los principales transmisores de los esfuerzos a que queda sujeto un elemento estructural.

foto 5 Arna del banco la pasadita



Fuente: Trabajo de campo

foto 6 Recolección en costales.



Fuente: Trabajo de campo

A continuación, se presentan algunas definiciones del manual de prácticas del laboratorio de mecánica de suelos, resistencia de materiales y tecnología del concreto, de la facultad de Ingeniería civil.

2.5.3 *Peso volumétrico*

Esta es la relación de un material y el volumen ocupado por el mismo, expresado generalmente en kilogramos fuerza por metro cúbico. Hay dos valores para esta relación, que son el peso volumétrico suelto y peso volumétrico compacto. El peso volumétrico compactado se usa para tener el valor del peso a volumen en el proporcionamiento de mezclas, que se traduce en conocer el consumo de agregados por metro cúbico de concreto.

Es por ello, que el peso volumétrico suelto, se usa para conocer los volúmenes de materiales almacenados.

2.5.4 *Densidad*

La densidad Relativa es la relación entre masa de volumen del material, y la masa del mismo volumen de agua neutra a 20°C de temperatura.

El valor de la densidad de los agregados, es muy importante para proporcionar concreto por el método de los “volúmenes absolutos”. Para determinarlo se lleva a los agregados a un estado de saturación interna y superficialmente seco (S.S.S.).

Las muestras en estado S.S.S, se pesan y se sumergen en un depósito vertedor de agua (Picnómetro), previamente aforado y se determina el peso del líquido desplazado por dichas muestras. Los resultados de estas muestras son para el ensayo, debido a que el peso del material está contenido también de agua interior que no es masa sólida.

Tomando en cuenta el concepto de peso específico (peso por unidad de volumen) sin que el valor numérico cambie por la densidad relativa.

2.5.5 *Absorción*

La absorción es el total de agua acumulada en el interior de los agregados, se expresa como porcentaje del peso seco de cada muestra. Se calcula mediante el peso seco del material y después de someterlo a un secado total, la diferencia de pesos totales se divide por el peso seco para luego ser multiplicado por 100% de porcentaje de absorción total.

El agua es la que produce la reacción química hidratos de hidratación del cemento, es importante analizar la relación agua/ cemento ya que es un dato de suma importancia para determinar la resistencia de compresión de los concretos endurecidos.

2.5.6 Desarrollo de la práctica

Se harán una serie de muestras donde se determinarán las masas volumétricas, la densidad, absorción y la granulometría de los agregados que se usarán en los blocks para las pruebas de compactación para garantizar que el agregado tenga la calidad necesaria para utilizarlos.

2.5.6.1 Preparación de la muestra

Teniendo los materiales, se trasladaron al laboratorio para posteriormente realizar los respectivos ensayos que se muestran a continuación.

Para la preparación de los ensayos, es necesario secar la arena, debido al contenido de agua que presenta, el secado de la arena al aire o al sol a temperatura ambiente, en donde se extiende la muestra sobre una superficie horizontal, lisa y limpia para que sea más fácil recogerla y evitar pérdida de finos y su contaminación.

Posteriormente se realiza el cuarteo, para tener proporciones representativas de tamaño adecuado. Se mezcla el material para que sea homogéneo, traspaleándolo 4 veces de un lugar a otro.

2.5.6.2 Masas volumétricas, densidad, absorción y granulometría.

A continuación, se explica cómo se llevará a cabo la práctica para sacar cada aspecto del agregado que será utilizado en los blocks para las pruebas, se enuncia el material y el equipo utilizado y después se detalla la preparación de la misma.

Masas Volumétricas	
Material y equipo Necesario	
<ul style="list-style-type: none"> • Cucharón de lámina • Regla metálica de 30 cm • Recipiente metálico cilíndrico (Tara) • Balanza de 20 Kg de capacidad y aproximación de 5 gramos • Flexómetro • Varilla punta de bala 	
Desarrollo de la Práctica	
<p>Del cuarteo previamente realizando se obtiene una muestra representativa de dos cuadrantes opuestos.</p>	
<p>1. Masa Volumétrica en estado seco suelto</p>	
<p>2. Se pesa el recipiente cilíndrico vacío</p>	
<p>3. Se mide el diámetro y la altura del recipiente para obtener su volumen ($v = \pi r^2 h$).</p>	
<p>4. Empleando el cucharón, llenando el recipiente con la arena dejándola caer desde una altura de 5 cm, inclinando ligeramente el recipiente y evitando su reacomodo por movimientos indebidos.</p>	
<p>5. Se enrasa el material con la regla metálica.</p>	
<p>6. Se pesa el recipiente con el material.</p>	

Masa Volumétrica en estado seco compactado	
<p>1. Empleando el cucharón, llenar el recipiente con la arena en 3 capas, las cuales se compactarán al dejar caer el recipiente desde una altura de 5 cm sobre un material suave. La caída del recipiente se alternará en dos de sus bordes diariamente opuestos y cada capa se compactará dando 25 golpes a cada lado del fondo.</p>	
<p>2. Se enrasa el material con la regla metálica</p>	
<p>3. Se pesa el recipiente con el material.</p>	
Resultados	
<p>Efectuar los cálculos con la siguiente fórmula:</p>	
$MVS (S, C) = \frac{\text{Masa del material}}{\text{Volumen del recipiente}} = \frac{Wm}{Vr} ; \text{kg} / \text{m}^3$	

Densidad y absorción	
Material y equipo Necesario	
<ul style="list-style-type: none"> • Balanza con aproximación de 0,1 g. • Vaso de aluminio con capacidad de 500 cm³ • Charola circular • Frasco Champman • Molde troncocónico y pisón para humedad en arena estado SSS. • Espátula • Charola rectangular de lámina galvanizada de 40x70x10 cm. • Horno eléctrico a temperatura constante de 105 ± 5 °C 	
Desarrollo de la Práctica	
<p>1. Se coloca dentro del vaso de aluminio con capacidad de 50 cm³ una muestra representativa de aproximadamente un kilogramo del material seco, y luego se sumerge en agua durante otras 24 horas.</p>	
<p>2. Pasado este tiempo se decanta el exceso de agua evitando la pérdida del agregado y se extiende la muestra en la charola expuesta al aire libre. Con ayuda de la espátula se esparce con frecuencia para asegurar que su secado sea homogéneo. Procurando que no se seque completamente.</p>	
<p>3. Se continúa sujetando firmemente el molde troncocónico y se coloca una porción del agregado fino hasta que se desborde.</p>	
<p>4. Se apisona el agregado dentro del molde con 25 golpes ligeros del pisón dejándolo caer libremente desde 5 mm arriba de la superficie del agregado, distribuyendo los golpes sobre la superficie.</p>	
<p>5. Se remueve la arena suelta alrededor del molde y se levanta el molde verticalmente. Un desplome ligero del agregado moldeado indica que ha alcanzado la condición de saturado y superficialmente seco (sss), mientras que si el material conserva la forma del molde significa que aún hay humedad en el agregado y deberá secarse y repetir el proceso.</p>	

Densidad	
1. Se pesa el frasco de Chapman Vacío para obtener C.	
2. De la muestra saturada y superficialmente seca se toma una porción y se pesan 300 gramos.	
3. Llenar el frasco de Chapman hasta la marca de 200ml.	
4. Depositar 300 gramos de arena en el frasco, evitando que las partículas se peguen a las paredes de cristal en su descenso.	
5. Se extrae el aire atrapado dentro del frasco rodándolo en una superficie plana.	
6. Completando el llenado del frasco hasta la marca de aforo (450 ml) dejar reposar el frasco por una hora.	
7. Pesar el frasco con el material para obtener B.	

Resultados	
Efectuar los cálculos con las siguiente formula:	
$\text{Densidad} = \frac{300}{(450-(B-(C+300)))}; \text{ gr/cm}^3$	
Absorción	
<p>1. De la muestra saturada y superficialmente seca se toma una porción y se pesan 500 gramos.</p>	
<p>2. Colocar los 500 gramos en una charola circular y secarlo al horno por 24 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ horas</p>	
<p>3. Transcurridas las 24 horas de secado, sacar lamuestra del horno y dejarla enfriar para posteriormente pesarla y obtener A.</p>	
Resultados	
Efectuar los cálculos con la siguiente fórmula:	
$\% \text{ Absorción} = \frac{500-A}{A} \times 100$	

Granulometría	
Material y equipo Necesario	
<ul style="list-style-type: none"> • Juego de mallas (Nos. 4,8,16,30,50,100,200 tapa y charola) • Balanza con aproximación de 0.1 g • charolas circulares • cepillo de alambre • cepillo de cerdas • brocha • cucharón 	
Desarrollo de la Práctica	
<p>1. Se ensamblan las mallas que van a ser utilizadas en la determinación en orden descendente de aberturas terminando con la charola.</p>	
<p>2. se procede a verter la arena en la malla superior y se tapa.</p>	
<p>3. se efectúa la operación de cribado imprimiendo al juego de mallas un movimiento vertical y de rotación horizontal por espacio de 10 a 15 minutos.</p>	
<p>4. concluido el cribado se quita la tapa y se separa la primera malla (No. 4) de la cual se agita sobre una charola circular hasta que se estime de la masa de material que pasa dicha malla durante un minuto se menor a 1 g.</p>	
<p>5. El material depositado en la charola se vierte en la siguiente malla (No. 8).</p> <p>Este procedimiento de cribado se repite en forma subsecuente con cada una de las mallas restantes verificando que las partículas que queden atrapadas sean regresadas a la porción retenida correspondiente mediante un cepillado de las mallas por su reverso.</p>	

<p>6. Se obtienen las masas del material retenido en cada malla.</p>	
<p>Resultados</p>	
<p>Efectuar los cálculos con la siguiente formula:</p>	
$Rt (\%) = \frac{\text{Masa del material retenido (g)}}{500 (g)} \times 100$	
<p>Módulo de finura</p>	
$MF = \frac{\Sigma \% \text{ Retenido Acumulado}}{100}$	
<p>2.3 < MF > 3.5</p>	

Las practicas se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos, resistencia de materiales y tecnología del concreto, de la facultad de Ingeniería civil, ubicado en el Blvd. Belisario Domínguez, s/n C.P 29000 de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chis.

foto 7 Prueba de granulometría



Fuente: Trabajo de campo

2.6 Cuestionario para barberías

Se diseñó un cuestionario para corroborar la demanda de usuarios que hay en dos barberías de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez Chiapas, así como la cantidad de cabello que desechan.

2.6.1 Diseño de cuestionario

Para la obtención de los datos del análisis de cabello fue necesario realizar un cuestionario que ayudará a tener un mejor control del cabello que se recopiló de las barberías.

La aplicación del cuestionario se llevó a cabo en 2 barberías de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. En la barbería “**Don Porfirio**” ubicada en la 1a norte poniente esquina 16 poniente norte plaza casa blanca, Calle 16A. Pte. Sur, 29030 Tuxtla Gutiérrez, Chis. Y en la segunda llamada “**Beto Peluquería**” ubicada en la 11A. Sur Poniente 1106, Popular Xamaipak, 29067 Tuxtla Gutiérrez, Chis.

Ilustración 4

Ubicación de barberías para muestras de cabello



Fuente: Trabajo de campo

foto 8 *Peluquería Beto*



Fuente: Trabajo de campo

foto 9 *Peluquería Don Porfirio*



Fuente: Trabajo de campo

En primer lugar, se hizo una revisión de 2 casos análogos, de proyectos donde realizaron cuestionarios con el mismo enfoque.

Con base a estos proyectos se observó la estructura de una encuesta, la cual fue la base para aplicar las entrevistas.

El primer caso es del proyecto “Análisis de la Resistencia a la Compresión y Flexión de Concreto con Agregados de: Cunyac, Mina Roja y Vicho Adicionado con Fibras de Cabello Humano” En este cuestionario se puede observar las preguntas que son necesarias para poder realizar una clasificación y control respecto al cabello y poder determinar el uso que le pueden dar al compartir este análisis con ellos. (ver ilustración 05).

Ilustración 5 Encuesta a peluquería y centros de estética en la ciudad de cusco.

 	
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
ENCUESTA A PELUQUERÍAS Y CENTROS DE ESTÉTICA EN LA CIUDAD DE CUSCO	
Nombre de la Tesis	"Análisis de la Resistencia a la Compresión y Flexión de Concreto con Agregados de: Cunyac, Mina Roja y Vicho Adicionado con Fibras de Cabello Humano"
Alumnos	-Bach. Bertha Lilia Onofre Lopez
	-Bach. Brian Hugo Vera Espinoza
DATOS DE LA PELUQUERÍA	
Nombre	
Ubicación	
Responsable	
PREGUNTAS	
1.) ¿Cuál es la Cantidad de Gente que asiste por día?	_____
2.) ¿Cuántas Bolsas de Basura por Día botan?	_____
3.) ¿Ud. Clasifica la basura, separa los cabellos del resto?	a) Si b) No c) A veces
4.) ¿A la peluquería concurren recolectores de basura, el cual reutilizan los cabellos humanos?	a) Si b) No c) A veces d) Rara vez
5.) ¿Con que frecuencia botan las bolsas de basura que contienen cabellos humanos?	a) 1xSemana b) 2xSemana c) 3xSemana d) 4xSemana e) Diario
6.) ¿Cuántas bolsas de basura botan?	_____
	Peso de Bolsa
7.) ¿Usted regalaría o vendería la basura?	a) Regalaría b) Vendería
8.) ¿En el caso de que Usted clasifique los cabellos, usted regalaría o vendería esos cabellos?	a) Regalaría b) Vendería
9.) ¿En el caso de que usted venda, cuál sería el costo de 1 kg de cabello?	_____ (Clasificado) _____ (Sin Clasificar)
OBSERVACIONES	

Fuente: Onofre López, B. L., & Vera Espinoza, B. H. (2014, septiembre). "Análisis de la Resistencia a la Compresión y Flexión de Concreto con Agregados de: Cunyac, Mina Roja y Vicho Adicionado con Fibras de Cabello Humano ". scribd.

El segundo caso es el proyecto “Adición de fibra de cabello humano en la resistencia a la flexión para un concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, huaraz-2021” en la que no se muestran algún levantamiento de esta información, es por ello que se decidió tener una estructura similar del primer caso de la Universidad Andina del Cusco.

A continuación, se presenta las 5 partes definitivas las cuales se les fueron asignado un color para poder identificar la estructura de la encuesta que se usará en la presente investigación. (ver ilustración 06).

1. Datos generales
2. Datos temporales
3. Información de la Barbería
4. Preguntas
5. Observaciones

Ilustración 6 Encuesta a barbería

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS FACULTAD DE INGENIERÍA MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN SEMINARIO I 	
I- DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA TESIS	"ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE ELEMENTOS DE MAMPOSTERÍA DE CONCRETO MEDIANTE FIBRAS ORGÁNICAS EN TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS".
ALUMNO:	HERNAN DE JESUS HERNANDEZ VELAZQUEZ.
II- DATOS TEMPORALES	
FECHA:	
HORA DE ENTREVISTA:	
III- INFORMACIÓN DE BARBERÍA	
NOMBRE:	
UBICACIÓN:	
RESPONSABLE:	
IV- PREGUNTAS	
1. ¿Cuánta cantidad de gente asiste por día?	
2. ¿Cuántas bolsas de basura por día botan?	
3. ¿Ud. clasifica la basura, separa los cabellos?	A)SI B)NO C)A VECES
4. ¿Con que frecuencia botan las bolsas de basura que contienen cabellos humanos?	
5. ¿usted regalaría o vendería la basura?	A)REGALARÍA B)VENDERÍA
6. ¿En caso de que usted venda, cuál sería el costo de 1 kg de cabello?	CLASIFICADO SIN CLASIFICAR
V-OBSERVACIONES	

Fuente: Elaboración propia

2.7 Fibra de cabello orgánico

En este apartado se vera como fue la selección de las muestras de cabello, desde la recolección hasta la proporción que se utilizó para las muestras de blocks que se hicieron para las pruebas de compactación.

2.7.1 Selección de cabello

Para realizar la selección de cabello, se designo un género en especifico y se determinó un rango de edades, debido a los sitios donde se recopilaron las muestras. También para tener un mayor control de resultados, fue necesario hacer una clasificación de los cabellos en cada barberia.

Es por ello, que se realizaron cortes con tijera de una pulgada (2.54 cm) como se muestran en las siguientes imágenes. (ver foto 10 y 11)

foto 10 *Proceso de recolección de cabello*



Fuente: Trabajo de campo

foto 11 *Proceso de recolección de cabello*



Fuente: Trabajo de campo

A pesar que todos los días se recogían las bolsas de cabello, se encontraban en condiciones no aptas para realizar el proceso de mezcla. A causa de esto fue necesario lavar el cabello y separar la basura que se encontraba en las bolsas donde entregaban el cabello.

A continuación, se presenta el proceso de limpieza del cabello, obtenido.

Una vez recogido el costal de cabello de la barbería se procede a quitar cualquier material o residuo que no sea la fibra de cabello para esto se procede a quitar de forma manual los desechos sólidos más grandes, para después lavar el cabello y usar una malla para colar las impurezas mas pequeñas como se muestra en las fotos obtenidas en campo.

foto 12 *Muestra de cabello en estado inicial*



Fuente: Trabajo de campo

foto 13 *Colado de impurezas*



Fuente: Trabajo de campo

foto 15 *lavado final de la muestra*



Fuente: Trabajo de campo

foto 14 *Secado de la muestra*



Fuente: Trabajo de campo

foto 16 *Remoción de últimas impurezas*



Fuente: Trabajo de campo

foto 17 *Corte de fibras a tamaños iguales*



Fuente: Trabajo de campo

2.7.2 Proporciones de cabello

El presente trabajo ha sido desarrollado con principios éticos, su objetivo es cooperar con nuestra comunidad a través de la contribución de reciclar, agregando cabello humano a la mezcla en ciertas proporciones, para darle un nuevo uso.

Para determinar la adición de fibra de cabello humano, se decidió agregar el 2% para analizar la resistencia a la compresión, dándole continuación a las previas investigaciones de 0.40%, 0.70% de la tesis “Adición de fibra de cabello humano en la resistencia a la flexión para un concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, huaraz-2021” donde los resultados no fueron del todo favorables sin embargo con el análisis del 1% y 1.5% En la tesis “Análisis de la Resistencia a la Compresión y Flexión de Concreto con Agregados de: Cunyac, Mina Roja y Vicho Adicionado con Fibras de Cabello Humano” de la Universidad Andina del Cusco donde se demostró la hipótesis general, del incremento a la flexión y a la compresión para un diseño de concreto de $f'c: 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 15 Datos de mezcla de cabello.

Datos de mezcla de cabello.

MEZCLA	LONGITUD DE LA FIBRA (CM)	VOLUMEN DE LA FIBRA (%)
Concreto 275KG/CM2	2.54 CM	Volumen variable

Fuente: Elaboración Propia

2.7.3 Dosificación de fibra de cabello humano

En la presente investigación y como se harán diversos ensayos con diferentes proporciones, se plantea lo siguiente:

Considerando que 100 gramos equivalen al 10%, adicionando los porcentajes de cabello humano al volumen de concreto.

➤ $100\text{g} \times 2\% / 10\% = 20\text{g}$ para cada block.

En resumen, se tomó el 2% equivalentes a 20 gramos. (ver tabla 16)

Total de fibra de cabello para 10 blocks con 2% = 200 gramos

El cabello adicionado en el primer ensayo será de 2.54 cm de longitud.

Tabla 16 Cantidad de cabello.

Cantidad de cabello.

CABELLO	
Porcentaje	Gramos
1%	10
2%	20
5%	50

Fuente: Elaboración Propia

2.8 Piezas de mampostería

2.8.1 Block macizo/ block hueco

El block es un material de construcción de forma prismática rectangular, ya sea sólido o hueco que son fabricados con cemento portland y agregados como la arena, polvo de grava y agua.

Dentro de las especificaciones señaladas en la norma mexicana Nmx-c-404-onncce-2012 de la industria de la construcción – mampostería – bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural –especificaciones y métodos de ensayo define lo siguiente:

2.8.2 Pieza maciza

Los tabiques y bloques deben tener un área neta mayor o igual al 75 % del área bruta y las paredes exteriores deben tener un espesor no menor que 20 mm para tabiques, para el caso de bloques se debe cumplir los valores indicados en la siguiente tabla No.20.

2.8.3 Pieza hueca

Los tabiques y bloques deben tener un área neta, calculada en la cara menor espesor de pared, mayor o igual al 50% y menor al 75% del área bruta para tabiques las paredes exteriores deben tener un espesor no menor que 15 mm y las paredes interiores deben tener un espesor no menor de 13 mm, para el caso de bloques se deben cumplir los valores indicados en la siguiente tabla. (ver tabla 17)

Tabla 17 Espesor de paredes para bloques lisos.

Espesor de paredes para bloques lisos.

Dimensión modular de bloques Ancho x alto x largo cm	Dimensión de fabricación de bloques Ancho x alto x largo cm	Espesor mínimo de paredes exteriores mm	Espesor mínimo de paredes interiores mm
10 x 20 x 40	10 x 19 x 39	20*	20
12 x 20 x 40	12 x 19 x 39	20*	20
14 x 20 x 40	14 x 19 x 39	25*	25
15 x 20 x 40	15 x 19 x 39	25*	25
20 x 20 x 40	20 x 19 x 39	32	25
25 x 20 x 40	25 x 19 x 39	32	30
30 x 20 x 40	30 x 19 x 39	32	30

2.9 Proceso de fabricación

- Se pesan todos los materiales a necesitar, se separan en bolsas o costales con las proporciones indicadas
- Se realizaron varios intentos y se determinó que la mejor manera para lograr una mezcla uniforme es mezclar el cemento con el cabello, por ello se procede a realizar dicha mezcla.
- Se continua con la mezcla en la revoladora de arena y agua, aproximadamente 10 minutos.
- Continuando con el proceso, se engrasa el molde para el block
- Una vez realizada la mezcla, con la consistencia adecuada, se vierte la mezcla en el molde para realizar el producto
- Es importante no olvidar realizar el curado del block, para evitar que este se cuartee, este es uno de los procesos más importantes ya que se trata de controlar y mantener un contenido de humedad suficiente y una temperatura favorable en el concreto durante la hidratación de los materiales cementantes.

Tabla 18 Tiempo de fabricación de un block

Tiempo de fabricación de un block

Tiempo para proceso de fabricación del block	
Actividad	Horas
Mezclado	10 Min
Elaboración	1.30 Min (Cada block)
Secado	8 Horas
Tiempo Total	10 Horas

foto 19 Porción de cabello



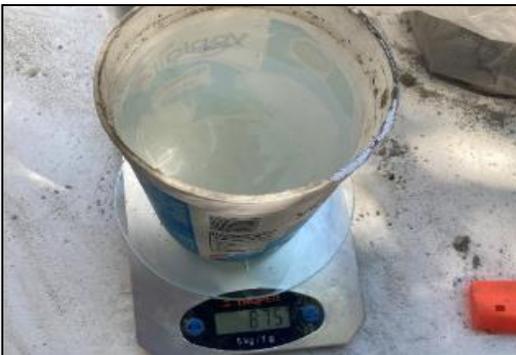
Fuente: Trabajo de campo

foto 18 Pesado de agregado fino



Fuente: Trabajo de campo

foto 21 Porción de agua



Fuente: Trabajo de campo

foto 20 Porción de cemento y cabello



Fuente: Trabajo de campo

foto 23 Mezcla de cabello y cemento



Fuente: Trabajo de campo

foto 22 Mezclado de los materiales



Fuente: Trabajo de campo

foto 24 Mezcla en revolvedora



Fuente: Trabajo de campo

foto 25 Adición de agua a la mezcla



Fuente: Trabajo de campo

foto 26 Vaciado de mezcla en moldes



Fuente: Trabajo de campo

foto 27 Relleno de moldes



Fuente: Trabajo de campo

foto 28 Enrase de moldes con la mezcla



Fuente: Trabajo de campo

foto 29 Retiro de moldes



Fuente: Trabajo de campo

foto 30 Curado de block



Fuente: Trabajo de campo

foto 31 blocks para terminados



Fuente: Trabajo de campo

El proceso de elaboración de cada block fue individual, debido a la exactitud de las proporciones de la mezcla y sus agregados, se realizaron blocks de:

- cemento-arena-agua.
- cemento-polvorín-agua.
- cemento-arena-agua-cabello.
- Cemento-polvorín-agua-cemento.

Para poder realizar los blocks finales, se realizaron varios ensayos en los que gracias al proceso de prueba y error se logró determinar el procedimiento adecuado del momento para mezclar cada uno de los materiales. (ver foto 32)

foto 32 Ensayo proceso de fabricación de los blocks



Fuente: Trabajo de campo

➤ **Cemento**

275 kg/1000 lts (10.4 v) =2.86 kg

De acuerdo a la relación cemento-arena-agua 1:6:0.35

➤ Para 10.4 Litros de mezcla (1 Pza de block)

- **Cemento: 2.86 kg**
- **Arena: 17.16 kg**
- **Agua: 1.001 Lts**

Para realizar los blocks, fue necesario hacer varias piezas con diferentes agregados y proporciones siguiendo la normativa, se realizaron blocks de los siguientes materiales: (ver foto 33)

- Cemento-Arena-Agua
- Cemento-Arena-cabello-agua
- Cemento-Polvorín-Agua
- Cemento-Polvorín-Cabello-Agua

foto 33 Blocks terminados



Fuente: Trabajo de campo

2.9.1 Tipos de block

Block de cemento-arena-cabello-agua (block 01)

Medidas: 13x20x40

Proporciones: 1:4.5:0.35

Descripción:

El primer y segundo block se realizó con los siguientes materiales, según la proporción 1:4.5:0.35 como lo indica las Normas Técnicas Complementarias de Mampostería.

- 2.7 kg Cemento
- 12.5 kg Arena
- 0.945 Lts Agua

Se puede observar que presento cuarteaduras de manera longitudinal, debido a que no se realizó el proceso de curado necesario. (ver foto 34).

foto 34 Blok 01



Fuente: Trabajo de campo

Block de cemento-arena-cabello-agua (block 02)

Medidas: 13x20x40

Proporciones: 1:4.5:0.35

Descripción:

El segundo block se realizó en conjunto con el primero, respetando las mismas proporciones, sin embargo, la cantidad de material no fue suficiente y se concluyó que podría ser por el desperdicio.

foto 35 Block 02



Fuente: Trabajo de campo

Block de cemento-arena-cabello-agua (block 03)

Medidas: 13x20x40

Proporciones: 1:4.5:0.35

Descripción:

El tercer block se realizó de manera individual, la diferencia de este, es el tamaño, debido a que se había calculado un molde de 12x20x40. Rectificando que no fue el desperdicio sino la cantidad de mezcla respecto al volumen.

foto 36 Block 03



Fuente: Trabajo de campo

Block de cemento-arena-cabello-agua (block 04)

Medidas: 13x20x40

Proporciones: 1:6:0.35

descripción:

Se realizaron los siguientes blocks con las medidas ajustadas y con las proporciones según el volumen, debido a que la mezcla de todo el material se hizo junta, para el cuarto block fueron visibles bolas de cabello que no pudieron esparcirse adecuadamente. (ver foto 37 y 38).

foto 38 Block 04



Fuente: Trabajo de campo

foto 37 Block 04 cabello aglomerado



Fuente: Trabajo de campo

Las cantidades de material según las proporciones de las Normas Técnicas Complementarias de Mampostería, son las siguientes:

- Cemento: 2.86 kg.
- Arena: 17.16 kg.
- Agua: 1.001 Lts.
- Cabello: 20 g.

Sin embargo, el proceso se modificó y se llegó a la conclusión de realizar primero la mezcla del cabello con el cemento, para evitar las aglomeraciones del cabello.

Una vez realizado el proceso de prueba y error, se procede a elaborar la mezcla tomando en cuenta las consideraciones anteriores de las cantidades, la mezcla del cabello con el cemento y sin olvidar el proceso de curado.

El proceso de prueba y error consta de cuatro etapas: definir y diseñar, construir un prototipo, probar y probar, y analizar los resultados. Este proceso es de suma importancia para tener un producto idóneo y poder realizar las pruebas a compresión necesarias.

2.10 Pruebas a compresión

Siguiendo la norma NMX-C-036-ONNCCE-2013, de la Industria de la construcción-mampostería- resistencia a la compresión de bloques, tabiques o ladrillos y tabicones- método de ensayo, esta norma mexicana establece como objetivo el método de ensayo para la resistencia a la compresión, para su ejecución señala los siguientes materiales:

Objetivo:

- Conocer la resistencia del block macizo

Materiales:

- Azufre o mortero de azufre
- Aceite
- Ventilador
- Sierra
- Regla rígida de bordes rectos
- Calibradores de laminillas

Para continuar con el desarrollo de la práctica, la norma NMX-C-036-ONNCCE-2013, menciona lo siguiente:

2.10.1 Cabeceo

Las superficies cabeceadas de los especímenes para compresión debe ser planas, dentro de una tolerancia de ± 0.05 en una longitud de 150 mm tomada en dos direcciones ortogonales.

Durante los procedimientos de cabeceo, los planos de las bases cabeceadas de un espécimen de cada lote en estudio deben ser verificados por medio de una regla rígida de bordes rectos y calibradores de laminillas para espesores, tomando un mínimo de dos lecturas en cada una de las longitudes ortogonales seleccionadas para asegurar que las superficies no se aparten de un plano en más de 0.05 mm.

2.10.2 Cabeceo con azufre o mortero de azufre

Colocar la placa cabeceadora en una superficie horizontal, firme, plana y se nivela en ambos sentidos. Para el cabeceo con mortero de azufre es recomendable recalentar las placas.

Colocar el material de cabeceo sobre la placa y sobre este espécimen de ensayo, cuidando que el material de cabeceo no se salga con las uniones del cabeceador para garantizar la perpendicularidad de la superficie cabeceada con respecto al eje vertical del espécimen.

2.10.3 Cabeceo con otros materiales

Colocar una capa de pasta de yeso, una mezcla de yeso y cemento con un espesor máximo de 5 mm para asegurar la distribución uniforme de la carga durante el ensayo.

El material de cabeceo debe cumplir con la resistencia mínima compresión de cubos de 5 cm de 350 kg/cm² y nunca menor a la resistencia de las piezas de mampostería.

Materiales:

- Flexómetro
- Block macizo
- Yeso
- Agua
- Grasa
- Estopa
- Arena cribada la malla #4
- Espátula
- Cuchara

Proceso:

1. Medición y peso del block
2. Cribado de arena por la malla #4
3. Realizar la Mezcla en un vaso de yeso, $\frac{3}{4}$ del vaso de arena y agua hasta que tener una mezcla suave (mortero)
4. Agregar la mezcla y esparcir por el block con ayuda de un cristal y con el nivelador verificar.
5. Una vez cubierta una de sus caras dejarlo secar. Repetir el procedimiento para cubrir la segunda cara y dejar secar.
6. Engrasar la superficie donde se hará la compresión.
7. Realizar la prueba de compresión.
8. Dividir la carga entre el área neta para conocer la resistencia a la compresión.

2.10.4 Imágenes de la práctica

foto 39 Prueba a compresión



Fuente: Trabajo de campo

foto 40 Momento de agrietamiento



Fuente: Trabajo de campo

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

para llevar a cabo los blocks para nuestras muestras es necesario cuidar el modulo de finura de los agregados, que en esta investigación será la arena y el polvorín, por lo que a continuación se dan los resultados de las pruebas de laboratorio, donde se saco la granulometría de dichos agregados, junto con los módulos de finura de cada uno, así como los parámetros de densidad y absorción.

3.1 Resultados de arena

Tabla 19 Peso volumétrico seco suelto

Granulometría de Arena de Rio	
Peso volumétrico seco suelto	
Volumen de recipiente:	2.6 lt = 0.00026 m3
Peso de recipiente:	2.402 kg
Peso de la arena:	4.158 kg
Peso de la arena + Recipiente:	6.56 kg

Tabla 20 Peso volumétrico seco compacto

Granulometría de Arena de Rio	
Peso volumétrico seco compactado	
Peso de recipiente:	2.402 kg
Peso de arena + recipiente:	7.02 kg
Peso de arena:	4.618 kg

Tabla 21 Por ciento acumulativo por peso retenido en mallas

No de malla	Peso retenido	Por ciento del total	Por ciento en enteros	Por ciento acumulativos
4	0 gr	0%	0%	0
8	71.5 gr	14.3%	14%	14
16	175.0 gr	35%	35%	49
30	171.1 gr	34.22%	34%	83
50	74.1 gr	14.82%	15%	98
100	7 gr	1.40%	1%	100
200	1 gr	0.2 %	0%	100
Charola	0.3 gr	0.06%	0%	0
Total=	500 gr			

➤ Módulo de Finura

$$\text{Modulo de Finura} = \frac{\sum \% \text{ acumulativos}}{100} = \frac{14 + 49 + 83 + 98 + 100}{100} = 3.44$$

❖ De acuerdo a el módulo de finura, es una arena cuarzosa.

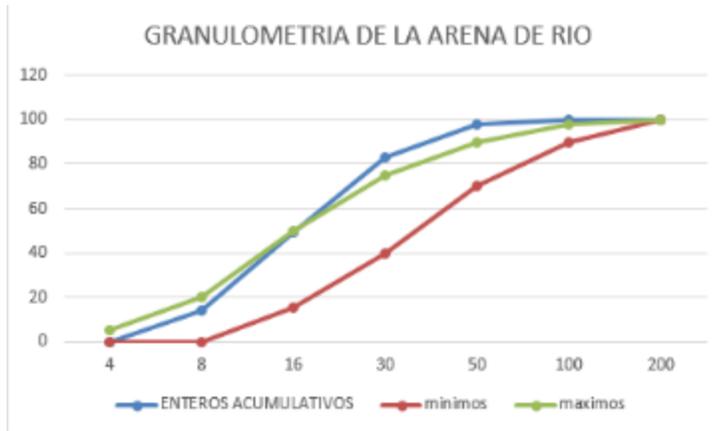


Tabla 22 Densidad y absorción de la arena

Densidad y Absorción	
Densidad	
C; Vaso de Chapman	276.6 gr
B; Peso del vaso + arena + agua	900.6 gr

$$\text{Densidad} = \frac{300 \text{ gr}}{(450 - ((900.6) - (276.6) + 300))} = 2.3809 \text{ gr/cm}^3$$

➤ Absorción

A; Peso de la arena secado en Horno

$$\% \text{ Absorción} = \frac{500 - 495}{495} \times (100) = 1.0101\%$$

3.2 Resultados de polvorín

Tabla 23 peso volumétrico seco suelto polvorín

Granulometría de Polvorín	
Peso volumétrico seco suelto	
Volumen de recipiente:	2.6 lt = 0.00026 m3
Peso de recipiente:	2.402 kg
Peso de la arena:	4.158 kg
Peso de la arena + Recipiente:	6.58 kg

Tabla 24 Peso volumétrico seco compacto polvorín

Granulometría de Polvorín	
Peso volumétrico seco compactado	
Peso de recipiente:	2.402 kg
Peso de arena + recipiente:	7.10 kg
Peso de arena:	4.698 kg

Tabla 25 Porcentaje acumulativo por peso retenido en mallas del polvorín

No de malla	Peso retenido	Por ciento del total	Por ciento en enteros	Por ciento acumulativos
4	0 gr	0%	0%	0
8	139.5 gr	27.90%	28%	28
16	127.9 gr	25.58%	26%	54
30	107.2 gr	21.44%	21%	75
50	70.5 gr	14.10%	14%	89
100	38.7 gr	7.74%	8%	97
200	13.9 gr	2.78%	3%	100
charola	2.3 gr	0.46%	0%	0
Total=	500 gr			

❖ Módulo de Finura

$$\text{Modulo de Finura} = \frac{\sum \% \text{acumulativos}}{100} = \frac{28 + 54 + 75 + 89 + 97 + 100}{100} = 4.43$$

❖ De acuerdo a el módulo de finura, es una arena cuarzosa.

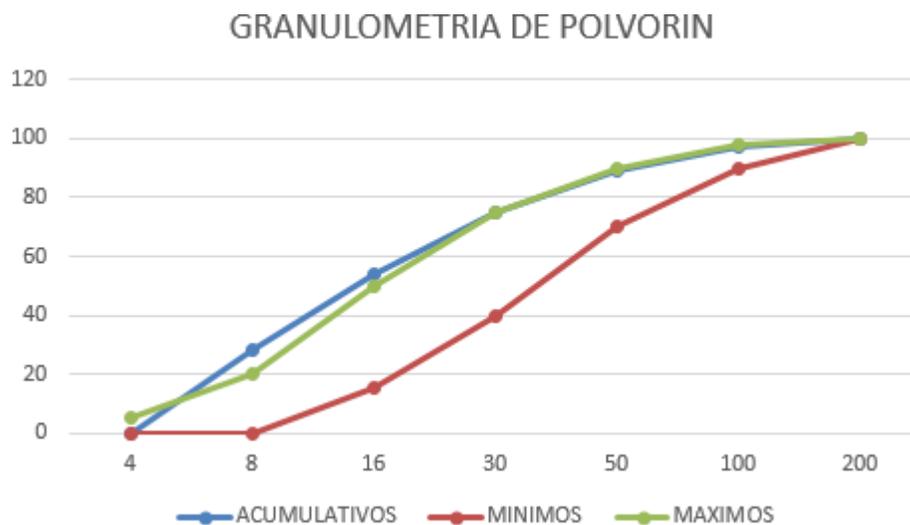


Tabla 26 Densidad y absorción del polvorín

Densidad y Absorción	
Densidad	
C; Vaso de Chapman	276.6 gr
B; Peso del vaso + arena + agua	897.6 gr

$$Densidad = \frac{300 \text{ gr}}{(450 - ((896.7) - (276.6) + 300))} = 2.3094 \text{ gr/cm}^3$$

➤ **Absorción**

A; Peso de la arena secado en Horno

$$\%Absorción = \frac{500-490}{490} \times (100) = 2.0408\%$$

3.3 Interpretación:

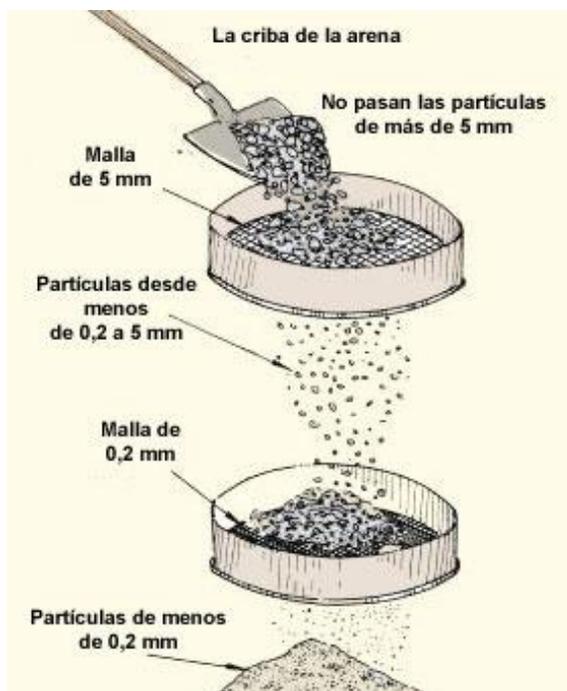
En el laboratorio de mecánica de suelos, resistencia de materiales y tecnología del concreto se llevó a cabo la prueba de agregados finos, la cual se realizó utilizando el manual de prácticas de la facultad de ingeniería, por lo que los resultados de la arena en este ensayo fueron los siguientes: Peso volumétrico seco suelto 4.158 kg peso volumétrico seco compacto 4.618 kg, módulo de finura de 3.44 kg, densidad 2.3809 gr/cm³ y absorción de agua (porcentaje) 1.0101%.

Resultado del polvorín:

Peso volumétrico seco suelto 4.178 kg peso volumétrico seco compacto 4.698 kg, módulo de finura de 4.43 kg, densidad 2.3094 gr/cm³ y absorción de agua (porcentaje) 2.0408% por tanto, muestran condiciones aceptables que pueden utilizarse en diseños del mortero para el block macizo.

Ilustración 7

Cribado de la arena



Fuente: fao.org. (2016). 3. MATERIALES BASICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

3.4 Resultados de cuestionarios

El proceso de captura de los datos se llevó a cabo de acuerdo al diseño final del cuestionario en el capítulo de metodología, cabe mencionar que a pesar de que en total fueron 2 barberías el nivel de usuarios que las visitan fueron suficiente para recopilar las muestras de cabello. Las personas encuestadas, son los responsables de cada una de las barberías, es por ello que se obtuvieron los siguientes datos.

TABLAS DE RESULTADOS

Tabla 27 resultados de cuestionario Beto peluquería

Beto Peluquería						
Días de la semana	1. ¿Cuánta cantidad de gente asiste por día?	2. ¿Cuántas bolsas de basura por día botan?	3. ¿Ud. clasifica la basura, separa los cabellos?	4. ¿Con que frecuencia botan las bolsas de basura que contienen cabellos humanos?	5. ¿usted regalaría o vendería la basura?	6. ¿En caso de que usted venda, cuál sería el costo de 1 kg de cabello?
Lunes	8	1	si	1 x semana	Regalaría	No
Martes	12	3	si	1 x semana	Regalaría	No
Miercoles	5	1	si	1 x semana	Regalaría	No
Jueves	5	1	si	1 x semana	Regalaría	No
Viernes	8	2	si	1 x semana	Regalaría	No
Sábado	12	3	si	1 x semana	Regalaría	No
Domingo	8	1	si	1 x semana	Regalaría	No

Tabla 28 resultados de cuestionario don Porfirio barbería

Don Porfirio						
Días de la semana	1. ¿Cuánta cantidad de gente asiste por día?	2. ¿Cuántas bolsas de basura por día botan?	3. ¿Ud. clasifica la basura, separa los cabellos?	4. ¿Con que frecuencia botan las bolsas de basura que contienen cabellos humanos?	6. ¿usted regalaría o vendería la basura?	7. ¿En caso de que usted venda, cuál sería el costo de 1 kg de cabello?
Lunes	40	2	Si	1 x Día	Regalaría	No
Martes	60	3	Si	1 x Día	Regalaría	No
Miercoles	65	3	Si	1 x Día	Regalaría	No
Jueves	40	2	Si	1 x Día	Regalaría	No
Viernes	55	3	Si	1 x Día	Regalaría	No
Sabado	50	3	Si	6 x Día	Regalaría	No
Domingo	60	3	Si	1 x Día	Regalaría	No

En los resultados se puede resaltar más cantidad de cabello recolectado en la barbería “Don Porfirio” debido a que a pesar de factores como la pandemia COVID – 19 y actualmente la variante ómicron, los usuarios siguen visitándola, a diferencia de “Beto Peluquería” ya que comenta Don Jorge Alberto (responsable de barbería) que esto lo ha afectado, esta es la razón principal por la que solo una parte de los clientes están llegando.

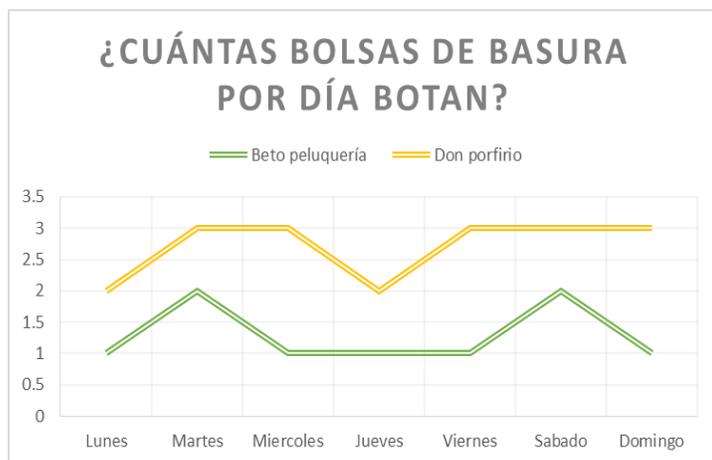
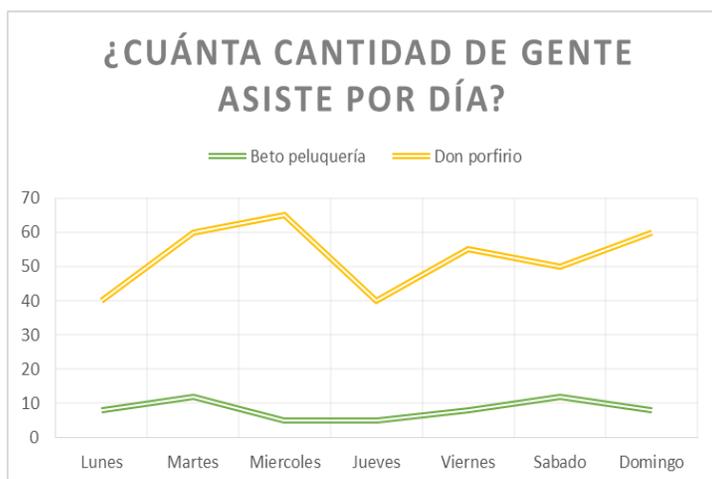
Tabla 29 Asistencia de gente por día en barberías

¿Cuánta cantidad de gente asiste por día?		
Días	Beto peluquería	Don porfirio
Lunes	8	40
Martes	12	60
Miercoles	5	65
Jueves	5	40
Viernes	8	55
Sabado	12	50
Domingo	8	60

Tabla 30 bolsas de basura de cabello botadas por día

¿Cuántas bolsas de basura por día botan?		
Días	Beto peluquería	Don porfirio
Lunes	1	2
Martes	2	3
Miercoles	1	3
Jueves	1	2
Viernes	1	3
Sabado	2	3
Domingo	1	3

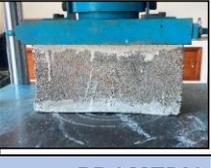
Se puede observar la demanda de usuarios que acuden, así como también a la cantidad de basura desechada.



3.5 Resultados de las pruebas

A continuación, se dan a conocer los resultados obtenidos el laboratorio de mecánica de suelos, resistencia de materiales y tecnología del concreto, de la facultad de Ingeniería civil, ubicado en el Blvd. Belisario Domínguez, s/n C.P 29000 de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chis.

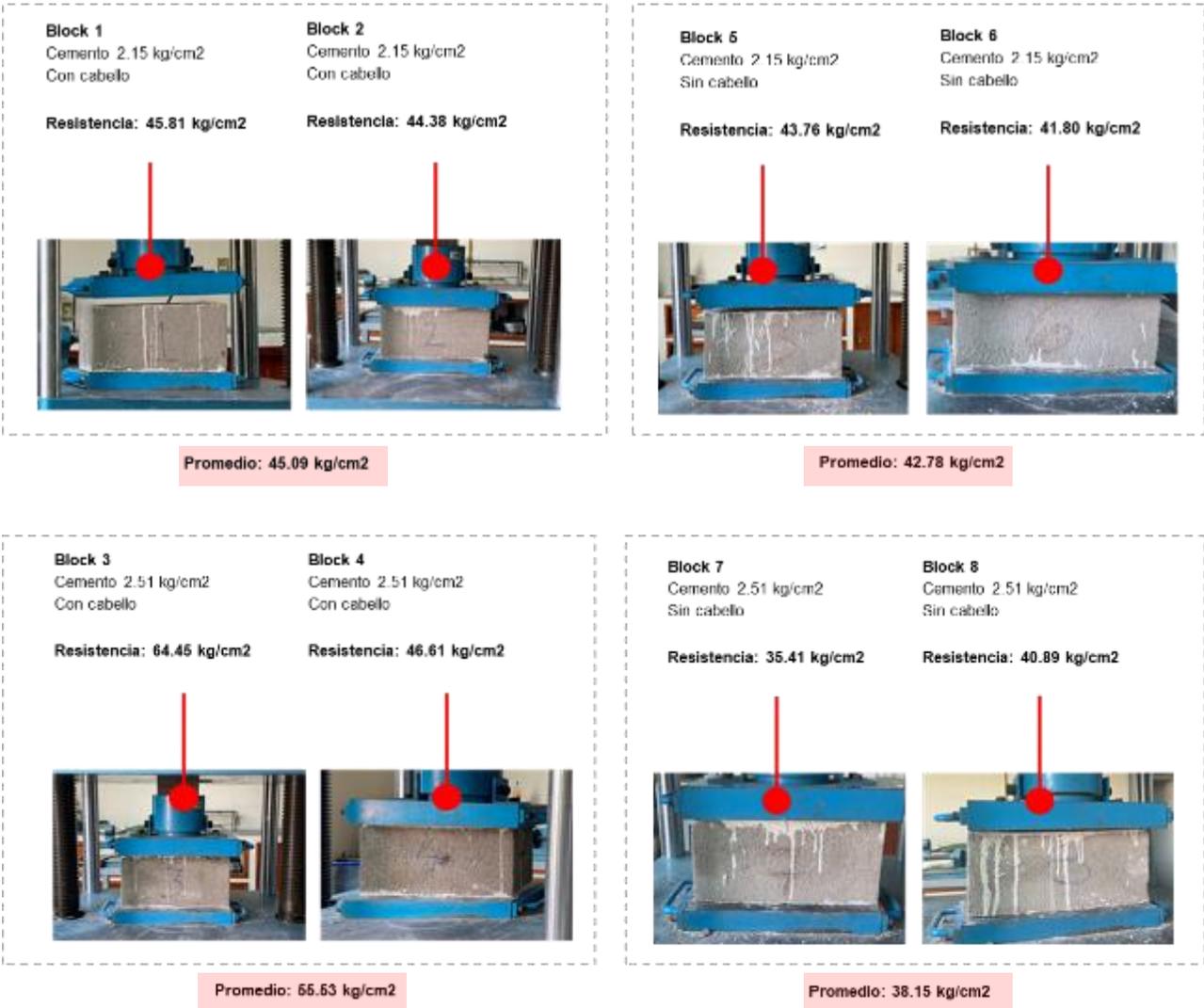
3.5.1 Resultados de los ensayos a compresión

PRUEBA A LA COMPRESIÓN					
MUESTRA NÚMERO	ÁREA CM2	CARGA, KG.	ESPECIFICACIONES	IMAGEN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN KG/CM2
1	520	43,165	Block No. 4 • Cemento: 2.86 kg. • Arena: 17.16 kg. • Agua: 1.001 Lts. • Cabello: 20 g.		83.01
2	520	39,945	Block No. 5 • Cemento: 2.86 kg. • Arena: 17.16 kg. • Agua: 1.001 Lts. • Cabello: 20 g.		76.82
PROMEDIO					79.91
3	520	39,322	Block No. 6 • Cemento: 2.86 kg. • Polvorín: 17.16 kg. • Agua: 1.001 Lts. • Cabello: 20 g.		75.62
4	520	38,676	Block No. 10 • Cemento: 2.86 kg. • Polvorín: 17.16 kg. • Agua: 3.003 Lts. • Cabello: 20 g.		74.38
PROMEDIO					75.00
5	520	37,156	Block No. 8 • Cemento: 2.86 kg. • Arena: 17.16 kg. • Agua: 1.001 Lts.		71.45
6	520	36,882	Block No. 9 • Cemento: 2.86 kg. • Arena: 17.16 kg. • Agua: 1.001 Lts.		70.93
PROMEDIO					71.19

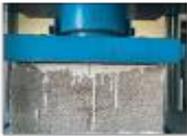
Considerando los resultados anteriores, se puede observar que la proporción utilizada cumple con el rango de resistencia a la compresión, sin embargo, debido a los resultados se pueden observar que hay un incremento considerable en la resistencia, esta conclusión nos puede ayudar en los siguientes análisis que se realizaran, en los que se pretende disminuir el cemento sin salir de los parámetros anteriormente establecidos.

3.5.2 Momento de agrietamiento

Los resultados arrojados en las pruebas de compresión del momento de agrietamiento a la adición el 2% de fibra de cabello humano en algunas muestras, en la resistencia a la compresión, a los 28 días de curado son los siguientes:



Con los resultados del momento de agrietamiento, se confirma que con el aumento del 2% de cabello, sigue habiendo un incremento en su resistencia.

PRUEBA A LA COMPRESIÓN					
MUESTRA NÚMERO	ÁREA CM2	CARGA, KG.	ESPECIFICACIONES	IMAGEN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN KG/CM2
1	520	23,823	Block No. 1 • Cemento: 2.15 kg. • Arena: 17.16 kg. • Agua: 1.001 Lts. • Adcreto: 0.10 Lts. • Cabello: 20 g.		45.81
2	520	23,075	Block No. 2 • Cemento: 2.15 kg. • Arena: 17.16 kg. • Agua: 1.001 Lts. • Adcreto: 0.10 Lts. • Cabello: 20 g.		44.38
PROMEDIO					45.09
3	520	33,515	Block No. 3 • Cemento: 2.51 kg. • Arena: 17.16 kg. • Agua: 1.001 Lts. • Adcreto: 0.10 Lts. • Cabello: 20 g.		64.45
4	520	24,239	Block No. 4 • Cemento: 2.51 kg. • Arena: 17.16 kg. • Agua: 1.001 Lts. • Adcreto: 0.10 Lts. • Cabello: 20 g.		46.61
PROMEDIO					55.53
5	520	22,754	Block No. 5 • Cemento: 2.51 kg. • Arena: 17.16 kg. • Agua: 1.001 Lts.		43.76
6	520	21,736	Block No. 6 • Cemento: 2.51 kg. • Arena: 17.16 kg. • Agua: 3.003 Lts.		41.80
PROMEDIO					42.78
7	520	18,413	Block No. 7 • Cemento: 2.15 kg. • Arena: 17.16 kg. • Agua: 1.001 Lts.		35.41
8	520	21,265	Block No. 8 • Cemento: 2.15 kg. • Arena: 17.16 kg. • Agua: 1.001 Lts.		40.89
PROMEDIO					38.15

3.5.3 Análisis de costos

Una vez elaboradas las pruebas a compresión, se procede a realizar el análisis de costos. El cual nos permitirá realizar una comparativa de los blocks convencionales y los elaborados en esta investigación.

Tabla 31 Análisis de costo block: cemento 2.86 kg/cm2/ arena/ agua/ cabello

CODIGO No.	CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%
	Análisis: BLOCK01	PZA				
BLOCK 01						
MATERIALES						
	CEMENTO GRIS NORMAL	TON	\$3,793.10	0.002860	\$10.85	68.37%
	ARENA DE RIO	M3	\$185.71	0.007210	\$1.34	8.44%
	AGUA	M3		0.001001		
	CABELLO	GR		20.000000		
	Subtotal: MATERIALES				\$12.19	76.81%
MANO DE OBRA						
	CUADRILLA 01: ALBAÑIL+AYUDANTE GRAL.	JOR	\$535.00	150.000000	\$3.57	22.50%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$3.57	22.50%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	HERRAMIENTA MENOR	%MO	\$3.57	0.030000	\$0.11	0.69%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$0.11	0.69%
	Costo directo				\$15.87	
	INDIRECTOS	0%				
	SUBTOTAL				\$15.87	
	FINANCIAMIENTO	0%				
	SUBTOTAL				\$15.87	
	UTILIDAD	0%				
	PRECIO UNITARIO				\$15.87	
	(* VEINTE PESOS 32/100 M.N. *)					

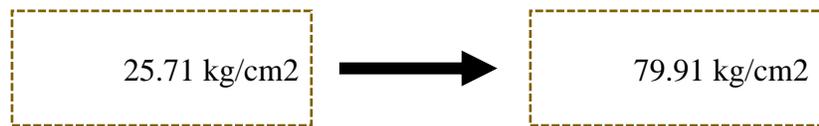
Tabla 32 Análisis de costo block: cemento 2.86 kg/cm2/ arena/ agua

CODIGO No.	CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%
	Análisis: BLOCK03	PZA				
BLOCK 03						
MATERIALES						
	CEMENTO GRIS NORMAL	TON	\$3,793.10	0.002860	\$10.85	72.58%
	ARENA DE RIO	M3	\$185.71	0.007210	\$1.34	8.96%
	AGUA	M3		0.001001		
	Subtotal: MATERIALES				\$12.19	81.54%
MANO DE OBRA						
	CUADRILLA 01: ALBAÑIL+AYUDANTE GRAL.	JOR	\$535.00	200.000000	\$2.68	17.93%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$2.68	17.93%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	HERRAMIENTA MENOR	%MO	\$2.68	0.030000	\$0.08	0.54%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$0.08	0.54%
	Costo directo				\$14.95	
	INDIRECTOS	0%				
	SUBTOTAL				\$14.95	
	FINANCIAMIENTO	0%				
	SUBTOTAL				\$14.95	
	UTILIDAD	0%				
	PRECIO UNITARIO				\$14.95	
	(* CATORCE PESOS 95/100 M.N. *)					

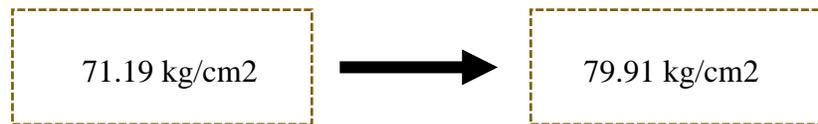
CONCLUSIONES

El presente trabajo tuvo como finalidad adicionar fibra de cabello humano a la mezcla para realizar blocks estructurales y poder determinar, si se produce un incremento en la resistencia a la compresión a diferencia de los blocks convencionales.

Finalmente se concluyó que al adicionar el 2% de fibras de cabello humano, si existe un incremento en los parámetros de resistencia a la compresión, haciendo la comparativa con los blocks artesanales elaborados en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

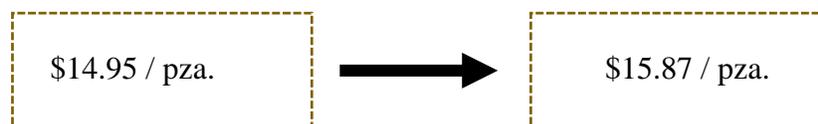


Con respecto a nuestro análisis con fibra y sin fibra de cabello, se puede observar que el incremento es mínimo, sin antes mencionar que todos los resultados pueden tener variaciones debido al proceso de elaboración, porcentaje de cabello o cabeceo de cada block.



En todos los resultados se observa que, con la adhesión de la fibra de cabello, se aumenta la resistencia en un 12.24% promedio en las muestras sometidas a compresión en el laboratorio.

Respecto al costo de un block sin fibra y con fibra de cabello, se puede observar que hay un incremento mínimo, entre uno y otro, estos costos son con las proporciones que llevaron nuestros blocks analizados en el laboratorio.



Se observa que, con la adhesión de la fibra de cabello, se aumenta el costo en un 6.15% promedio al tiempo invertido en la recolección, separación y mezcla del cabello en la mezcla observando que el beneficio de la resistencia es mayor al incremento del costo.

Así mismo, se obtuvo resultados en la adición de 2% de fibra de cabello humano, en la resistencia a la compresión, valores de momento de agrietamiento y módulo de rotura a los 28 días de curado, estos con diferentes proporciones las cuales pueden ayudar a mejorar las mezclas de futuras investigaciones.

Ilustración 8

Costo y resistencia de un block sin fibra y con fibra de cabello



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se dan una serie de recomendaciones a partir de los ensayos realizados y los resultados obtenidos, para futuras investigaciones.

Se recomienda realizar un análisis variando los porcentajes de fibra de cabello, empleando distintas longitudes de las fibras, así como diversas edades, clasificación de géneros y tonalidades de cabello elaborando una clasificación de cada fibra utilizada. analizando la durabilidad de la fibra de cabello ya que por sus propiedades y composición química puede tener una mayor resistencia a la intemperie.

Se recomienda realizar más investigaciones sobre el uso de nuevos materiales compuestos por fibras naturales para reducir el impacto del uso de materiales con una alta huella de carbono.

Para futuras investigaciones se recomienda realizar un ajuste de mezclas en las proporciones, para que así el concreto cuando sea sometido al ensayo a compresión llegue a la resistencia deseada.

Bibliografía

- Castillo, F. A. (2009). *Tecnología del concreto (teoría y problemas)*. San Marcos.
- Daros, W. R. (2002). ¿Qué es un marco teórico? *Enfoques*, XIV(1), 73-112.
<https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25914108>
- Federacion de enseñanza de CC.OO. de Andalucía. (2010). El cabello: estructura, propiedades, composición química, ciclo, tipos y clases de cabello. Pautas para la determinación de: distribución, longitud, calidad, color, forma e implantación. *Revista digital para profesionales de la enseñanza*(10), 11. <https://doi.org/1989-4023>
- González Cuevas, Ó., y Robles Fernández-Villegas, F. (2005). *Aspectos fundamentales del concreto reforzado*. Limusa.
<https://doi.org/https://marodyc.files.wordpress.com/2014/06/aspectos-fundamentales-concreto-reforzado-gonzalez-cuevas.pdf>
- González Martínez, A. (2001). Costos y beneficios ambientales del reciclaje en México. *Gaceta Ecológica*(58), 17-26.
- Metha, K., y Monteiro, P. (1998). *Estructura, propiedades y materiales*. Universidad de California, Berkeley, Estados Unidos : imcyc.
- Navas Carro, A. (2007). Propiedades a compresión de la mampostería de bloques de concreto. *Revista de la Universidad de Costa Rica*, 17(2), 53-70.
<https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44170520003>

Onofre López, B., y Vera Espinosa, B. (2014). *Análisis de la resistencia a la compresión y flexión de concreto con agregados de: Cunya, Mina Roja y Vicho Adicionado con Fibras de Cabello Humano*. Univesidad andina del Cusco.

Pasquel Carbajal, E. (1998). *Temas de tecnología del concreto en el Perú*. Colegio de ingenieros del Perú.

Rivva Lopez, E. (1992). *Diseño de Mezclas*. HOZLO S.CR.L.,

Rojas, P. (03 de 06 de 2022). *cualestuhuela.cl*. [cualestuhuela.cl: https://www.cualestuhuela.cl/noticia/vida-sustentable/2022/06/tres-formas-de-reutilizacion-del-cabello](https://www.cualestuhuela.cl/noticia/vida-sustentable/2022/06/tres-formas-de-reutilizacion-del-cabello)

Digital Engineering Library. (2004). *Standards for Concrete Masonry Units*. ASTM C90, Standard Specification for Load-Bearing Concrete. [https://www.uop.edu.jo/PDF%20File/uop%20%5BArchitecture Ebook%5D Masonry](https://www.uop.edu.jo/PDF%20File/uop%20%5BArchitecture%20Ebook%5D%20Masonry)

Revista digital Federación de enseñanza de C.C. OO. De Andalucía. (2010, septiembre). “el cabello: estructura, propiedades, composición química, ciclo, tipos y clases de cabello. Pautas para la determinación de: distribución, longitud, calidad, color, forma e implantación”. feandalucia.

<https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd7484.pdf>

Gaceta oficial de la ciudad de México. (2017, 15 diciembre). *normas-tecnicas-complementarias-ciudad-mexico*. <https://www.smie.org.mx/archivos/informacion-tecnica/normas-tecnicas-complementarias/normas-tecnicas-complementarias-ciudad-mexico-2017.pdf>

<https://www.smie.org.mx/archivos/informacion-tecnica/normas-tecnicas-complementarias/normas-tecnicas-complementarias-ciudad-mexico-2017.pdf>

González, O., & Fernández, F. (2005). Aspectos fundamentales del concreto reforzado. PDF.

<https://cictapachula.com.mx/portal/ArchivosC/aspectos-fundamentales-concreto-reforzado-gonzalez-cuevas.pdf>

Instituto colombiano de productores de cemento, ICPC. (1991). Fabricación de Bloques de Concreto. dokumen.

<https://dokumen.tips/documents/4-fabricacion-de-bloques-de-concreto.html?page=1>

Mampostería.<https://www.smie.org.mx/archivos/informacion-tecnica/normas-tecnicas-complementarias/normas-tecnicas-complementarias-disenoconstruccionestructurasmamposteria2017.pdf>. Recuperado 2 de marzo de 2022, de <https://www.smie.org.mx/archivos/informacion-tecnica/normas-tecnicas-complementarias/normas-tecnicas-complementarias-diseno-construccion-estructuras-mamposteria-2017.pdf>

MEXICANA NMX-C-404-ONNCCE-2012. pdfcoffee.

<https://pdfcoffee.com/nmx-c-404-onncce-2012pdf-3-pdf-free.html>

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación. (1999). CTM. Características de los materiales. normas.imt.mx.

<https://normas.imt.mx/normativa/N-CMT-2-02-001-02.pdf>

Organismo nacional de normalización y certificación de la construcción y la edificación, S. C. (2012, 13 diciembre). NMX-C-404-ONNCCE-2012.pdf. pdfcoffee.

<https://pdfcoffee.com/nmx-c-404-onncce-2012pdf-3-pdf-free.html>

Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza. (2015). NORMA INTERNACIONAL Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario. NORMA ISO 9000:2015.pdf.

<https://saf.uas.edu.mx/pdf/Certificacion/NORMA%20ISO%209000%202015.pdf>

Sociedad Mexicana de ingeniería estructural A.C. (2017). Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería. <https://www.smie.org.mx/archivos/informacion-tecnica/normas-tecnicas-complementarias/normas-tecnicas-complementarias-diseno-construccion-estructuras-mamposteria-2017.pdf>.